

# ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA

*Fundada en 1951*



*Julio Blones*

Número Especial: Avances en Agroecología  
09 abril 2025, Caracas, Venezuela



VOL. 45  
N° 1  
Especial

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL

# ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA

*Fundada en 1951*

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE CIENCIAS

INSTITUTO DE ZOOLOGÍA Y ECOLOGÍA TROPICAL

VOL. 45 N° 1  
Especial

**POR**TADA

Foto Julio Blones



***Acta Biologica Venezolica***

VOLUMEN XLV      No. 1 Especial    ABRIL 2025

---

VE ISSN 001-5326    Depósito Legal 195102DF414

---

Publicada por el Instituto de Zoología y Ecología Tropical,  
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela

**Directora – Editora**

Dra. Ana Bonilla

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

**Editores**

Dr. Héctor López Rojas

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. María Eugenia Grillet

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dr. Juan Carlos Navarro

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV.

Dr. Antonio Machado-Allison

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dr. Nelson Ramírez

Instituto de Biología Experimental, UCV

Dra. Leidi Herrera

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. Evelyn Tineo

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

Dra. Elisabeth Gordon Colón

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV

**Editores Invitados Avances en Agroecología**

Dra. Iselen Trujillo

CEDAT-IDECYT, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez

Dr. Diego Griffon

Instituto de Zoología y Ecología Tropical, UCV



## **AVANCES EN AGROECOLOGÍA**

*Iselen Trujillo<sup>1</sup> y Diego Griffon<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela

La agroecología se ha consolidado en América Latina como un campo dinámico, diverso y profundamente comprometido con la búsqueda de alternativas productivas que armonicen el bienestar social, la resiliencia ecológica y la soberanía alimentaria. Un nuevo enfoque de la agricultura plantea la incorporación de principios agroecológicos en el desarrollo de sistemas verdaderamente sustentables, integrando la producción vegetal y animal para satisfacer las necesidades a largo plazo, con el empleo de innovaciones tecnológicas. En este número especial de *Acta Biologica Venezolana*, dedicado a los Avances en Agroecología, celebramos la confluencia de múltiples miradas, enfoques y experiencias que dan forma a este campo en plena evolución.

Para esta edición recibimos contribuciones provenientes de distintos países de Latinoamérica, lo que muestra el creciente interés regional por estudiar, fortalecer y transformar los sistemas agroalimentarios desde perspectivas ecológicas y sociales. Esta diversidad geográfica se acompaña, además, de un elemento significativo: la gran mayoría de los artículos fueron elaborados por investigadoras e investigadores de Venezuela. En un contexto marcado por enormes desafíos para el quehacer científico en el país, este hecho resalta la capacidad, la creatividad y el compromiso de quienes continúan produciendo conocimiento riguroso y pertinente, incluso en medio de limitaciones institucionales y materiales.

Los trabajos contenidos en este número abarcan una amplia gama de temas que reflejan la riqueza conceptual y metodológica de la agroecología contemporánea. Desde estudios sobre etnobotánica, agrobiodiversidad, prácticas tradicionales, manejo sustentable del suelo, metabolismo social o sistemas alimentarios, hasta evaluaciones de experiencias locales y procesos organizativos, los artículos aquí reunidos ponen de manifiesto la pluralidad de aproximaciones que nutren este campo. Esa diversidad es, en sí misma, un testimonio del carácter transdisciplinario de la agroecología y de su capacidad para integrar saberes académicos, comunitarios y ancestrales. Estas contribuciones reflejan que, incluso en tiempos complejos, la agroecología continúa creciendo como un espacio de innovación, reflexión crítica y esperanza colectiva.

Agradecemos profundamente a todas las autoras y autores que hicieron posible este número, así como al equipo editorial y a las instituciones que acompañaron este proceso. Confiamos en que este número especial inspire nuevas investigaciones, diálogos y colaboraciones que sigan fortaleciendo la agroecología como proyecto científico, político y ético para nuestra región.

*Dra. Iselen Trujillo*

*Dr. Diego Griffon*

# DIAGNÓSTICO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR AGROECOLÓGICA Y SU INTERACCIÓN CON EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CONVENCIONAL EN SANTA ROSA, MISIONES, PARAGUAY

Ramón J. Benítez Centurión<sup>1</sup>; Benito Ortega Torrez<sup>1</sup>; Juan D. Avalos Añasco<sup>1</sup>; Wilson Romero Vergara<sup>1</sup> y Antonio Samudio Oggero<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA/UNA), Filial Santa Rosa, Misiones, Paraguay. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Asunción, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT/UNA), Campus UNA, San Lorenzo, Central, Paraguay. \*ramon.benitez@agr.una.py

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación de carácter descriptivo se llevó a cabo en el distrito de Santa Rosa, Misiones, Paraguay. Se buscó diagnosticar la interacción de dos sistemas de producción en la agricultura familiar. La metodología aplicada corresponde a un estudio de casos múltiples que contienen datos cualitativos y cuantitativos de la población de estudio a fin de llegar a los objetivos planteados. El relevamiento de datos se realizó con cuestionarios de preguntas abiertas y cerradas semi - estructuradas dirigidos a los jefes de establecimientos familiares rurales. Las muestras fueron tomadas con base en una fórmula probabilística para poblaciones finitas y este caso conociendo la población de productores rurales de Santa Rosa, se buscó levantar datos de 70 familias de las distintas compañías. Los resultados demuestran que las familias se dedican a producir principalmente maíz, mandioca, poroto, sandía, entre otros, con semillas recicladas de la zafra anterior y que en muy bajo porcentaje identifican plagas y enfermedades, y cuando identifican utilizan principalmente recursos alternativos agroecológicos para controlar y en menor porcentaje compran pesticidas del mercado local, en cuanto a las malezas son controladas principalmente de forma manual y un 32% utiliza herbicidas. Así también mayoritariamente las familias rurales están expuestas a los productos químicos ya sea de dentro de la finca o por medio de la deriva generada por pulverizaciones colindantes. Por lo tanto, un cierto nivel de la agricultura familiar comparte intereses comunes con la agricultura empresarial, es decir inmersos en necesidades comunes y soluciones a las mismas.

**Palabras clave:** Producción Agrícola, Recursos Naturales, Salud del Suelo, Exposición, Contaminantes.

## Diagnosis of agroecological family farming and its interaction with the conventional production system in Santa Rosa, Misiones, Paraguay

### Abstract

This descriptive research project was conducted in the district of Santa Rosa, Misiones, Paraguay. The objective was to diagnose the interaction of two production systems in family farming. The methodology applied was a multiple-case study containing qualitative and quantitative data from the study population in order to achieve the stated objectives. Data collection was conducted using semi-structured open-ended and closed-ended questionnaires addressed to heads of rural family farms. Samples were taken based on a probabilistic formula for finite populations. In this case, given the population of rural producers in Santa Rosa, data were collected from 70 families from different companies. The results show that families are mainly dedicated to producing corn, cassava, beans, watermelon, among others, with recycled seeds from the previous harvest and that a very low percentage identify pests and diseases, and when they do identify them, they mainly use alternative agroecological

resources to control them and, to a lesser extent, they purchase pesticides from the local market. Regarding weeds, they are mainly controlled manually and 32% use herbicides. Likewise, the majority of rural families are exposed to chemicals either from within the farm or through drift generated by neighboring sprays. Therefore, a certain level of family farming shares common interests with corporate agriculture, that is, immersed in common needs and solutions to them.

**Keywords:** Agricultural Production, Natural Resources, Soil Health, Exposure, Contaminants.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación surgió del interés de indagar las familias rurales del distrito de Santa Rosa de Lima, para conocer sobre las realidades de las propiedades en cuanto al sistema productivo y las relaciones existentes con la agricultura empresarial convencional.

La agricultura familiar y la agricultura comercial en Paraguay son dos modelos de producción agrícola que difieren en varios aspectos. La agricultura familiar (AF) se caracteriza por ser una actividad de pequeña escala, con una producción diversificada y un bajo nivel tecnológico. Normalmente, cubre la demanda local de consumo de la canasta básica familiar. Por otro lado, la agricultura comercial es una actividad de gran escala, con una producción especializada y un alto nivel tecnológico. Normalmente, se enfoca en la producción para la exportación. A pesar de las diferencias, ambas formas de agricultura son importantes para la economía de Paraguay. La agricultura familiar representa más del 90% de la actividad agraria del país, mientras que la agricultura comercial es responsable de una gran parte de las exportaciones del país, especialmente de la soja (UNOPS, sf.; CADEP, 2016).

Alexander Chayanov (1981), en su exploración y búsqueda de la definición más exacta a lo que es la agricultura familiar, mencionaba que, solo una ojeada a la estructura interna de la unidad de trabajo familiar bastaba para comprender que es imposible sin la categoría de los salarios imponer en esta otra el beneficio neto, la renta y el interés del capital como categorías económicas reales en el sentido capitalista de la palabra. Además, que el campesino o artesano que lleva su empresa sin pagar mano de obra recibe como resultado de un año de trabajo una cantidad de mercancía que, después de cambiada en el mercado, forma el producto bruto de su unidad económica. Por lo tanto, este producto del trabajo familiar es la única categoría posible de ingreso para una unidad de trabajo familiar. También, menciona Chayanov, que la cuantía del producto del trabajo la determinan principalmente el tamaño y la composición de la familia trabajadora, el número de sus miembros capaces de trabajar y, además, la productividad de la unidad de trabajo y resalta, que es especialmente importante, el grado de esfuerzo de los trabajadores, el grado de auto explotación mediante el cual los miembros laborantes efectúan cierta cantidad de unidades de trabajo en el curso del año.

CADEP (2020) define a la agricultura familiar como una actividad socioeconómica agropecuaria, cuya característica esencial, es la utilización de la mano de obra familiar con el fin de procurar el propio abastecimiento alimentario y la posibilidad de generar ingresos con la producción de alimentos y otros productos para la población tanto rural como urbana. La misma está estrechamente ligada a la tierra y, en general, a las condiciones de los recursos naturales.

Según Almada (2006), para la definición de la agricultura familiar, se estableció una división interna para permitir y facilitar la comprensión de la lógica social, económica, productiva y organizativa de este tipo de agricultura, en el país. Para dicho efecto, se consideró una subdivisión del tamaño de la superficie de las fincas, considerando que “el tamaño de la finca” es una variable que juega un valor importante directa e indirectamente, ya sea en el tipo de producción, en el uso de mano de obra familiar y contratada; vinculación al mercado, uso de tecnología y organización productiva, entre otros. De acuerdo con esto, se establecieron dos tipos de AF; siendo la Agricultura Familiar Minifundista (AFM), aquellas con superficies de tierra a partir de la 0.1 hasta 10 ha., mientras que, la Agricultura Familiar de Pequeña Producción (AFPP), con superficies de tierra a partir de las 10 ha. hasta un máximo de 20 ha.

Según CEIDRA (2018), la agricultura agroecológica es la continuación de la agricultura tradicional con nuevas herramientas y la agricultura tradicional es aquella que se adapta al medio ambiente en el que se practica: tanto el agricultor como los cultivos actúan dentro de los límites impuestos por la naturaleza. Este modelo de agricultura no pretende adaptar la naturaleza al cultivo de interés del agricultor, como es el caso de la agricultura de la “revolución verde”, llamada también “agricultura convencional”, que transforma la condición de los suelos, utiliza agrotóxicos, manipula las semillas y las razas animales, introduce cultivos transgénicos y elimina indiscriminadamente la biodiversidad.

Ley N°6286/2019, de Defensa, Restauración y Promoción de la Agricultura Familiar Campesina, que establece la responsabilidad del Estado en la reparación, preservación y dinamización de la economía; la protección social y el mejoramiento de la calidad de vida del campesinado y de los pueblos indígenas, de modo tal que su apuesta económica y productiva se desarrolle con dignidad mediante la implementación de programas que faciliten el acceso a la tierra, vivienda, servicios públicos, vías de comunicación y transporte; formación y generación de ciencia y tecnología para el campo, mecanismos de estabilización de precios, mercados, así como la adecuada asistencia técnica y financiera para toda la cadena productiva vinculada a la Agricultura Familiar Campesina.

Ley N°3742 De Control De Productos Fitosanitarios De Uso Agrícola. Establece el régimen legal de registro y control de todo producto fitosanitario de uso agrícola a partir del ingreso de estos al territorio nacional, así como: la síntesis, formulación, fraccionamiento, transporte, almacenaje, etiquetado, comercialización, publicidad, aplicación y eliminación de residuos y disposición final de envases vacíos y de plaguicidas vencidos, con el fin de proteger la salud humana, animal, vegetal, y el ambiente (Decidamos, 2021).

Según la misma fuente, Decidamos (2021), menciona en su informe, que sin la aplicación de leyes que favorezcan a la agricultura familiar, se asumiría el riesgo de la dependencia de otros países para sostener la alimentación nacional, además de la erosión cultural y patrimonial del país, ya que muchas de nuestras raíces, historias y costumbres residen en el campo. Además, el sistema campesino está muy ligado a los causes hídricos desde donde todavía se sigue utilizando el agua para diferentes propósitos en el proceso de producción agropecuaria, por lo que es fundamental preservar, conservar e impulsar medidas de salvaguarda del vital líquido, de problemáticas transversales en el entorno rural campesino como el uso indiscriminado de agrotóxicos que agrava exponencialmente los efectos negativos a la naturaleza y a la vida.

La Ley N° 6286/2019, de Defensa, Restauración y Promoción de la Agricultura Familiar Campesina, y la Ley N° 3742 de Control de Productos Fitosanitarios de Uso Agrícola son fundamentales para la protección del medio ambiente en Paraguay, ya que establecen marcos regulatorios que apuntan a la sostenibilidad y la dignidad en el desarrollo agrícola. Estas leyes surgen en un contexto donde la agricultura familiar no solo es una fuente crucial de alimentos, sino que también está íntimamente ligada a la identidad cultural y social de las comunidades campesinas e indígenas. La Ley N° 6286/2019 asegura que el Estado asuma una responsabilidad activa en la reparación y dinamización de la economía de estos sectores vulnerables, garantizando el acceso a recursos esenciales como la tierra y los servicios básicos. Al promover programas que faciliten la formación en ciencia y tecnología para el campo, esta ley no solo busca mejorar la calidad de vida del campesinado, sino también fomentar prácticas agrícolas sostenibles que respeten el entorno natural, lo que es clave en un contexto de cambio climático y degradación ambiental. Por otro lado, la Ley N° 3742 establece un control riguroso sobre los productos fitosanitarios, regulando su uso desde su ingreso al país hasta su eliminación. Este control es esencial para proteger la salud de las personas y el medio ambiente, minimizando los riesgos asociados con el uso de agroquímicos y asegurando que su aplicación no comprometa la biodiversidad ni la calidad de los recursos naturales. Al definir pautas claras para la gestión de plaguicidas, esta ley complementa los esfuerzos de la Ley N° 6286/2019, contribuyendo a un enfoque más amplio de defensa del medio ambiente en el entorno agrícola.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Santa Rosa de Lima, Misiones, Paraguay, Tuvo una duración de 2 meses de setiembre a octubre del año 2023. La investigación es de carácter descriptiva como estudio de casos múltiples que contiene datos cualitativos y cuantitativos de la población de estudio, a fin de llegar a los objetivos planteados. El relevamiento de datos se realizó con cuestionarios de preguntas abiertas y cerradas semi - estructuradas dirigido a los jefes de establecimientos familiares rurales. Las muestras fueron tomadas con base en una formula probabilística para poblaciones finitas y en este caso conociendo la población de productores rurales de Santa Rosa, y en base al cálculo realizado se concluye que la cantidad de muestras a ser tomadas son 70 familias que se encuentran distribuidos en las distintas compañías. Los resultados fueron tabulados en planillas de Windows Microsoft Excel y a partir de allí se expresaron en porcentajes y la frecuencia con que ocurren.

## RESULTADOS

El estudio realizado en Santa Rosa de Lima, Misiones, Paraguay, nos brinda una visión detallada de la vida y las prácticas de las familias rurales en esta región. Más allá de los datos demográficos que indican una participación equitativa de hombres y mujeres en la actividad agrícola, con un tamaño promedio de 4 miembros por hogar, de los cuales 3 trabajan en la finca, el estudio revela aspectos cruciales sobre la tenencia de la tierra, los cultivos predominantes, el origen de las semillas, el manejo de plagas y enfermedades, la gestión del suelo y los recursos naturales, así como las preocupaciones y percepciones de estas familias sobre el modelo de producción actual.

La mayoría de las familias encuestadas (68%) poseen títulos de propiedad de sus tierras. Un 29% ocupa terrenos fiscales y un 3% alquila, lo que indica que la tenencia de la tierra es un factor importante en la dinámica de la agricultura familiar de la zona. El tamaño promedio de las fincas es de 5 hectáreas, donde se cultivan diversos productos, con el maíz y la mandioca como cultivos principales.

Un aspecto alentador es la seguridad en la tenencia de la tierra, con un 68% de las familias poseyendo títulos de propiedad. Esto contrasta con la situación de otros contextos rurales donde la inseguridad en la tenencia de la tierra es un obstáculo para el desarrollo. La diversidad de cultivos es otra característica destacable, con el maíz y la mandioca liderando la producción, seguidos por una variedad de productos que van desde cítricos y poroto hasta hortalizas, sandía, batata, maní, caña de azúcar y tabaco. Esta diversificación no solo contribuye a la seguridad alimentaria de las familias, sino que también refleja una estrategia de resiliencia ante las fluctuaciones del mercado y las condiciones climáticas.

La autosuficiencia en la obtención de semillas es una práctica extendida, especialmente para cultivos como la mandioca, el maíz, el poroto y la batata. Esta práctica, además de reducir los costos de producción, fomenta la conservación de variedades locales y el conocimiento tradicional asociado a ellas. Sin embargo, la compra de semillas mejoradas en el mercado local, para ciertos cultivos, también es una realidad, lo que indica una apertura a la innovación y la búsqueda de mayor productividad.

En cuanto al manejo de plagas y enfermedades, la mayoría de los productores utiliza métodos agroecológicos (32%) o productos químicos comerciales (29%). Es preocupante que un grupo significativo no realice ningún tipo de control. Para el control de malezas, la azada es la herramienta más utilizada (100%), seguida de la cultivadora (26%), herbicidas (32%) y cobertura vegetal (56%).

El estudio también revela los desafíos que enfrentan estas familias en el manejo de plagas y enfermedades. Si bien la utilización de métodos agroecológicos es una práctica destacable, la falta de control por parte de un grupo significativo de productores es un punto que requiere atención. La dependencia de la azada para el control de malezas, aunque efectiva, puede ser un factor limitante para la expansión de la producción.

En relación al manejo del suelo, se observa una alta implementación de prácticas sostenibles, como la rotación de cultivos (88%), la asociación de cultivos (65%) y la cobertura vegetal (53%). La utilización de estiércol vacuno, cal agrícola, compost, fertilizantes granulados, orina de vaca y humus de lombriz para la fertilización del suelo también es una práctica común.

En cuanto al manejo del suelo, las familias rurales demuestran un fuerte compromiso con la sostenibilidad. La alta implementación de prácticas como la rotación de cultivos, la asociación de cultivos, la cobertura vegetal y el cultivo diversificado evidencia una comprensión profunda de la importancia de la salud del suelo para la productividad a largo plazo. El uso de estiércol vacuno, cal agrícola, compost y otros abonos orgánicos refuerza esta visión.

En resumen, la agricultura familiar en Santa Rosa de Lima se caracteriza por:

- (1) Un fuerte componente familiar en la mano de obra.
- (2) Diversidad de cultivos, con el maíz y la mandioca como principales.
- (3) Tendencia a la autosuficiencia en semillas, pero con apertura a la innovación.
- (4) Manejo de plagas y enfermedades con métodos agroecológicos y químicos.

- (5) Realizan prácticas sostenibles para el manejo del suelo.
- (6) Preocupaciones por la influencia de la agricultura empresarial y preferencia por la producción agroecológica.
- (7) El acceso y la gestión de los recursos naturales son cruciales para las familias rurales de Santa Rosa de Lima. Estos recursos no solo son esenciales para su subsistencia, sino que también juegan un papel fundamental en la sostenibilidad de sus sistemas productivos.
- (8) Un aspecto positivo es que la gran mayoría de las familias (91%) tiene acceso a agua potable, ya sea a través de cañerías o pozos artesianos. Además, un 41% de las fincas cuentan con arroyos o nacientes dentro de sus propiedades, lo que les permite aprovechar este recurso vital.
- (9) Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las familias (68%) posee títulos de propiedad de sus tierras, lo que les brinda seguridad para producir y gestionar sus recursos.
- (10) Un 35% de las fincas cuentan con bosques naturales de árboles nativos, lo que representa un importante recurso para la biodiversidad, la protección del suelo y la provisión de madera y otros productos forestales.
- (11) La presencia de árboles frutales en el 79% de las fincas no solo contribuye a la alimentación de las familias, sino que también puede representar una fuente de ingresos adicionales.
- (12) El 76% de las familias posee huerto dentro de sus fincas, lo que les permite diversificar su producción y obtener alimentos frescos para el consumo familiar.
- (13) Un 21% de las familias cuenta con tajamares, que son reservorios de agua de lluvia que pueden utilizarse para el riego, la cría de animales o la piscicultura.

La gestión de estos recursos naturales presenta tanto oportunidades como desafíos. Por un lado, la disponibilidad de agua, la presencia de bosques, árboles frutales y quintas, y la construcción de tajamares son ejemplos de prácticas que contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas productivos y a la calidad de vida de las familias.

La disponibilidad de estos recursos son factores que contribuyen a la calidad de vida de las familias rurales y a la sostenibilidad de sus sistemas productivos. Sin embargo, la contaminación del agua y del aire por el uso de agroquímicos en cultivos vecinos, la deforestación y la quema de residuos son amenazas que requieren atención. Según un informe de Outraw (2019), Paraguay utiliza alrededor de 40 millones de litros de agroquímicos al año, lo que ha llevado a la presencia de plaguicidas en

fuentes de agua. Un estudio de Margarita C. Rojas (2021), publicado en la revista *Environmental Pollution*, encontró que se detectaron residuos de agroquímicos en un 70% de las muestras de agua analizadas en la región de Alto Paraná. Según datos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay, la quema de residuos y actividad agrícola contribuyen a la presencia de partículas en el aire, alcanzando niveles que a menudo superan los 50 µg/m<sup>3</sup>, lo que está por encima de los niveles recomendados por la OMS. Un estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2015) estima que la quema de residuos emisiones correspondientes a más de 700,000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año en Paraguay. Según el Informe de Evaluación de Bosques de Paraguay 2020 del Ministerio del Ambiente, la tasa de deforestación ha sido de aproximadamente 185.000 hectáreas anuales en los últimos años, siendo notable la reducción de cobertura forestal en el Gran Chaco. El Bosque Atlántico ha visto reducciones de más del 60% en su área original, afectando la biodiversidad y los ecosistemas locales según datos de WWF (2021). Según un estudio de Global Forest Watch, en el año 2020, se detectaron 11.000 focos de calor relacionados con la quema de residuos en Paraguay. A pesar de las normativas existentes, un reporte de *Nature* (2019) indica que aproximadamente el 30% de los productores en áreas rurales continúan quemando residuos agrícolas sin las prácticas adecuadas de manejo.

Las opiniones de los productores revelan una crítica al modelo de producción actual, marcado por la falta de apoyo gubernamental, la incertidumbre climática y la amenaza de la agricultura empresarial. El rechazo al modelo de monocultivos debido a la contaminación ambiental y el creciente interés por la agroecología como alternativa viable y sostenible reflejan una conciencia creciente sobre la necesidad de un cambio hacia sistemas de producción más justos y respetuosos con el medio ambiente.

El estudio nos presenta un panorama complejo y multifacético de las familias rurales en Santa Rosa de Lima. Se destacan sus fortalezas, como la seguridad en la tenencia de la tierra, la diversificación de cultivos, la autosuficiencia en la obtención de semillas y el compromiso con prácticas de manejo sostenible del suelo. Al mismo tiempo, se evidencian desafíos como la exposición a productos químicos, la necesidad de fortalecer el manejo de plagas y enfermedades, y la persistencia de prácticas de manejo de residuos que impactan negativamente en el ambiente. Las opiniones de los productores reflejan una crítica al modelo de producción actual y una búsqueda de alternativas más justas, sostenibles y resilientes.

## **DISCUSIÓN**

CADEP (2020) menciona que la agricultura familiar es una actividad socioeconómica agropecuaria, que procura su propio abastecimiento alimentario y la posibilidad de generar ingresos con la producción de

alimentos y que están estrechamente ligada a la tierra y en general, al acceso y las condiciones de los recursos naturales. Además, mencionan que factores relacionados con la incidencia de la pobreza y la vulnerabilidad, han desequilibrado el capital social y cultural que caracteriza al sector. Por lo tanto, los mismos autores afirman, que este sector ha venido deteriorándose a lo largo de los años, principalmente por los riesgos existentes en los procesos de producción y comercialización.

Los mismos autores mencionan que para paliar los riesgos, los agricultores de pequeña escala han desarrollado muchas prácticas; como, por ejemplo, diversificar la producción o cultivar de forma escalonada, procurar distintos manejos culturales para hacer frente a los cambios del clima, compartir la cosecha, efectuar trabajos solidarios, realizar trabajos temporales y generar ahorros. Con todas estas prácticas, de igual manera se han venido acentuando los riesgos de la AFC en los últimos tiempos.

Un aspecto importante, muchas veces ignorado al definir la producción de la pequeña agricultura, es que la mayoría de los agricultores otorgan mayor valor a reducir los riesgos que a elevar la producción al máximo. Por lo general, los pequeños agricultores están más interesados en optimizar la producción de los recursos o factores del predio que les son escasos o insuficientes, que en incrementar la productividad total de la tierra o del trabajo. Por otro lado, los agricultores parecen elegir tecnologías de producción sobre la base de decisiones que toman en cuenta la totalidad del sistema agrícola y no un cultivo en particular. El rendimiento por área puede ser un indicador de la producción y su constancia de la producción, pero la productividad también puede ser medida por unidad de labor o trabajo, por unidad de inversión de dinero, en relación con necesidades o en una forma de coeficientes energéticos (Base, 2009).

Paraguay es el país que denota la mayor desigualdad, y Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2020), Paraguay ocupa el puesto 123 de 189 países en el Índice de Desarrollo Humano, con un IDH de 0.728. Este índice refleja las disparidades en salud, educación y nivel de vida. La agricultura familiar campesina (AFC) en Paraguay representa el 91,4% del total de las explotaciones agropecuarias, mientras que en superficie solo le corresponde el 6,3%. Claramente, es el país con mayor desigualdad en cuanto a tenencia de tierra en el Mercosur. En la estimación de los promedios de superficie por cada unidad de explotación, Paraguay aparece de nuevo con el nivel más bajo, apenas 7 hectáreas por cada unidad familiar/predio (1.960.018 unid/264.047unid), Brasil con 24, Argentina 107 y Uruguay 171. En el caso de Paraguay ni siquiera se cumple en el Estatuto Agrario del 2002, que establece 10 hectáreas como la unidad básica de producción para que el agricultor pueda desarrollar sus capacidades productivas (CADEP, 2016).

Base (2018), menciona en su informe que, no cabe duda, de que las semillas son el corazón de los agro negocios y su control es clave para mantener su poder. Además, que son el primer eslabón de la cadena agroalimentaria y, por lo tanto, quién controla las semillas, controlará la disponibilidad de alimentos. Esto es muy claro tanto para las empresas trasnacionales como para las organizaciones campesinas que les oponen resistencia y luchan por la soberanía alimentaria.

La misma fuente menciona, que el mercado de semillas comerciales es uno de los más concentrados y está controlado por un puñado de empresas transnacionales: diez empresas manejan el 77% del mercado de semillas; y de esas, solo tres (Monsanto, Dupont y Syngenta), controlan el 47% del mismo. Estás empresas afirman que alimentan al mundo, pero 99% de la superficie cultivada con transgénicos abarca apenas cuatro tipos de cultivo (soja, maíz, algodón y canola) y aunque hay cultivos de organismos genéticamente modificados (OGM), en 23 países, el 91% de estos está concentrado en apenas cinco de ellos (Estados Unidos, Brasil, Argentina, India y Canadá).

En el proceso de expansión de las semillas transgénicas, Paraguay se ha posicionado como el tercer país latinoamericano, detrás de Brasil y Argentina en la introducción de cultivos OGM, entre los que resalta la producción de soja (Base, 2018). Y según datos de la FAO, Paraguay ocupa el séptimo lugar a nivel internacional en extensión de cultivos biotecnológicos, con 3.380.000 hectáreas de soja transgénica, que se cultiva legalmente desde el año 2004.

En Paraguay existen marcos regulatorios sobre semillas que son las leyes, Ley N° 385/94 De semillas y protección de cultivares y la Ley 2459/04 Que crea el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE), estas leyes establecen varios tipos de registros de semillas, principalmente dos: los cultivares comerciales que en su mayoría son semillas de especies nativas y de uso corriente en la agricultura familiar para la producción local de alimentos y los cultivares protegidos que son aquellos modificados y que presentan características de distinguibilidad, homogeneidad y estabilidad, es decir una semilla modificada que pueda reproducirse exactamente con las mismas características de su modificación (Base, 2018).

La agricultura familiar en Latinoamérica utiliza varias prácticas para controlar las plagas y enfermedades de los cultivos. Algunas de las prácticas más comunes son: limpieza del terreno y eliminación de la maleza, destrucción de residuos de cosechas anteriores, el correcto drenaje del agua de riego, uso de semillas de buena calidad, elección de especies de plantas adaptadas al clima, siembra o plantación en época correcta, riego sin provocar excesos ni déficits, mantenimiento de la fertilidad del suelo, diversificación de la siembra de cultivos adaptados a la zona

geográfica y modificación genética para resistir insectos o enfermedades, no cultivar durante períodos para romper el ciclo de las plagas y enfermedades, ni permitir el desarrollo de plantas hospederas durante dos o tres meses, alternar los cultivos para romper el ciclo de vida de plagas y enfermedades, cultivos intercalados, implementación del control biológico de plagas y enfermedades agrícolas enmarcado en un programa de manejo integrado (FAO, 2014).

Ulrich (1998, citado por CADEP, 2020) ubica el riesgo como aquella situación de peligro e incertidumbre que ha resultado de la sociedad industrial y de sobre producción, entrelazada con la sociedad de la carencia, donde los conflictos sociales ya no aparecen solo por los problemas de reparto de la riqueza, sino también por los riesgos que reparte. También afirma que los riesgos siempre existieron, pero actualmente tienen carácter global y asumen, hoy, una amenaza civilizatoria y pueden ser invisibles y, en ese sentido trasformados, ampliados, minimizados y manipulados políticamente. Además, menciona que, siguen las desigualdades de clase y que la brecha puede ser más grande; también hay una tendencia a cierto efecto de igualación, ya que muchos riesgos afectan a los más ricos y cuestionan los intereses de la ganancia y la propiedad.

La población campesina es altamente vulnerable y susceptible de sufrir un daño por algún evento o fenómeno, por lo que, Villa y Rodríguez (2002, citado por CADEP, 2020) definen a la vulnerabilidad como la incapacidad de resistencia de las personas o los grupos sociales cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después del fenómeno.

Según el informe de Gef (2014), el Convenio de Estocolmo entró en vigor hace más de 10 años, para controlar, en principio, el uso de 12 compuestos químicos tóxicos persistentes. Desde 2004, otras 11 sustancias han sido añadidas a la lista de contaminantes orgánicos persistentes (COP), con lo que la total llega a 23. Estos incluyen el insecticida DDT y las dioxinas, muy usados anteriormente y que son liberados al medio ambiente de manera no intencional por el fuego, especialmente en lugares donde se queman desechos.

La misma fuente menciona, que la eliminación de estos contaminantes, altamente dañinos tanto para la salud humana como el medio ambiente, requiere de mecanismos especializados para evitar que ingresen en la cadena alimentaria. La exposición aguda a pesticidas que son COP, por ejemplo, puede tener efectos perjudiciales, que se traducen en síntomas como temblores, dolores de cabeza, irritaciones de la piel, problemas respiratorios, mareos, náuseas y convulsiones. Estos COP son sustancias químicas bioacumulativas y persistentes que pueden desplazarse a grandes distancias de sus fuentes de origen. Por lo tanto, es crucial

implementar políticas y regulaciones efectivas que protejan a las comunidades y ecosistemas, asegurando un manejo responsable de agroquímicos y promoviendo alternativas sostenibles en la agricultura que mitiguen los riesgos asociados a estos contaminantes.

En conclusión, la agricultura familiar campesina (AFC) en Paraguay enfrenta múltiples desafíos que se entrelazan con problemas de desigualdad y vulnerabilidad en el acceso a recursos naturales. Si bien representa una parte fundamental del sector agropecuario, el limitado acceso a la tierra, junto con la dependencia de tecnologías controladas por grandes empresas, acentúa las desigualdades existentes y puede comprometer la soberanía alimentaria. Los agricultores se ven obligados a adoptar prácticas diversificadas y resilientes para lidiar con los riesgos inherentes a su actividad, lo que pone de manifiesto su capacidad de adaptación ante un contexto adverso. Sin embargo, estas estrategias a menudo no son suficientes para mitigar los efectos nocivos de contaminantes como los COP, que amenazan tanto la salud de los productores como la calidad de sus productos. Es imperativo que se establezcan políticas y marcos regulatorios que no solo controlen el uso de agroquímicos, sino que también promuevan el fortalecimiento de la agricultura familiar, garantizando un acceso equitativo a los recursos y tecnologías. Solo así será posible construir un sistema agroalimentario más justo y sostenible que proteja a las comunidades y a su entorno.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las familias de las compañías vecinas del distrito de Santa Rosa, Misiones, que hicieron posible acceder a los datos que se han presentado como resultado de esta investigación que son: 3 de Mayo, Arroyo Gonzales, Cerro Costa, Fátima II, Gabino Rojas, Protrero Alto, Santa Elena, San Gabriel, San Rafael, San Antonio, San Francisco, San Gabriel, Yata,í Ykuá Sati, Zapatero Kué, Colonia Acevedo y el asentamiento Ka,atygue. A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción por apoyar esta investigación social dedicada a la agricultura familiar de Santa Rosa, Misiones.

## **LITERATURA CITADA**

- Almada, F, A. Barril García. 2006. *Caracterización de la Agricultura Familiar en el Paraguay*. Asunción. IICA. 76p.
- Base Investigaciones sociales. 2009. Agroecología vs. Agricultura Convencional. Recuperado de chrome-extension:// https://www.baseis.org.py.
- Base Investigaciones sociales. 2018. Ley de Semillas. 8p. Recuperado de chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2018/10/2018\_InformeN19-Set.pdf.
- CEIDRA. 2018. *Problemas Fitosanitarios en la Agricultura Campesina e Indígena en Paraguay*. Manual Práctico con enfoque Agroecológico. 88p.

- Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP). 2016. Agricultura Familiar Campesina en el Paraguay. Notas preliminares para su caracterización y propuesta de desarrollo rural. 50 p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.cadep.org.py/uploads/2022/05/Agricultura-Familiar-Campesina-para-web.pdf>
- Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya (CADEP). 2020. Agricultura Familiar Campesina. Riesgos, Pobreza, Vulnerabilidad y Protección Social. 214p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.cadep.org.py>.
- Chayanov, A. 1981. Teoría de la economía campesina. Editorial Siglo XXI. 194p.
- Decidamos. 2021. Algunas Leyes relacionadas a la agricultura Familiar Campesina en Paraguay. 76 p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.decidamos.org.py>.
- Emas, R. s/f. *The concept of sustainable development: Definition and defining principles*. Sustainabledevelopment.un.org. Recuperado el 30 de noviembre de 2023, de chrome-extension: <https://sustainabledevelopment.un.org>.
- Global Environment Facility (GET). 2014. El ataque silencioso de los contaminantes orgánicos persistentes. Recuperado de chrome-extension: <https://www.thegef.org>.
- Global Forest Watch. 2023. Datos sobre la deforestación y monitoreo de áreas forestales. Recuperado de chrome-extension: <https://www.globalforestwatch.org>.
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay. 2021. Informes sobre calidad del aire y regulación ambiental. Recuperado de chrome-extension: <https://www.mades.gov.py>.
- Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay. 2020. Informe de Evaluación de Bosques de Paraguay. Recuperado de chrome-extension: <https://www.mades.gov.py>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2016. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. 214p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.fao.org>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política. 486p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.fao.org>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Análisis de Capacidades Técnicas e Institucionales, Paraguay. 44p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.fao.org>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2021. Reseña de Agricultura Familiar. 5p. Recuperado de chrome-extension: <https://www.fao.org>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Uso y gestión de agroquímicos en la agricultura: un enfoque para la sostenibilidad. Recuperado de chrome-extension: <https://openknowledge.fao.org>.
- Ponce, A.L. 2018. El Estudio de Caso Múltiple. Una estrategia de Investigación en el ámbito de la Administración. *Revista Publicando* 5(15)(2):21-34.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2015. Estimación de la quema de residuos. Recuperado de chrome-extension: <http://dncc.mades.gov.py>.
- Segovia, D. y G. Ortega. 2012. La agroecología, camino hacia el desarrollo sustentable. 113p. Recuperado de chrome-extension: <https://biblioteca.clacso.edu.ar>.

ABV

## PLANTAS EMPLEADAS CON FINES TERAPÉUTICOS UTILIZADAS POR CINCO COMUNIDADES DEL MUNICIPIO GUAICAIPURO, ESTADO MIRANDA

*Julio Blones<sup>1</sup>\*, Allifer Mora<sup>1</sup>, Iselen Trujillo<sup>1</sup>, Simona Alvarez<sup>1</sup> y Comunidades de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego.*

<sup>1</sup>Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT), Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT), Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Apdo. 47925. \*mingyarb@gmail.com

### RESUMEN

En el municipio Guaicaipuro del estado Miranda se encuentran comunidades donde la mayoría de sus familias poseen patios productivos, en los cuales combinan el cultivo de ciertos rubros agrícolas y la cría de animales domésticos con el fin de complementar parte de la salud y economía familiar; entre las plantas cultivadas en estos espacios destacan las que poseen propiedades medicinales. Ante este panorama se consideró pertinente evaluar el estatus etnobotánico medicinal de las especies utilizadas por las comunidades de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego, a través de un diagnóstico epidemiológico local y etnofarmacológico, mediante encuestas “tramil”, aplicada a 28 personas consideradas portadoras de saberes ancestrales. Los hallazgos se sistematizaron utilizando el sistema de tablas etnofarmacológicas, totalizando en total 79 especies etnobotánicas medicinales, en las cuales las partes aéreas (tallos y hojas), todas las preparaciones en decocción, sin combinación con otras especies y la administración vía oral de la terapia, en la medida de una taza, fueron las más citadas. Los problemas de salud más frecuentes fueron los relacionados con afecciones respiratorias, digestivas, renales, musculares y dérmicas. Al final, podemos destacar que en este estudio se comprueba que la medicina tradicional herbaria constituye una alternativa relevante en la atención primaria de los problemas de salud presentes en el municipio. Por otra parte, es necesario destacar que la variedad de especies cultivadas en los patios productivos le confiere una importante biodiversidad a estos agroecosistemas.

**Palabras clave:** plantas medicinales, etnobotánica, municipio Guaicaipuro, estado Miranda.

### Plants used for therapeutic purposes used by five communities of the Guaicaipuro municipality, Miranda State

#### Abstract

In the Guaicaipuro municipality of Miranda State there are communities where most of their families have productive patios, in which they combine the cultivation of certain agricultural crops and the breeding of domestic animals in order to complement part of the health and family economy; among the plants cultivated in these spaces, those with medicinal properties stand out. Given this panorama it was considered pertinent to evaluate the ethnobotanical medicinal status of the species used by the communities of Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas and San Diego, through a local epidemiological and ethnopharmacological diagnosis, by means of “tramil” surveys, applied to 28 people considered to be bearers of ancestral knowledge. The findings were systematized using the ethnopharmacological table system, totaling 79 ethnobotanical medicinal species, in which the aerial parts (stems and leaves), all the decoction preparations, without combination of other species and the oral administration of the therapy in the measure of a cup, were the most cited. The most frequent health problems were those related to respiratory, digestive, renal, muscular and dermal affections. In the end, we can emphasize that this study proves that traditional herbal medicine constitutes a relevant

alternative in the primary care of health problems present in the municipality. On the other hand, it is necessary to emphasize that the variety of cultivated species in the productive patios confers an important biodiversity to these agroecosystems.

**Keywords:** medicinal plants, ethnobotany, Guaicaipuro municipality, Miranda State.

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones etnobotánicas sobre los usos de plantas con propiedades medicinales han tenido especial relevancia en los últimos años, como resultado de la erosión o pérdida del conocimiento tradicional y de la degradación de zonas naturales, especialmente en la región tropical (Ciniago y Siebert, 1998). Las plantas con propiedades medicinales forman parte de la biodiversidad, y a través de la historia ha quedado demostrada la relación que el ser humano establece con ese recurso, por lo cual es necesario estudiar esta vinculación (Monagas y Trujillo, 2024).

En América del Sur, Venezuela se presenta como uno de los países con mayor número de muestras botánicas colectadas (626.700 especies), lo que se traduce en aproximadamente 68 especímenes por cada 100 Km<sup>2</sup>, sin embargo, la información etnobotánica y etnofarmacológica es poca, pudiéndose estimar que cerca de mil especies medicinales corren el riesgo de desaparecer a causa de la pérdida del conocimiento transgeneracional (Vele y col, 1999).

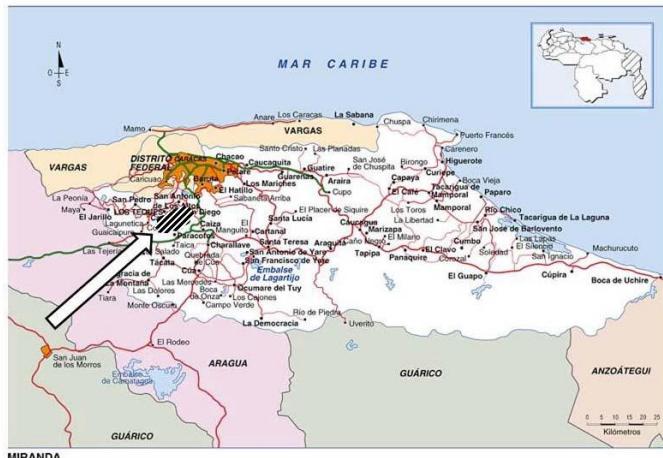
La mayoría de las investigaciones relacionadas con el uso de plantas con propiedades medicinales en nuestro país, han estado básicamente centradas en las especies que son comercializadas en los diversos mercados populares, como lo reseñan los trabajos de Baquero y col. (2009), Giraldo y col. (2009), Fernández y col. (2012); Meléndez y col. (2012) y Sodja (2019). Por otra parte, para la zona de los altos mirandinos, más específicamente en la población de San Pedro de los Altos, Colmenares, en 2007, realizó un estudio etnobotánico exploratorio y descriptivo, muy puntual, de las fitoterapias empleadas por dos “médicos populares” en la atención de afecciones de salud en dicha zona. Por otro lado, Fernández y col. (2012) realizaron trabajos en diferentes comunidades rurales cercanas a Caracas, incluyendo a San Diego de los Altos, indicando que las plantas utilizadas para remedios en diferentes afecciones, en las comunidades estudiadas, eran cultivadas en patios familiares, y extraídas de las áreas de vegetación de zonas cercanas a dichas comunidades.

De acuerdo a lo descrito anteriormente se destaca la importancia y pertinencia en conocer los usos tradicionales de plantas con propiedades medicinales en la región de los altos mirandinos, debido a las pocas referencias descritas al respecto.

En la mayoría de las comunidades rurales y campesinas, donde las condiciones socioeconómicas de sus habitantes son bajas y existen deficiencias en los servicios de atención primaria de salud, sumado a precarias vías de acceso; se destacan en ellas, el uso de plantas como principal recurso terapéutico, para atender diversas afecciones de salud (Bermúdez y Velázquez, 2002). De igual forma en la región montañosa de los altos mirandinos, también las poblaciones rurales de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego, cultivan y utilizan plantas con propiedades medicinales, con la finalidad de atender diversas enfermedades; brindándole a su vez, a estas comunidades una destacada cultural medicinal tradicional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** Las poblaciones de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego de Los Altos, se encuentran ubicadas en el municipio Guaicaipuro del estado Miranda (Figura 1), en la región centro norte costera con altitudes que van desde 840 a 1.095 m s. n. m., y un clima con unas temperaturas que van desde los 20°C a 31°C. Presenta una vegetación natural de bosques semideciduos y siempreverdes (Echandía, 2009).



**Figura 1.** Mapa del estado Miranda con la ubicación relativa (zona rayas diagonales) de las poblaciones de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego de Los Altos.

Siguiendo la metodología propuesta por Bermúdez y Velásquez (2002), se realizó el diagnóstico etnobotánico medicinal utilizando la encuesta estructurada TRAMIL (Tradicional Medicine in Island) (Germosén-Robineau, 1995) y entrevistas a profundidad, donde 28 personas consideradas informantes clave constituidos por hombres y mujeres de

diversas edades, y pertenecientes a las comunidades en cuestión, indicaron los nombres comunes y usos que le confieren a las plantas cultivadas; a la par de recorridos por los patios productivos para ubicar, identificar y colectar los especímenes etnobotánicos (Figura 2).

- Ligia Cartaya.
- Anacena González.
- Pablo Ascanio.
- Isabel Díaz.
- Ligia Velázquez.
- Carmen Revete.
- Luis Plaza.
- Sonia Abreu.
- Cirilo Abreu.
- Yolanda Camacho.
- Tereza Alfonzo.
- Ricardo del Carmen.
- Ligia Barraza.
- Eduardo González.

- Nelly Mendoza.
- Juana Rangel.
- Francisco Ascanio.
- Néstor Díaz.
- Ana Álvarez.
- Aleida Álvarez.
- Alina González.
- Angelina Castillo.
- Carmen Edita.
- Darío Peña.
- Eleodoro Gallardo.
- Expedita de Ojeda.
- Isidro Canejo.
- Juan Álvarez.

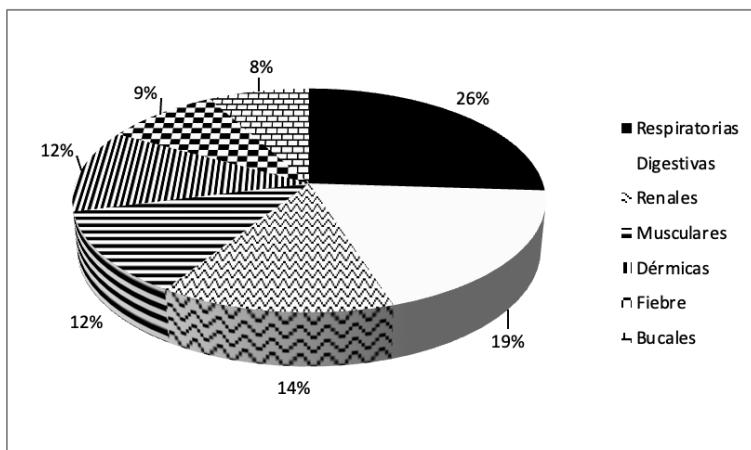


**Figura 2.** Lista de informantes clave pertenecientes a las comunidades de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego de Los Altos y algunos de sus retratos.

Las plantas con propiedades medicinales reportadas por los informantes claves de las comunidades fueron fotografiadas y prensadas, para luego transportarlas al laboratorio de Etnoecología Agroecológica perteneciente al Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT) adscrito al Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT) perteneciente a la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), donde se colocaron en estufa para ser secadas. Este procedimiento se llevó a cabo, con el fin de identificarlas taxonómicamente utilizando la bibliografía recomendada (Steyermark y Huber, 1978; Velásquez, 1997; CONAPLAMED 2000 a, b; Duno de Stefano y col., 2007). Además, se compararon y certificaron con ejemplares preservados en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN), ubicado en el Jardín Botánico de Caracas. Posteriormente, se realizó la sistematización de los hallazgos etnobotánicos medicinales, por medio de la conformación de una tabla etnofarmacológica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los relatos aportados por los informantes clave y los datos epidemiológicos arrojados por las encuestas “TRAMIL” indican 55 usos tradicionales fitoterapéuticos o problemas de atención de salud, percibidos como importantes. Las afecciones de salud de tipo respiratorias (26%), digestivas (19%), renales (14%), musculares y dérmicas (12%) fueron las más comunes registradas en las cinco comunidades estudiadas (Figura 3).



**Figura 3.** Afecciones de salud, tratadas con plantas medicinales, por las poblaciones de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego, estado Miranda  
(Expresadas en porcentajes).

A través de las encuestas “TRAMIL” se diseñó una tabla etnofarmacológica (Tabla 1) en la cual se exhiben las plantas con propiedades medicinales. Donde se destacan sus nombres comunes y científicos, sus usos tradicionales, las partes de las plantas usadas, sus formas de preparación, administración y medidas de las fitoterapias consideradas, así como la comunidad en la cual fueron colectadas.

Se presenta un total de 79 especies y 39 familias botánicas con propiedades medicinales o terapéuticas, de las cuales se identificaron taxonómicamente 69 especímenes (Tabla 1). Las familias vegetales más abundantes fueron: Asteraceae (con seis especies), Lamiaceae (con cinco especies) y por último Euphorbiaceae y Fabaceae (con cuatro especies). Esta riqueza de plantas confirma la importancia en el uso de este recurso fitoterapéutico local en la atención primaria de salud por sus pobladores.

**Tabla 1.** Información etnofarmacológica de las plantas medicinales utilizadas en las poblaciones de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego, estado Miranda.

NOMBRE LOCAL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	AFECCIÓN QUE TRATA	PARTES USADAS	PREPARACIÓN Y ADMINISTRACIÓN	MEDIDA DE LA TERAPIA	COMUNIDAD
Sangría	<i>Justicia secunda</i> Vahl	ACANTHACEAE	Depurativo	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Curia	<i>Justicia pectoralis</i> Jacq.	ACANTHACEAE	Asma	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Cocuiza	<i>Agave</i> sp.	AGAVACEAE	Inflamación de la próstata Tratar quemaduras, la gastritis , gripe y tos	Raíces	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas
Zabila	<i>Aloe vera</i> L. Burm. f**	ALOACEAE 1	Cróstales de la hoja	Líquido, aplicación y vía oral	Una taza, una cucharada	Cocorote, San Diego	
Ajo	<i>Allium sativum</i> L.	AMARYLLIDACEAE	Parásitos intestinales	Bulbo	Macachado y cocido, vía oral	Una cucharada	Cocorote
Mango	<i>Mangifera indica</i> L. **	ANARCADIACEAE	Desinflamación de contusiones, llagas bucales	Hojas	Decocción, aplicación, gárgaras	Una taza	San Diego, Cocorote
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	ANNONACEAE	Bajar la tensión arterial	Hojas	Decocción, vía oral	Un vaso	Las culebrillas
Anís	<i>Pimpinella anisum</i> L.	APIACEAE	Dolores estomacales	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Culantro	<i>Eryngium foetidum</i> L.	APIACEAE	Dolores corporales, gastritis, gases estomacales	Raíces y toda	Decocción, maceración, vía oral	Una taza	Cocorote
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i> L.	APIACEAE	Gases estomacales	Hojas	Decocción, vía oral	Un vaso	Las culebrillas
Raíz de mato	<i>Aristolochia barbata</i> Jacq.	ARISTOLOCHIACEAE	Dolores estomacales / Dolor de muelas	Hojas	Decocción, vía oral, mastización	Una taza	Gavilán
Palotal	<i>Vernonia scabra</i> Pers.	ASTERACEAE	Fiebre	Hojas y tallos	Decocción, vía oral	Un vaso	Gavilán
Árnica	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray ***	ASTERACEAE	Desinflamación de contusiones, dolores musculares y óseos	Hojas y flores	Decocción, aplicación y en compresas, maceración y aplicación	Taza pequeña	Las culebrillas, Gavilán, Cocorote
Puinke	<i>Bidens pilosa</i> L.	ASTERACEAE	Cicatrizante en llagas y heridas	Hojas	Decocción, infusión e aplicación	Una cucharada	Cocorote
Clavellino	<i>Taraxacum</i> sp.	ASTERACEAE	Dolor e inflamación a causa de caries	Toda	Decocción, bueches	Una taza	Cocorote
Artemisa	<i>Ambrosia peruviana</i> Willd.	ASTERACEAE	Inflamaciones corporales y urticaria y dormecimiento corporal	Hojas y tallos	Decocción, baño	Una olla grande	Cocorote
Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i> L.	ASTERACEAE	Analgésico (Dolor de muelas), picaduras de insectos, fiebre y dolor de estomago	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Onoto	<i>Bixa orellana</i> L. **	BIXACEAE	Hepatitis	Raíces	Decocción, vía oral	Una taza	San Diego, Cocorote
Borrajón	<i>Borago officinalis</i> L. **	BORAGINACEAE	Gripe	Raíces y flores	Decocción, vía oral y baños	Una taza	Gavilán, Cocorote
Mastuerzo	<i>Lepidium virginicum</i> L. **	BRASSICACEAE	Parásitos intestinales, Dislocación o torcedura en extremidades (descompuestura)	Hojas y tallos	Decocción, vía oral, Natural, macachado, aplicación	Taza pequeña	Gavilán, Cocorote
Berro	<i>Nasturtium officinale</i> W.T. Aiton	BRASSICACEAE	Gripe, tos	Hojas	Maceración, vía oral	Una cucharada	San Diego
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i> C. Presl ex DC. **	CAPRIFOLIACEAE 1	Gripe, tos, dolor de muelas y garganta	Hojas y flores	Decocción, vía oral, gárgaras y bueches	Taza pequeña	Las culebrillas, Coconorte, Gavilán, San Diego
Caña la india	<i>Costus</i> sp. **	COSTACEAE	Depurativo, problemas renales	Tallos hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán, San Diego
Auyama	<i>Curcurbita moschata</i> Duchesne **	CURCUBITACEAE	Tos y fiebre, problemas próstata	Fruto, semillas	Decocción, vía oral, tostado, vía oral	Una taza, una cucharada	Cocorote, San Diego
Cola de caballo	<i>Equisetum</i> sp. **	EQUISETACEAE	Problemas renales	Tallos	Decocción, vía oral	Una taza pequeña	Las culebrillas, San Diego
Boquera	<i>Euphorbia hirta</i> L.	EUPHORBIACEAE	Herpes o llagas bucales (llagas en la boca o boquera)	Látex del tallo	Natural, aplicación	Una cucharadita	Cocorote
Palito	<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	EUPHORBIACEAE	Herpes o llagas (cadillos)	Látex del tallo	Natural, aplicación	Una cucharadita	Guareguare
Tua Tua	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	EUPHORBIACEAE	Bajar la tensión arterial y caspa/dolor renal, amigdalitis	Hojas	Decocción, vía oral, gárgaras.	Una taza	Guareguare
Flor escondida	<i>Phylanthus niruri</i> L.	EUPHORBIACEAE 1	Cálculos renales	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas
Bejuco de cedro	<i>Bauhinia cimamenensis</i> Kunth	FABACEAE	Depurativo	Bejuco	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Urapo o casco de vaca	<i>Bauhinia</i> sp.	FABACEAE	Diabetes	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Rosa de montaña	<i>Brownnea macrophylla</i> Linden ex Mast.	FABACEAE	Anticoagulante	Flor	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán

**Blones y col.: Plantas con fines terapéuticos, Guaicaipuro, Miranda**

Quinchoncho	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	FABACEAE	Dolor de cabeza	Hojas	Decocción, aplicación	Olla pequeña	Las culebrillas
Polo	<i>Satureja nubigena</i> (Kunth) Brñ.	LAMIACEAE	Gripe	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Orégano orejón	<i>Coleus</i> sp. **	LAMIACEAE	Renales (riñones), dolor en la garganta	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas, San Diego
Menta	<i>Mentha</i> sp. **	LAMIACEAE	Dolores estomacales Urticaria, limpieza de ojos e inflamaciones y urticaria, dolor de cabeza	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote, San Diego
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. **	LAMIACEAE		Hojas y tallos	Decocción, vía oral, aplicación y baños	Una taza	Cocorote, San Diego.
Salvia	<i>Salvia officinalis</i> L.	LAMIACEAE	asma, resfriado o síntomas de la gripe	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	LAURACEAE	Diabetes	Semilla	Decocción, vía oral	Una taza	San Diego
Canela	<i>Cinnamomum</i> sp.	LAURACEAE	Calmar la tos, dolores musculares y óseos.	Corteza	Decocción, vía oral, maceración y aplicación	Una taza pequeña	Las culebrillas
Malva	<i>Malva</i> sp.	MALVACEAE	Desinflamación de contusiones (golpes o porrazos antiinflamatorio) diarrea	Hojas y flores	Decocción, vía oral y aplicación	Una taza pequeña	Cocorote
Cayena	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. **	MALVACEAE	Bajar la tensión arterial, calidez del caballo	Hojas, flores	Decocción, natural, aplicación, vía oral	Una taza pequeña, una olla mediana	Cocorote, Las culebrillas, Guareguare, Gavilán
Cadillo de perro	<i>Urera lobata</i> L. **	MALVACEAE	Dolores renales Mejorar la circulación sanguínea, tratar golpes, problemas del colon, anemia	Raíces, hojas	Decocción, vía oral	Un vaso	San Diego
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE		Corteza	Maceración, vía oral, aplicación	Un vaso	Guareguare
Guayaba raijana	<i>Psidium</i> sp.	MYRTACEAE	Diarrea estomago	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	MYRTACEAE	Asma / sinusitis	Hojas	Decocción, inhalación	Una olla pequeña	Guareguare
Beirun	<i>Pimenta racemosa</i> (Mill.) J. W. Moore.	MYRTACEAE	Dolores musculares y óscos.	Hojas y tallos	Maceración y aplicación	Una taza pequeña	Las culebrillas
Olivo	<i>Olea</i> sp.	OLEACEAE	Problemas renales	Fruto	Aceite	Una taza pequeña	Guareguare
Clavo de dozo	<i>Jussiaea octovalvis</i> (Jacq.) Sw.	ONAGRACEAE	Dolores renales	Hojas y tallos	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Parcha sidra o granadina	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	PASSIFLORACEAE	Diabetes, hipertensión, colesterol	Hojas	Decocción, vía oral	Un vaso	Las culebrillas
Guaratará	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	POACEAE	Contra la caída del caballo	Hojas	Decocción, lavado	Una olla pequeña	Gavilán
Yerba luisa, malojillo	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf ***	POACEAE	Dolores estomacales, relajante nervioso, fiebre	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas, Guareguare, San Diego, Cocorote.
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	POTULACACEAE	Fiebre	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza pequeña	Cocorote
Pasote	<i>Chenopodium amaranthoides</i> L.	QUENOPODIACEAE <sup>1</sup>	Parásitos intestinales	Hojas y tallos	Decocción, vía oral	Taza pequeña	Gavilán
Neuragina	<i>Borreria</i> sp. **	RUBIACEAE	Dolor de cabeza	Hojas	Decocción, aplicación	Olla pequeña	Las culebrillas, Gavilán
Limón	<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck **	RUTACEAE	Fiebre, cicatrizante, diarrea, golpes	Fruto	Decocción y zumo, vía oral y aplicación	Una taza	Cocorote, San Diego
Azahar	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	RUTACEAE	Gases estomacales	Flor	Decocción, vía oral	Una taza pequeña	Las culebrillas
Fregosa	<i>Capraria biflora</i> L. **	SCROPHULARIACEAE	Gases estomacales, parásitos intestinales	Flor, hojas	Infusión, vía oral.	Una taza	Las culebrillas, Gavilán
Espadilla	<i>Scoparia dulcis</i> L. **	SCROPHULARIACEAE	Gripe.	Tallos y hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas, Gavilán
Hierba mora	<i>Solanum americanum</i> Mill. **	SOLANACEAE	Eruption o salpulido corporal y afecciones cutáneas por hongos (Culebrilla), depurativo, quemaduras por el sol, hongos en pies, vitíligo Bebida refrescante (irritación) y para los riñones (depurativo)	Hojas	Decocción y machacado, aplicación y baños	Una cucharada	Cocorote, San Diego
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	STERCULIACEAE <sup>1</sup>		Corteza	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Bretonica	<i>Melochia parvifolia</i> Kunth	STERCULIACEAE <sup>1</sup>	Fiebre.	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las culebrillas
Te negro	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	THEACEAE	Vómitos y malestar del estomago	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Valeriana	<i>Valeriana officinalis</i> L.	VALERIANACEAE	Sedante	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza pequeña	Cocorote
Caraquito morado	<i>Lantana trifolia</i> L.	VERBENACEAE	Depurativo	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Orégano neumónico	<i>Lippia organoides</i> Kunth	VERBENACEAE	Tratamiento para la tos (tosal)	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote
Toronil	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.	VERBENACEAE	Diarrea, vómitos v	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Las

Picatón	<i>Urena</i> sp.	URTICACEAE	Parar menstruación	Raíces	Decocción, vía oral	Una taza pequeña	Cocorote
Atroveran	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Dolores estomacales	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Coralito	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Dérmitico (hongos en los pies)	Hojas	Machacado y aplicación	Varias hojas	Las culebrillas
Chiquichiqui	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Dolor de cabeza, ardor en la piel (tabardillo)	Tallo	Machacado y aplicación, decocción, vía oral.	Una taza	Las culebrillas
Estrancader a	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Problemas renales	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Flamenco	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Dolores en articulaciones (dolor de pies)	Raíces	Tintura, aplicación	Una taza pequeña	Cocorote
Majagua	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Rubeca, salmullidos en piel.	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	San Diego
Meona	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Problemas renales	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Gavilán
Raiz de sapo	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Tumores	Tallo	Aplicación en la zona afectada	Una rama	Gavilán
Rema	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Dolores de cabeza	Hojas	Decocción, aplicación	Una olla pequeña	Gavilán
Sereno	NO IDENTIFICADA	NO IDENTIFICADA	Gripe, fiebre o resfriado (Sereno)	Hojas	Decocción, vía oral	Una taza	Cocorote

<sup>1</sup>Algunos nombres han pasado hacer sinónimos, sin embargo, pueden aun encontrarse de esta manera en la literatura. (\*) Especies más cosmopolitas o empleadas con alta incidencia en las comunidades.

Se enfatiza la existencia de 21 especies etnobotánicas consideradas cosmopolitas o las utilizadas con mayor frecuencia en las cinco comunidades, a saber: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf “Malojilo”, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray “Arnica”, *Aloe vera* (L.) Burm. f. “Zabila”, *Mangifera indica* L. “Mango”, *Bixa orellana* L. “Onoto”, *Borago officinalis* L. “Borrajon”, *Lepidium virginicum* L. “Mastuerzo”, *Sambucus mexicana* C. Presl ex DC. “Sauco”, *Costus* sp. “Caña la india”, *Curcubita moschata* Duchesne “Auyama”, *Equisetum* sp. “Cola de caballo”, *Coleus* sp. “Oregano orejón”, *Mentha* sp. “Menta”, *Rosmarinus officinalis* L. “Romero”, *Hibiscus rosa-sinensis* L. “Cayena”, *Borreria* sp. “Neuragina”, *Citrus x limon* (L.) Osbeck “Limón”, *Capraria biflora* L. “Fregosa”, *Scoparia dulcis* L. “Espadilla”, *Solanum americanum* Mill. “Yerba mora” y *Urena lobata* L. “Cadillo de perro” (Tabla 1).

Finalmente, se destaca que los métodos más comunes de preparación de las fitoterapias para la atención de afecciones de salud en las cinco poblaciones estudiadas incluían la decocción en agua, el zumo o jugo de las plantas, las maceraciones y las tinturas, destacándose la preparación por decocción, como la más predominante junto con la administración por vía oral. Paralelamente, es importante señalar que el empleo en las partes aéreas de las plantas más utilizadas en estas preparaciones, incluye a las hojas y tallos (Figura 4).



**Figura 4.** Algunas formas de preparación reportadas por los informantes. (a) Decocción en agua (cacerola); (b) Maceración (botella) respectivamente.

También se pudo observar que la mayoría de las plantas con propiedades medicinales para las cinco poblaciones estudiadas, se encuentran sembradas en materos o en los terrenos alrededor de las viviendas. En algunos casos particulares, las mismas están cercadas o protegidas del ingreso de animales domésticos; con lo cual se demuestra que estos rubros representan un recurso muy valorado por sus dueños, sumado a que la cercanía física, le confiere un destacado beneficio a la hora de hacer uso del mismo ante cualquier eventualidad de salud (Figura 5).



**Figura 5.** Algunas formas de cultivo: (a) Alrededor de las viviendas; (b) Materos individuales.

Se evidencia que la medicina tradicional herbaria constituye una alternativa relevante en la atención primaria de los problemas de salud más frecuentes reportados por las cinco comunidades pertenecientes al municipio Guaicaipuro, Estado Miranda. La variedad de especies etnobotánicas con propiedades medicinales colectadas en los patios productivos de las comunidades estudiadas confieren una importante biodiversidad agrícola en estos agroecosistemas familiares. Este estudio forma parte de una investigación que aspira a ser de mayor alcance en este estado y a nivel nacional. La información etnobotánica exhibida, constituye uno de los pocos registros de plantas medicinales que se utilizan en comunidades rurales del estado, y puede servir de base para la selección de especies botánicas que puedan ser sometidas a estudios fitoquímicos y farmacológicos en el futuro.

## AGRADECIMIENTOS

A todos habitantes de las comunidades de Cocorote, Gavilán, Guareguare, Las Culebrillas y San Diego de los altos pertenecientes al municipio Guaicaipuro del estado Miranda. De manera muy especial a los portadores del conocimiento ancestral en el uso de las plantas medicinales, que muy amablemente compartieron sus saberes y experiencias en las personas de: Ligia Cartaya, Anacena González, Pablo Ascanio, Isabel Díaz,

Ligia Velázquez, Carmen Revete, Luis Plaza, Sonia Abreu, Cirilo Abreu, Yolanda Camacho, Tereza Alfonzo, Ricarda del Carmen, Ligia Barraza, Eduardo González, Nelly Mendoza, Juana Rangel, Francisco Ascanio, Néstor Díaz, Ana Álvarez, Aleida Álvarez, Alina González, Angelina Castillo, Carmen Edita, Daria Peña, Eleodoro Gallardo, Expedita de Ojeda, Isidro Camejo y Juan Álvarez. También extensivo y destacado agradecimiento a Simona Álvarez, quien fue nuestro primer contacto con las comunidades y pilar importante en la colecta de especímenes, imágenes y relatos.

## LITERATURA CITADA

- Baquero, E., D. Giraldo, C. Molina y A. Bermúdez. 2009. Situación actual del comercio de plantas medicinales en Venezuela: potencialidades y amenazas. *Bol Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromat.* 8(1):24-32.
- Bermúdez, A., y D. Velásquez. 2002. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: Un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Rev. Fac. Farm.* 44:2-6.
- Ciniago, I. y S. Siebert. 1998. Medical plants ecology, knowledge and conservation in Kalimantan, Indonesian. *Econ. Bot.* 52(3) 229-250.
- Colmenares, J. 2007. La medicina tradicional en San Pedro de Los Altos. Trabajo Final de Grado, Escuela de Antropología, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 250 pp. <https://docs.bvsalud.org>.
- Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales (CONAPLAMED). 2000a. Cuaderno de fitoterapia clínica I: afecciones respiratorias y digestivas. Coordinación y Edición: Delens M., Mérida, Venezuela. 172 pp.
- Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales (CONAPLAMED). 2000b. Lecciones de botánica (I). Publicaciones de la Comisión Nacional para el aprovechamiento de Plantas Medicinales. Mérida, Venezuela. 48 pp.
- Duno de Stefano, R., G. Aymard y O. Huber. 2007. Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela. FUDENA-Fundación Empresas Polar-FIBV, Caracas.738 pp.
- Echandía, E. 2009. Estado Miranda. En: *GeoVenezuela*. Tomo 6: Geografía de la división político-territorial del país, Fundación Empresas Polar. Cap. 50:562-658.
- Fernández, M.D., M. Ascanio, I. Botero, L. Cadenas A. Matos y C. Sumoza. 2012. Etnobotánica: Una aproximación al conocimiento tradicional de las plantas medicinales. *Memorias del Instituto de Biología Experimental* 6:209-212.
- Germosén-Robineau, L. 1995. *Hacia una farmacopea vegetal caribeña*. TRAMIL 7, Enda-Caribe, UAG, Universidad de Antioquia. Santo Domingo, República Dominicana. 696 pp.
- Giraldo, C., E. Baquero, A. Bermúdez y M. Oliveira. 2009. Caracterización del comercio de plantas medicinales en los mercados de Caracas, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 32(2):267-301.
- Meléndez, M., S. Alvarado y L. Castro de Rojas. 2012. Identificación y conocimiento de las plantas medicinales expedidas e los mercados principal y libre de Maracay, estado Aragua, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* (UCV) 38(2):64-70.
- Monagas, O. e I. Trujillo. 2024. Medicinal plants, biodiversity and local communities. A study of a peasant community in Venezuela. *Front. Sustain. Food Syst., Sec. Agroecology and Ecosystem Services.* Vol 8 <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1343597>.
- Sodja, I. 2019. Puestos de ventas de plantas medicinales en la ciudad de Mérida.

- Espacios de historia, cotidianidad, convergencia y reclamo cultural. *Boletín antropológico* 37(98):565-584.
- Steyermark J. y O. Huber 1978. *Flora del Ávila*. Publicaciones de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Caracas. 821pp.
- Velásquez, D. 1997. Clave para los géneros de Lamiaceae en Venezuela. *Acta Bot. Ven.* 20(1):1-42.
- Vele G., B. Milano, A. Fernández, B. Williams y F. Michelangeli. 1999. Plantas medicinales recopiladas de la etnobotánica nacional y el uso herbal por la población venezolana. *Memorias del Instituto de Biología Experimental* 2:169-172.

# ABV

## FRUTAS SUBUTILIZADAS EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO: UNA ESTRATEGIA DE RESILIENCIA PARA VENEZUELA

*Marisela Bravo, Éder Peña, Maribel Ramos y Francisco F. Herrera\**

Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Centro de Ecología, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela. \*ffherrera@gmail.com

### RESUMEN

El cambio climático nos presenta escenarios retadores para la búsqueda de alternativas con miras a garantizar la alimentación y la sobrevivencia que, en primera instancia, es lo que está en juego. Las consecuencias más determinantes del cambio climático sobre los agroecosistemas y sistemas naturales son el estrés por calor y el déficit hídrico, variables que afectan las rutas metabólicas durante etapas críticas para las especies como la germinación, floración, la fotosíntesis y, finalmente, la productividad, donde la mermra en la producción de alimentos nos hace vulnerables. El objetivo de este trabajo es destacar la importancia del consumo de las frutas subutilizadas en la dieta cotidiana y destacar su utilidad en programas de resiliencia agroalimentaria; además, se convoca a desarrollar novedes líneas de investigación para apuntular esta iniciativa. La integración de las frutas subutilizadas en sistemas agrícolas sostenibles permite producir alimento en tierras marginadas, diversificar la oferta de cultivos, disminuir la vulnerabilidad propia de dietas menos diversas y aumentar la agrobiodiversidad. El reservorio de las frutas subutilizadas está en manos de comunidades campesinas e indígenas, en pequeñas zonas de cultivo como conucos, traspatios y jardines, así como también los conocimientos y saberes asociados a cada especie. Las frutas subutilizadas permanecen prácticamente sin manejo agronómico y en condiciones de suelos pobres, sin riego y aun así son productivas, y contribuyen a mejoras en la economía familiar y local. En este sentido, este grupo de frutas es clave para la generación de espacios agroproductivos resilientes al cambio climático, aspecto que se ha constatado en otras regiones del trópico. Sin embargo, la transformación continua de las condiciones ecológicas que permitieron la adaptación y la domesticación de estas plantas, en los últimos miles de años, emerge como uno de los retos para la investigación local y comprometida.

**Palabras clave:** cambio climático, resiliencia, frutas subutilizadas, soberanía alimentaria.

### **Underutilized fruits in the frame of climate change: a resilience strategy for Venezuela**

### ABSTRACT

Climate change presents us with challenging scenarios for the search for alternatives to guarantee food and survival, which, in the first instance, is what is at stake. The most determining consequences of climate change on agroecosystems and natural systems are heat stress and water deficit, variables that affect plant metabolic pathways during critical stages such as germination, flowering, photosynthesis, and, ultimately, productivity, where the decline in food production makes us vulnerable. The objective of this work is to highlight the importance of consuming underutilized fruits in our daily diets and emphasize their usefulness in agri-food resilience programs. It also calls for the development of novel lines of research to support this initiative. The integration of underutilized fruits into sustainable agricultural systems allows for food production on marginalized lands, diversifies the crop supply, reduces the vulnerability inherent in less diverse diets, and increases agrobiodiversity. The reservoir of underutilized fruits resides in the hands of peasant and indigenous communities, in small cultivated areas such as conucos, backyards, and gardens, as well as the knowledge and wisdom associated with each species. Underutilized fruits remain virtually unmanaged and in poor soil conditions, without irrigation, yet they are productive and contribute to improvements in family and local economies. In this sense, this group of fruits is key to the generation of agricultural production spaces resilient to climate change, an aspect that has been confirmed in other tropical regions. However, the ongoing transformation of the ecological conditions that allowed the adaptation and domestication of these plants over the past several thousand years emerges as one of the challenges for local and committed research.

**Keywords:** Climate change, resilience, underutilized fruits, food sovereignty.

## INTRODUCCIÓN

Las frutas subutilizadas podrían desempeñar un papel crucial en la dieta mundial y la seguridad alimentaria como respuesta, principalmente, al aumento de la inestabilidad alimentaria, las manifestaciones de la crisis climática, la demanda de productos comercializados por el Norte global y las limitaciones en los procesos de distribución local y regional de los alimentos (Knez *y col.*, 2024; Talucder *y col.*, 2024). Este interés por las frutas subutilizadas se desprende de la amplia evidencia a favor de que su consumo contribuye con la ingesta de carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales para la alimentación y la salud, y reduce el riesgo de una dependencia excesiva de un número limitado de cultivos industrializados, y de su compleja cadena de distribución (Paduloso *y col.*, 2013; Hunter *y col.*, 2019; Murthy y Bapat, 2020). Además, el cultivo de frutales contribuye con la estabilidad de los agroecosistemas, especialmente en las zonas rurales, y su producción puede incorporarse en los procesos de economía circular desde la escala familiar hasta la comunitaria (Chao, 2024).

En la actualidad, y como consecuencia del incremento de la población en las urbes y el progresivo cambio de dieta que ha sufrido un alto porcentaje de la población a lo largo del siglo XX, el consumo de especies subutilizadas es muy limitado. La combinación de la vulnerabilidad agroalimentaria con las manifestaciones iniciales del cambio climático ha despertado un enorme interés por el rescate de la agrobiodiversidad que, en el pasado, ha dado sustento a los pueblos del mundo. En la actualidad, la población mundial obtiene el 95% de su energía alimentaria de 30 especies de cultivos, mientras que 7000 especies están subutilizadas, descuidadas y poco estimadas (Knez *y col.*, 2024; Talucder *y col.*, 2024). Más aún, en África y Asia se considera que frutas y verduras autóctonas, altamente nutritivas, están amenazadas de extinción (Karmakar y Roy, 2024).

En países como la India, megadiversos, con elevada población y con manifestaciones de inseguridad alimentaria local, el rescate, estudio y promoción de cultivos de frutales subutilizados es política pública desde hace varias décadas (Meena *y col.*, 2022). Estas especies son más resilientes a las condiciones ecológicas cambiantes como consecuencia de la crisis climática que los cultivos comerciales; los cultivos comerciales se sustentan en variedades o híbridos que tienen menor variabilidad genética, lo que podría mermar su capacidad de adaptarse a nuevos escenarios climáticos y ecológicos. Otros países del sur de Asia han iniciado estudios para evaluar los ambientes más adecuados para el futuro establecimiento de cultivos de frutales, con especial énfasis en los subutilizados (Ratnayake *y col.*, 2020).

Un elemento clave, a tomar en cuenta con estos cultivos, es su íntima relación con las poblaciones humanas, aspecto que tiene incidencia en la reproducción, el establecimiento de plántulas, la supervivencia y la

propagación. Sin embargo, las alteraciones de las condiciones climáticas, modificación de las dinámicas de los organismos polinizadores o cambios en los procesos que determinan la fertilidad de los suelos podrían afectar la distribución, supervivencia y producción de estas especies. Estos fenómenos (y otros) conforman las primeras manifestaciones de la crisis ambiental global, que caracteriza a este tiempo histórico (Steffen y col., 2011; IPCC, 2018; Herrera, 2022).

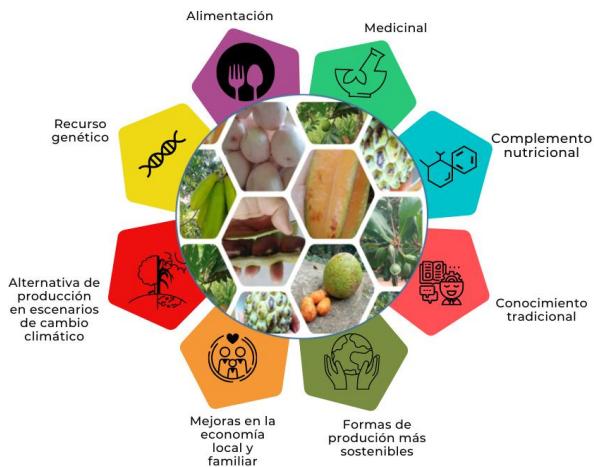
El cambio climático (o crisis climática), como fenómeno, se refiere a las anomalías en el estado del clima y sus propiedades durante períodos de tiempo que van desde décadas hasta muchos años (IPCC, 2018). Desde las primeras alertas, en las últimas décadas del siglo XX, hasta la actualidad, sus manifestaciones se han hecho más drásticas, y se han determinado muchas interconexiones con otros procesos como extinción de especies, acidificación de los océanos, desbalances de los ciclos del nitrógeno y del fósforo, disminución de las fuentes de agua dulce, entre otros. Estas interacciones incrementan la complejidad de lo que otrora se entendía como cambio climático, por lo que en ocasiones se menciona como la crisis ambiental planetaria.

Al estar ubicada en la franja tropical, Venezuela está en una de las regiones donde, según las proyecciones, se esperan fuertes impactos de la crisis climática. Aunque estas proyecciones se elaboran para escalas globales y regionales, en la actualidad algunos grupos de trabajo han avanzado en los pronósticos esperados para nuestro país. Según la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela, elaborada por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales con el apoyo de PNUD (República Bolivariana de Venezuela, 2005) durante el siglo XX, la variabilidad climática natural en el país cambió tanto en los valores promedios, como en su varianza, para la temperatura y la precipitación. En este informe se expuso que, entre los años 1940 y 2002, las temperaturas máximas disminuyeron en  $0,18^{\circ}\text{C}/10$  años y las temperaturas mínimas aumentaron en  $0,37^{\circ}\text{C}/10$  años. En el caso de las precipitaciones, este informe señala que, en general, las lluvias disminuyeron en ese período; pero estas tendencias se han agudizado (Méndez y col., 2017).

Las implicaciones de la crisis climática que, en Venezuela y buena parte del globo, más preocupaciones han generado se centran en la producción de alimentos. Esto se debe a que los regímenes de precipitación y las oscilaciones de temperatura determinan la productividad de los ecosistemas agrícolas y naturales. Este nuevo escenario implica que la producción de alimentos está sometida a mayores presiones ambientales, dado que las condiciones ecológicas que favorecieron la domesticación de las plantas de cultivo comienzan a modificarse rápidamente. Este fenómeno hace urgente la búsqueda de alternativas alimentarias que puedan ser productivas y tolerar estas condiciones de estrés ambiental. En este sentido, son muchos los estudios

que destacan, a nivel mundial, los beneficios de las frutas subutilizadas; en particular, se ha puesto en evidencia la importancia de su consumo por su valor nutricional, medicinal y cultural; además, dada su variabilidad genética, su resistencia a condiciones climáticas y edáficas adversas resultan más atractivas, en comparación con los cultivos convencionales, para sustentar programas de resistencia y resiliencia agroalimentaria (Akhil *y col.*, 2014; Peduruhewa *y col.*, 2021; Chacha *y col.*, 2022; Das *y col.*, 2022; Bravo y Herrera, 2023; Ritika *y col.*, 2024).

El consumo de alimentos locales silvestres, autóctonos o naturalizados, permite tener dietas más saludables y también más sostenibles, siendo los conceptos de resiliencia y sostenibilidad términos que van de la mano (Calvente, 2007). Las frutas subutilizadas representan, pues, una enorme posibilidad agroalimentaria frente a escenarios de cambio climático (Figura 1). Este trabajo se centra en un análisis reflexivo sobre el conocimiento acerca de las frutas subutilizadas en Venezuela, con miras a incorporarlas dentro de una estrategia de resiliencia agroalimentaria en el contexto de crisis climática global. El análisis, además, se dirige hacia la identificación de líneas de investigación en este tema, que permitan profundizar y avanzar en el conocimiento de las frutas subutilizadas en la región. En los siguientes apartados se describen algunos escenarios climáticos propuestos para el país en el futuro mediato, el interés que revisten las frutas subutilizadas, como fuente nutricional, en estos escenarios, los avances en las investigaciones en el país y los retos para la investigación que emerge como necesaria en procesos de adaptación y mitigación ante la crisis climática.



**Figura 1.** Potencialidades de las frutas subutilizadas frente a escenarios de cambio climático (Elaboración propia).

## **ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA AGRICULTURA EN VENEZUELA**

En muchas regiones del globo, el cambio climático se manifiesta en un aumento de la temperatura del aire y la radiación UV, y el incremento en la frecuencia y la intensidad de eventos climáticos extremos relacionados con el balance hídrico, como sequías o inundaciones (IPCC, 2019). Estas condiciones representan un riesgo para la producción de alimentos y hace necesaria la búsqueda de alternativas orientadas a garantizar la soberanía alimentaria de forma accesible, nutricionalmente apropiada y sostenible (Ide y col., 2020; Herrera y Domené-Painenao, 2022a; Bravo y Herrera, 2023).

En el mundo, uno de los fenómenos climáticos naturales más relacionados con la variación en las precipitaciones y temperaturas, y la aparición de eventos extremos es El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Este fenómeno ocurre en dos fases, una primera fase de calentamiento (El Niño) y una segunda fase de enfriamiento (La Niña) (WMO, 2023). El cambio climático ha alterado la frecuencia, duración e intensidad de estos fenómenos, lo que ha exacerbado aún más estos eventos climáticos extremos.

El mayor impacto de ENOS ocurre en la zona tropical, particularmente en países de África, América Latina y Asia sudoriental y meridional (WMO, 2023), y estos impactos no solo se traducen en variaciones climáticas, sino que también repercuten sobre la salud por la aparición o reaparición de enfermedades transmitidas por vectores, incidencia en afecciones respiratorias por efecto del humo producto de incendio forestales, estrés por calor y una mayor inseguridad alimentaria (WMO, 2023). Venezuela, al igual que el resto de los países, no escapa a los efectos de estas anomalías climáticas.

Por ejemplo, en Venezuela entre 1997 y 1998, durante un ciclo de El Niño la temperatura promedio se elevó 2°C por encima de la media nacional y disminuyó durante el evento La Niña. De manera análoga, para 2024 se han registrado anomalías térmicas para la cuenca del mar Caribe con incrementos entre 0,75 y 2,5°C. Los patrones climáticos de temperatura y precipitación han cambiado (desde el siglo pasado) tanto en los valores promedio como en su dispersión. La Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (República Bolivariana de Venezuela, 2017) predice impactos severos sobre la producción agrícola del país, como consecuencia de las anomalías en las precipitaciones y temperaturas, para las próximas décadas. Con las tendencias climáticas actuales, los rendimientos de rubros básicos como maíz, frijoles y arroz pueden caer entre 31 y 55% para las venideras décadas, mientras que para algunos frutales tal reducción estaría entre un 46 a 54 %. Los rendimientos en la producción se centran en temperaturas óptimas y la disponibilidad de agua para los cultivos, tanto bajo la modalidad de sistemas de riego como la dependencia de las precipitaciones. Sin embargo, entre los procesos biológicos que

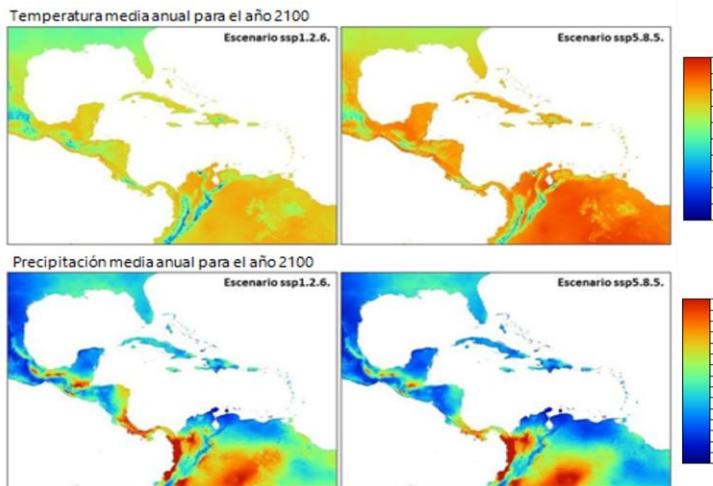
podrían verse afectados por estas alteraciones climáticas, destacan, la germinación, las fenofases de las plantas, la polinización o la descomposición de la materia orgánica que tendrían otros efectos sobre la producción estimada.

En el caso de los frutales arbóreos, una variable fisiológica determinante, que comienza a tener relevancia, es el intervalo de temperaturas tolerables para la germinación. Las semillas de cada especie presentan rangos de temperatura ambiente que son óptimos para su germinación, lo que equivale a decir que dentro de estos valores pueden germinar hasta un 95 % (Sentinella *y col.*, 2020). En términos generales, por debajo del valor óptimo mínimo, el porcentaje de germinación se reduce gradualmente, mientras que por encima del óptimo máximo, la reducción en el porcentaje de germinación suele ser abrupta debido al estrés por calor (Janni *y col.*, 2024). Ello, debido a la activación de mecanismos celulares de protección al sistema metabólico, que por encima de los 40°C limitan la actividad biológica; y, por encima de los 45°C las proteínas, y entre estas, las enzimas, comienzan a sufrir un proceso de desnaturalización irreversible que se traduce en una pérdida de su actividad. En el trópico, muchas especies arbóreas tienen actualmente sus óptimos máximos de germinación próximos a estas temperaturas críticas, por lo que, incrementos de la temperatura promedio del aire -como consecuencia del calentamiento global- estarian colocando a estas especies más allá de sus óptimos de germinación. Sentinella *y col.* (2020) estiman que, para 2070, no solo se prevé que más del 20% de las especies de plantas tropicales enfrentarán temperaturas que excederán sus límites superiores de germinación, sino que es probable que más del 50% enfrenten temperaturas que excedan su temperatura óptima superior. Esta compleja trama de factores nos permite concluir que las respuestas de las especies a las rápidas transformaciones de los regímenes de temperatura y precipitación no solo alterarán las respuestas ecofisiológicas de las especies arbóreas -como la germinación o la fenología-, sino que al afectar a otros organismos que forman parte de las interacciones críticas (polinización, dispersión de semillas y herbivoría), estarán limitando de manera dramática las posibilidades de desplazamiento de la distribución y adaptación de las especies a nuevos espacios, o simplemente, las estarán llevando a la extinción local o global.

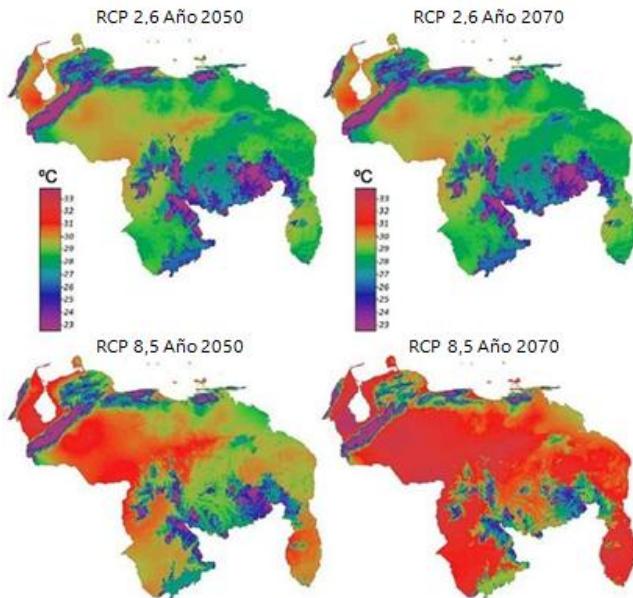
Los escenarios proyectados para la cuenca del Caribe, con las tendencias de emisiones de gases de efecto invernadero que se tenían para 2016, invitan a una muy profunda y crítica reflexión (Figura 2). Los escenarios de temperatura y precipitación sugieren que un conjunto de fenómenos y procesos que favorecieron la configuración de los agroecosistemas nacionales y regionales que hemos co-producido durante miles de años se verán altamente modificados en el término de décadas. Entre los fenómenos que se esperan para el período 2050-2070, en la región, destacan: los huracanes por encima del nivel 4 serán muy frecuentes; la tasa local de extinción de árboles, vertebrados y corales seguirá incrementándose, produciendo disruptiones

dramáticas de los ecosistemas; el acceso al agua dulce será errático o simplemente deficiente; y, las migraciones poblacionales hacia los sistemas andinos, más altos, frescos y húmedos sean altamente probables. Es fundamental destacar que, las interacciones climáticas (temperatura, precipitación y estacionalidad, principalmente) con las bióticas (extinción de especies, deterioro de la capacidad reproductiva y reducción de la supervivencia de las especies) definirán condiciones críticas para la actividad agrícola, sea esta industrial o campesina.

En el caso de Venezuela, los escenarios para el período 2050-2070 prevén una reducción sustancial de la cobertura boscosa de las cuencas hidrográficas del norte del país, disminución marcada de los caudales de los principales ríos y un calentamiento acelerado de los altos Llanos y las regiones bajas al sur del Orinoco (Figura 3) (República Bolivariana de Venezuela, 2017). La crisis climática tendrá fuerte incidencia en la capacidad agropecuaria del centro y oriente del país, la recarga de embalses (en especial, Guri) y la estabilidad de los ecosistemas de bosque montano. Esta prospectiva sugiere que, en un par de décadas, existirán fuertes tensiones determinadas por una reducción de la soberanía alimentaria, severas restricciones en el acceso al agua y a la energía eléctrica de uso doméstico y, estas tensiones pueden suscitar migraciones de la población hacia ecosistemas con mejores condiciones para garantizar los elementos esenciales para la vida, agua y alimentos. Estos fenómenos colocarán mayor presión sobre los ecosistemas llamados a calificar de máxima preservación, a saber, los sistemas montañosos de la cordillera de la Costa, los Andes y los macizos del norte de Bolívar y Amazonas, probablemente.



**Figura 2.** Escenario de temperatura y precipitación para la región del Caribe según las trayectorias 2.6 y 8.5 para los años 2080-2100. Basado en el modelo HadGEM3-GC31.  
Elaborado por Carlos Méndez V.



**Figura 3.** Temperatura (°C) esperada (años 2050 y 2070) según los escenarios para las trayectorias de emisiones RCP 2.6 y RCP 8.5 (promedio de los modelos HadGEM2-ES y IPSL-CM5A-LR). Tomado de Méndez *y col.*, 2017.

Es fundamental hacer mención de un elemento clave en este análisis. Los informes del IPCC de los últimos años han sugerido que la trayectoria RCP 8.5, como escenario extremo, debe ser evitado a toda costa; sin embargo, las tasas de emisiones de gases de efecto invernadero actuales, aunadas a las políticas de desarrollo dominantes en el globo, sugieren que esta trayectoria es la más probable y, con mayor frecuencia, se utiliza en los estudios prospectivos en ecología y agricultura. Los escenarios representados por las trayectorias RCP 2.6 o 4.5 pasaron de ser optimistas a inalcanzables.

### LAS FRUTAS SUBUTILIZADAS SON UNA FUENTE DE RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO

Las especies subutilizadas corresponden a cultivos poco comerciales que forman parte de un amplio abanico de la agrobiodiversidad; algunas de ellas fueron populares y, hoy en día, no son apreciadas por los productores y los consumidores debido a múltiples factores de tipo agronómico, genético, económico, social o cultural (Padulosi *y col.*, 1996; Padulosi y Hoeschle-Zeledon, 2004; Padulosi *y col.*, 2013; Crop Trust, 2024). Estas especies, además, tienen un potencial que no ha sido aprovechado en su totalidad para el mejoramiento de la seguridad

agroalimentaria y para disminuir la pobreza (Chishakwe, 2008; Padulosi *y col.*, 2019). Dentro de este grupo de especies infravaloradas están las frutas subutilizadas, que son recursos biológicos sin explotar, por lo que representan un valor potencial para su consumo y comercialización. Además, requieren una especial atención para abordar la inseguridad alimentaria, la producción y el consumo sostenibles de alimentos (Hassim, 2016; Ritika *y col.*, 2024).

Las frutas subutilizadas no solo han contribuido a la sostenibilidad alimentaria, también destacan por: ser fuentes de fitoquímicos importantes; tener el potencial para la generación de ingresos; contribuir con el mantenimiento del equilibrio ambiental, además, aportar beneficios nutricionales, compuestos bioactivos y otras actividades biológicas de interés desde el punto de vista medicinal (Murthy y Bapat, 2020). Algunas investigaciones señalan que las frutas subutilizadas tienen muchas ventajas en términos de facilidad de cultivo, resistencia y resiliencia a los cambios climáticos en comparación con los principales cultivos comerciales (Meena *y col.*, 2022). Estas características hacen que las frutas subutilizadas sean excelentes candidatas para mejorar la dieta de la población en escenarios climáticos adversos.

En 1973, Holling definió la resiliencia ambiental como la capacidad que tiene un sistema de soportar perturbaciones (Calvente, 2007). Desde allí, aunque el concepto se ha mantenido en su esencia, muchos autores lo han ido afinando y es, hoy, uno de los términos que surge más frecuentemente cuando abordamos el problema del cambio climático. Dakos y Kéfi (2022) definen la resiliencia como la capacidad de anticipar, prepararse y responder a eventos, tendencias o perturbaciones peligrosas relacionadas con el clima. Otras definiciones, como las de Resilience Alliance (2015), mencionan que es la capacidad de absorber o resistir perturbaciones y otros factores estresantes de manera que el sistema permanezca dentro del mismo régimen, manteniendo esencialmente su estructura y funciones. La resiliencia puede entenderse como una cualidad cambiante de los sistemas ecológicos y sociales (socioecológicos) y está vinculada directamente con la sostenibilidad.

La India es uno de los países que más ha avanzado en el estudio del potencial de las frutas subutilizadas como respuesta ante la problemática agroalimentaria. Por ejemplo, en la región semiárida de India se han detectado especies de frutas subutilizadas con potencial en la alimentación local y con tolerancia a condiciones climáticas extremas (Rathore, 2009; Meena *y col.*, 2022). Por su parte, Karun *y col.* (2014) identificaron, en ese país, 45 especies de frutales comestibles en plantaciones agroforestales de café. Este esfuerzo comienza a expandirse en diversos países del cinturón tropical; en un estudio acerca de especies subutilizadas en Etiopía, Tebkew *y col.* (2014) detectaron 33 especies de plantas comestibles, en su mayoría frutales, que sirven como suplemento

alimenticio en comunidades locales. Ruenes-Morales *y col.* (2015) reportaron 29 especies subutilizadas tan solo para la península de Yucatán, en México, este fenómeno se repite en numerosos países de Latinoamérica donde hay registros de una exuberante cantidad de especies de frutales promisorios para países como Guatemala, Argentina, Uruguay, Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y Venezuela (Arcos *y col.*, 2004; Pintaluba y Alayón, 2013; ICTA, 2014; Vignale *y col.*, 2016; Bravo *y col.*, 2017, Duarte-Casar *y col.*, 2024).

Es un hecho que las frutas subutilizadas son una alternativa para combatir la mala nutrición a base de carbohidratos y grasas procesados, el sobre consumo de azúcar refinada y la desnutrición que las dietas actuales han causado (Dansi *y col.*, 2012; Adhikari *y col.*, 2017; Li *y col.*, 2020), a la vez que contribuyen a mejorar las tensiones ambientales a nivel local y global. Sin embargo, estos cultivos solo tendrán un impacto real en la soberanía tanto alimentaria como nutricional, y en la resiliencia de los agricultores y campesinos, siempre que se genere una demanda de ellos por parte de los consumidores, los sistemas de producción y los mercados para satisfacer esa demanda (Crop Trust, 2024). En este sentido, es importante ir generando los escenarios que favorezcan la incorporación de, cada vez más, alternativas alimentarias que contribuyan a diversificar lo que comemos en aras de disminuir nuestra vulnerabilidad desde el punto de vista ambiental, nutricional y económico.

Favorecer la integración de las frutas subutilizadas en sistemas agrícolas sostenibles permite producir alimentos en tierras marginadas, también llamadas pobres, que presentan condiciones poco favorables para cultivos convencionales (Meena *y col.*, 2022). Estas estrategias permiten a los agricultores y campesinos diversificar su oferta de cultivos, lo que conduce a un suministro de alimentos más resiliente, al disminuir los riesgos asociados a la dependencia de unos pocos cultivos básicos (Naorem *y col.*, 2024). Como consumidores, esta estrategia permite incorporar una mayor diversidad de especies, en este caso frutas, y disminuir la vulnerabilidad propia de dietas menos diversas (Bravo y Herrera, 2023).

Gran parte del reservorio de estas frutas menos conocidas está en resguardo en comunidades campesinas e indígenas, en pequeñas zonas de cultivo como conucos, traspatios y jardines, así como también están los conocimientos y saberes asociados a cada especie (Aguirre y Ceccon, 2020; Bravo *y col.*, 2017; Herrera y Domené-Painenao, 2022b). Las frutas subutilizadas permanecen dentro de la vida de estas pequeñas comunidades prácticamente sin manejo agronómico y en condiciones de suelos pobres, sin riego y, aún así, son productivas y contribuyen a mejoras en la economía familiar y local. Estas capacidades de producir bajo estas condiciones las hacen candidatas promisorias para la generación de espacios agroproductivos resilientes al cambio climático en el país.

## PERSPECTIVAS DE LAS FRUTAS SUBUTILIZADAS EN VENEZUELA. INICIATIVAS DE INVESTIGACIÓN

A escala global, el cambio climático ha causado un aumento de las temperaturas del aire, radiación solar y la frecuencia de fenómenos extremos, como intensas y prolongadas sequías o inundaciones, cambios que, en zonas que ya son vulnerables, pueden complicar aún más la situación por efecto del aumento de la salinidad de los suelos, la deficiencia/toxicidad mineral y el aumento de la incidencia de enfermedades y ataque de plagas de insectos en los cultivos (Gora *y col.*, 2019; Chatzistathis *y col.*, 2021; Mumivand *y col.*, 2022; Sanwal *y col.*, 2022). En consecuencia, el cambio climático representa una gran amenaza para la productividad de las especies de interés para la alimentación. Investigaciones recientes reportan un creciente interés por las frutas subutilizadas, y sus potencialidades, y señalan que la región de Asia y África presentan el mayor número de artículos publicados en revistas indexadas; mientras que la región de Suramérica, al parecer, cuenta con un incipiente número de artículos reportados para este tema (Talucder *y col.*, 2024). Cabe destacar que Suramérica es una de las regiones más ricas en términos de biodiversidad en el mundo, por lo que representa un enorme potencial de especies útiles para la alimentación.

En Venezuela, existen iniciativas de investigación que han visibilizado un número importante de especies frutales promisorias para la alimentación (Tabla 1). Hernandez *y col.* (1994) elaboraron un listado de especies de bosques de la Gran Sabana (estado Bolívar) y reportaron 30 especies frutales comestibles. Van Looy *y col.* (2008) reportaron siete especies frutales subutilizadas de uso local por la comunidad indígena piaroa: copoazú (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.), uva amazónica o uva de monte (*Pourouma cecropiifolia* Mart.), manaca (*Euterpe precatoria* Mart.), seje (*Jessenia bataua* Mart.), túpiro (*Solanum sessiliflorum* Dunal.), pijiguo (*Bactris gasipaes* Kunth), guama (*Inga edulis* Mart.) y temare o caimito (*Pouteria caimito* Radlk.). En concordancia con este trabajo, también se ha reportado el uso de frutas poco conocidas como el temare o caimito y guada por la etnia piaroa (Sánchez *y col.*, 2003), y el temare y el fruto de palma "yawiji" en las etnias curripaco y warao, respectivamente (Camacho *y col.*, 2018). González (2009) reporta 12 especies frutales utilizadas por el pueblo indígena yabarana en el estado Amazonas. En la sierra de Imataca, en el estado Bolívar, Díaz (2007) reporta un listado de cinco especies frutales utilizadas por comunidades campesinas. En regiones andinas del país se han reportado, también, la presencia y uso de especies frutales subutilizadas (Aranguren, 2005; Zent *y col.*, 2024). Díaz y Ortega (2006) reportaron seis especies frutales en un inventario etnobotánica de la cuenca del río Morón, en el estado Carabobo. Hacia el oriente de Venezuela, se han reportado iniciativas que exploran el uso de especies poco conocidas que son prospectos para la alimentación, como el caso del trabajo de Ekmeiro y Moreno (2020), que

detectaron al menos 36 especies frutales en un estudio de plantas alimenticias no convencionales en el estado Sucre. Otro trabajo en pequeñas localidades de Sucre, Aragua y Monagas detectó 46 especies de frutas con uso potencial para la alimentación (Bravo *y col.*, 2017). Las iniciativas de búsqueda de especies potenciales han estado presentes históricamente, sin embargo, es necesario afinar los esfuerzos para visibilizar de manera efectiva especies útiles para la alimentación. Russian (2019) ha destacado el uso popular de especies como el mamey (*Mammea americana*) y el pan de año (*Artocarpus altilis*) en localidades del estado Falcón. También existe información sobre la distribución potencial del jobo (*Spondias mombin*) en el país a través de los usos de sistemas de información geográfico (Bravo *y col.*, 2016). Como se aprecia en la Tabla 1, existen un conjunto de estudios que permiten listar muchas de las especies de interés local en el país; no obstante, existen numerosas regiones que podrían estar, aún, excluidas de estos inventarios o cuyas publicaciones sean desconocidas por los autores. Además, los estudios referidos en la Tabla 1, muestran las distintas perspectivas con las que se abordaron los levantamientos de información de los frutales. En este sentido, es necesario establecer una línea base de los inventarios conocidos y, seguidamente, homogeneizar los datos que se consideren más relevantes para futuros programas de soberanía alimentaria y resiliencia agroecológica ante la crisis ambiental planetaria.

**Tabla 1.** Reseña de algunos estudios realizados en Venezuela recientemente, con listados de frutas subutilizadas mediante inventarios de flora o la determinación fisicoquímica de sus componentes. Nota: la nomenclatura científica se mantuvo según el documento original.

(Fuente: Elaboración propia).

Autor y nombre del artículo	Nº spp	Localidad	Especie(s)	Área del conocimiento
Hernández <i>y col.</i> , 1994. Nombres indígenas y usos de algunas plantas de bosques de la Gran Sabana (Venezuela): una introducción a la etnobotánica regional	30	Bolívar	<p>Makarinyec (<i>Tapiria guianensis</i> Aubl.), chimanayek (<i>Catostemma sp. nova</i>), yorowaraiyek (<i>Mallinus guianensis</i> Reissek), kanwayayek (<i>Clethra guianensis</i> Reissek Kl. Ex Meisi), kaicharacunyek (<i>Reedia sp.</i>), <i>Mahorea extispulata</i> Benth., ychayek (<i>Byrsinima concinna</i> Benth.), poroyek (<i>Byrsinima crassifolia</i> (L.) H. B. K.), poroyec (Inga (sect. <i>Bourgonia</i> sp.), kuranyec (<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud.), kuranyec (<i>Inga thibaudiana</i> DC.), karayec (<i>Inga heterophylla</i> Willd.), sakariyec (<i>Bellucia grossularoides</i> (L.) Triana), yarakyek (Henriettea ramiflora (Sw.) DC., (<i>Pouruma melonoii</i> Benoit subesp. <i>melonoii</i>), maikampimiyuk (Calyptranthes pulchella DC.), maikampimiyuc (<i>Eugenia punicifolia</i> (H. B. K.) DC.), pavaryuc (<i>Marierea ferruginea</i> (Poir.) M. Vaugh.), pavaryuc (<i>Myrcia sp.</i>), pikokyek o guayabo sabanero (<i>Psidium guineense</i> Sw.), kuaiyek (<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.), akorumanyek (<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.), abrosá (<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth yBouché), warimaurayek (<i>Quina cruegeriana</i> Griseb.), ivarkanakatapuyek (<i>Duroia cf. genipoides</i> (Spruce) Hook f.), ivarkanakatapuyek (<i>Duroia retrofrisia</i> Steyermark), balatakayek (<i>Neoxyllece</i> ?), yoronyek (<i>Pradosia beardii</i> (Monachino) T. D. Penn.), ekiyamuyek (<i>Herrania</i> sp.), Nombres comunes indígenas (Patamona).</p>	Etnobotánica

Sánchez y col., 2003. Caracterización de las semillas de seis especies frutales arbóreas, usadas por la etnia Piaroa en la Reserva Forestal Sipapo, Estado Amazonas, Venezuela.	6	Amazonas	Temare ( <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz y Pav.) Radlk.), guada ( <i>Dacryodes microcarpa</i> )	Agroforestería
Aranguren, 2005. Plantas útiles empleadas por los campesinos de la región de Bailadores, Venezuela.	8	Mérida	Mora ( <i>Rubus floribundus</i> Kunth), chirimoya ( <i>Annona cherimola</i> Mill.), guayabo ( <i>Psidium dubium</i> Kunth), curaba ( <i>Passiflora mixta</i> L.f.), nispero ( <i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen), fresa paramera ( <i>Geranium</i> sp.), palchagua ( <i>Passiflora</i> sp.) y pumarosa ( <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alst.).	Etnobotánica, etnoecología, antropología
Díaz y Ortega, 2006. Inventario de recursos botánicos útiles y potenciales de la cuenca del río Morón, estado Carabobo, Venezuela	5	Carabobo	<i>Annona spp.</i> , <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart., <i>Vasconcellea microcarpa</i> (Jacq.) A. DC, <i>Passiflora ambigua</i> Hensl., <i>Pradosia grisebachii</i> (Pierre) T. D. Penn, <i>Renealmia nicolaioides</i> Loes.	Etnobotánica
Díaz (2007). Inventario preliminar de plantas útiles de bosques remanentes en Las Delicias y El Guamo, serranía de Imataca, estado Bolívar	5	Bolívar	Jobo ( <i>Spondias mombin</i> L.), algarrobo ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.), guamo ( <i>Inga</i> sp.), carutillo ( <i>Alibertia latifolia</i> Benth.) y caimito ( <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz y Pav.) Radlk.).	Etnobotánica, etnoecología
González, 2009. Paisaje e identidad Yabarana en el contexto del proceso de demarcación territorial indígena venezolano.	12	Amazonas	Seje, manaca, temare, pijiguao, guada, algarrobo, cucurito, cocura, naranjillo, coroba, moriche ( <i>Mauritia flexuosa</i> ), curaguá ( <i>Ananas ananassoides</i> )	Antropología
Piña-Dumoulin y col., 2010a. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I: La yaca.	1	N/A	Jaca o yaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.)	Bromatología
Piña-Dumoulin y col., 2010b. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela. II: La pitanga	1	N/A	Pitanga ( <i>Eugenia uniflora</i> )	Bromatología
Aranguren y Márquez, 2011. Etnoecología de las especies vegetales de los bosques estacionalmente secos del estado Mérida.	2	Mérida	Nispero ( <i>Manilkara zapota</i> (L.) Van Royen) y pumarosa ( <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alst.).	Etnobotánica, etnoecología
Cañizares y col., 2012. Frutales no tradicionales aprovechamiento agroindustrial del cultivo de la maya.	1	N/A	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Bromatología
Cañizares y col., 2013. Frutales no tradicionales. Aprovechamiento agroindustrial del jobito.	1	N/A	<i>Spondias mombin</i> L.	Bromatología
Ekmeiro y Moreno, 2020. Plantas alimenticias no convencionales: herramientas para la seguridad y soberanía agroalimentaria – nutricional. Prospección en el oriente venezolano.	36	Sucre	Algarrobo ( <i>Hymenaea courbaril</i> L.), almendrón ( <i>Terminalia catappa</i> ), anón ( <i>Annona reticulata</i> ), árbol del pan ( <i>Artocarpus altilis</i> ), castaño ( <i>Artocarpus camansi</i> ), cautaro ( <i>Cordia dentata</i> ), chiguchigui ( <i>Bromelia karatas</i> ), corozo ( <i>Acrocomia aculeata</i> ), copotériz ( <i>Talisia olivaeformis</i> ), guamo ( <i>Inga edulis</i> ), guásimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> ), granado ( <i>Punica granatum</i> L.), grosella o pitanga ( <i>Eugenia uniflora</i> ), jobo de la India ( <i>Spondias cytherea</i> ), mamey ( <i>Mammea americana</i> L.), maniote ( <i>Annona purpurea</i> ), maya ( <i>Bromelia chrysanthia</i> ), merecure ( <i>Lycaste pirifolia</i> ), merye ( <i>Anacardium occidentale</i> ), morera ( <i>Morus alba</i> ), moriche ( <i>Mauritia flexuosa</i> ), Nispero del Japón	Antropología

(*Eriobotrya japonica*), pesjua (*Syzygium cumini* L.), pepino de monte (*Cucumis anguria*), pitahaya (*Hylocereus undatus*), pitiguey (*Melocactus curifispinus*), piongueí (*Ziziphus mauritiana*), pomalaca (*Syzygium malaccense*), pomarrosa (*Syzygium jambos*), quimbombó (*Abelmoschus esculentus* L.), sarrapía (*Diphisa punctata*), tamarindo chino (*Averrhoa carambola* L.), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), tuna española (*Opuntia ficus-indica*), vinagrillo (*Averrhoa bilimbi* L.), zapote (*Calocarpum mammosum*).

Zent y col., 2024

13

Mérida

Locha, pava de monte, albricias, bejuco blanco, camburitos, chivacoa, coral, cucuba, curuba, istú, mora, parchaca.

Etnoecología

Ciertamente, el estudio de las especies frutales, con potencialidades para la alimentación, es un nicho a fortalecer si queremos ampliar el abanico de alternativas a consumir pensando en: dietas diversas y saludables; sistemas de producción más sostenibles, a través del aprovechamiento de especies con un menor requerimiento de manejo (adaptadas a condiciones marginales); y, rubros alimenticios más resistentes ante la realidad de la crisis climática y el deterioro ambiental, en general.

En la Tabla 2 presentamos una lista de especies frutales subutilizadas en Venezuela, nativas y naturalizadas, construida a partir de los datos obtenidos de visitas de campo a diferentes localidades del país (datos publicados en Bravo y col. (2017) e inéditos). El objeto es, progresivamente, ir estableciendo un conjunto de campos mínimos que resultan esenciales para definir estrategias de siembra y reproducción de frutales subutilizados en el país, tanto desde la perspectiva de las políticas públicas como del interés local de las poblaciones que experimentan condiciones cambiantes con relación a los patrones de temperatura, estacionalidad, abundancia de precipitaciones, variaciones del nivel freático, extinciones locales de polinizadores, y otras variables.

En esta ocasión se colocan, de manera deliberada (Tabla 2), algunos campos relacionados con la biología reproductiva de las especies, que abarcan desde la floración hasta el síndrome de polinización, debido a la susceptibilidad a alteraciones de estos procesos (y, por ende, la necesidad de estudios) como consecuencia de la crisis ambiental planetaria. Acerca de estas especies, u otras especies de los mismos géneros, existe información disponible en la literatura indexada y, en ocasiones, en la literatura gris. Sin embargo, existen pocos compendios que puedan ser aprovechados por organismos gubernamentales, productores locales o familias que estén interesados en reproducir algunos de estos frutales en sus predios o zonas comunes de la comunidad. En lo sucesivo, y es un elemento central de este documento, la información suministrada por especie adquirirá mayor relevancia, en la medida que considere las transformaciones ecosistémicas que se están experimentando. Es propicio destacar que, numerosas adaptaciones evolutivas de especies tropicales y, con certeza, los procesos de domesticación de muchas de las especies de interés alimentario, han

ocurrido a lo largo del Pleistoceno, y más intensamente durante el Holoceno. Tomando en cuenta esta información, es oportuno preguntarse cómo será la autoecología de los frutales en condiciones ecológicas distintas a las experimentadas en los últimos 2,6 millones de años; estos son los nuevos escenarios que sugieren las trayectorias de emisiones de gases de efecto invernadero actuales (IPCC, 2018), sin menoscabo de la afirmación que destaca, que nos adentramos en la sexta extinción masiva de especies (Barnosky y col., 2011). Esta acotación de la historia evolutiva de estas especies se hace con el propósito de llamar la atención acerca de las implicaciones socioecológicas embebidas en la reflexión del reto agroalimentario, la generación de propuestas a favor de la mitigación y adaptación a la crisis climática y la complejidad de los procesos que aspiran incrementar la resiliencia agrícola de las comunidades rurales en el país.

**Tabla 2.** Lista de especies frutales subutilizadas en Venezuela, nativas y naturalizadas, construida con datos obtenidos a partir de visitas de campo a diferentes localidades del país. (Fuentes: Bravo y col. (2017) y elaboración propia).

Nombre común	Nombre científico	Familia	Origen	Fenología	Tipo de reproducción	Sexualidad	Modo de polinización	Síndrome de polinización
Merey	<i>Anacardium occidentale L.</i>	Anacardiaceae	América tropical	Florece en estación seca y dura de 3 a 4 meses	M	H	Au/AI	Ze
Jobo de la India	<i>Spondias dulcis Park</i>	Anacardiadiaceae	Asia tropical u Oceania	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/AI	Ze
Jobito	<i>S. mombin L.</i>	Anacardiadiaceae	América tropical	Fructifica en pico de sequía (noviembre a enero)	M	H	Au/AI	Ze
Ciruela de hueso roja	<i>S. purpurea L.</i>	Anacardiadiaceae	América tropical	Fructifica de marzo a junio	M	H	Au/AI	Ze/A
Ciruela de hueso amarilla	<i>S. purpurea L. var Lutea (Mac.)</i>	Anacardiadiaceae	América tropical	Fructifica de marzo a junio	M	H	Au/AI	Ze/A
Chirimoya	<i>Annona cherimolia Mill.</i>	Annonaceae	Andes tropicales	Florece y fructifica a finales de estación seca	M	H	Au/AI	Zc
Manirito	<i>A. jahnu Safford.</i>	Annonaceae	Norte de Sudamérica	Fructifica finales de la estación seca e inicio de la estación lluviosa	M	H	Au/AI	Zc
Manirote	<i>Annona purpurea Moc. y Sessé</i>	Annonaceae	Venezuela	Fructifica de mayo a septiembre	M	H	Au/AI	Zc
Riñon	<i>A. squamosa L.</i>	Annonaceae	América tropical, crece silvestre al norte de Australia	Fructifica de mayo a septiembre	M	H	Au/AI	Zc
Corozo	<i>Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.</i>	Arecaceae	América tropical	Frutos finales de verano	M	U	Au/AI	Zc
Pijiguao	<i>Bactris gasipaes HBK</i>	Arecaceae	Amazonia, probablemente	Fructifica 2 veces al año, pico en sequía (enero a abril)	D	U	AI	A/Zc

Piritu	<i>B. guineensis</i> (L.) H.E.Moore	Arecaceae	Llanos venezolanos y colombianos	fructifica de mayo a septiembre	D	U	Al	A/Zc
Maya	<i>Tillandsia fendleri</i> Griseb	Bromeliaceae	América tropical		M	H	Au/Al	Ze
Guamache	<i>Pereskia guamacho</i> F.A.C. Weber	Cactaceae	América tropical	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/Al	Ze/Zo
Mamey	<i>Mammea americana</i> L.	Calophyllaceae	América tropical, cultivada en otros trópicos	Fructifica durante casi todo el año	M	H/U	Au/Al	Ze
Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Chrysobalanaceae	América tropical	Frutos finales de sequía (febrero-abril)	M	H	Au	Ze/Zo
Merecure	<i>Licania pyrifolia</i> Griseb.	Chrysobalanaceae	América tropical.	Fructifica en la estación seca de noviembre a abril	M	H	Al	Zo/Zq
Cajuba	<i>Sicana odorifera</i> (Vell.) Naudin	Cucurbitaceae	América tropical	Fructifica en la estación seca de noviembre a abril	M	U	Au/Al	Ze/Zo
Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	Euphorbiaceae	Madagascar y sur de Asia	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	U	Al	Ze/A
Chiga	<i>Campsandra comosa</i> Benth	Fabaceae	Cuenca del Amazonas	Fructifica en sequía	M	H	Al	Ze/Zo
Sarrapia	<i>Dipteryx odorata</i> (Aublet.) Willd.	Fabaceae	Venezuela	Frutos a inicio de lluvia (abril a julio)	M	H	Au/Al	Ze
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Michelí	Fabaceae	Andes tropicales	Fructifica dos veces al año, coincidiendo con los períodos de lluvia.	M	H	Au/Al	Ze/Zo
Guama	<i>Inga edulis</i> Mart	Fabaceae	América tropical	Floración: de julio a noviembre y de febrero a junio. Fructificación constante con picos en diciembre, febrero y junio	M	H	Al	Ze/Zo/Zq
Ciruelo del fraile	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	Malpighiaceae	América tropical	Frutos finales de sequía (febrero-abril)	M	H	Al	Zo
Semeruco	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé y Moç. ex DC	Malpighiaceae	América tropical	Fructifica 3 o 4 veces al año	M	H	Au/Al	Ze
Zapote andino	<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Malvaceae	Amazonia central y occidental	Fructifica de mayo a septiembre	M	H	Au/Al	Ze/Zq
Copoazú	<i>Theobroma grandiflorum</i> Willd. ex Spreng.	Malvaceae	Amazonia oriental y centro de Sudamérica	Fructifica en la estación lluviosa	M	H	Au/Al	Ze/Zq
Name de palo	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson ex F.A.Zorn) Fosberg	Moraceae	Indonesia, Islas Salomón, Micronesia, Papúa Nueva Guinea y Vanuatu	La floración es estacional y la mayoría de las variedades lo hacen una o dos veces al año.	M	U	Al	A
Castaña o pepa de pan Blanco	<i>A. camansi</i>	Moraceae	Nueva Guinea, Islas Molucas y Filipinas	Florece en época de lluvia	M	U	Al	A

Jaca	<i>A. heterophyllus Lam</i>	Moraceae	Selvas tropicales de Ghats Occidental (India)	Florece en época de lluvia	M	U	A1	A
Pendanga	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Myrtaceae	Argentina septentrional, Bolivia, Brasil oriental y meridional, Paraguay y Uruguay	Fructifica en la estación seca de noviembre a abril	M	H	A1	Ze/Zo
Jabuticaba	<i>Plinia cauliflora (Mart.) Kausel</i>	Myrtaceae	América tropical, cono Sur	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/A1	Ze/Zo
Pesjua	<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	Myrtaceae	Nativa de la región Indo-Malaya	Fructifica de agosto a octubre	M	H	Au/A1	Ze
Poma rosa	<i>S. jambos (L.) Alston</i>	Myrtaceae	Native del Archipiélago Malayo y de Myanmar	Fructifica al final de la estación lluviosa, de julio a septiembre	M	H	Au/A1	Ze
Pomalaca	<i>Syzygium malaccense (L.) Merr. y L.M.Perry</i>	Myrtaceae	Región Indo-Malaya. Naturalizada en África Oriental, América tropical y Pacífico	Floración de marzo a abril	M	H	Au/A1	Ze
Vinagrillo	<i>Averrhoa bilimbi L.</i>	Oxalidaceae	Islas Molucas. Introducida en Antillas y América tropical	Fenología flexible, capaz de florecer y fructificar durante gran parte del año	M	H	Au/A1	Ze
Carambolo	<i>Averrhoa carambola L.</i>	Oxalidaceae	Indonesia	Fructifica gran parte del año, pero los picos son entre los meses de abril y septiembre	M	H	A1	Ze
Parchabadea	<i>Passiflora quadrangularis L.</i>	Passifloraceae	América tropical	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/A1	Ze/Zo
Ponsigue	<i>Ziziphus mauritiana Lam.</i>	Rhamnaceae	India	Fructifica 2 veces al año, Pico en sequía noviembre a abril	M	H	Au/A1	Ze
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus Jacq.</i>	Sapindaceae	América tropical	Fructifica todo el año. Pico en lluvia	M	H/U	Au/A1	Ze
Cotoperiz	<i>Talisia olivaeformis (H.B.K.) Radlk</i>	Sapindaceae	México	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/A1	Ze/Zo
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	América tropical	Fructifica en sequía. De diciembre a abril	M	H	Au/A1	Ze
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito L.</i>	Sapotaceae	Centroamérica y el Caribe	Frutos de octubre a mayo	M	H	Au/A1	A/H/Z
Nispero	<i>Manilkara zapota (L.) P.Royen</i>	Sapotaceae	América Central y América del Sur tropical	Flores durante casi todo el año. Frutos durante toda la sequía	M	H	Au/A1	Ze
Sigonzal	<i>Pouteria</i>	Sapotaceae	América	Fructifica en	M	H	Au/A1	Ze

	<i>guianensis</i> Aubl.	tropical	la estación seca de amazonas					
Uchuva	<i>Physalis peruviana L.</i>	Solanaceae	Andes tropicales	Fructifica una o dos veces al año, entre los meses de agosto y noviembre	M	H	Au/AI	Ze/A

**Abreviaturas:** Tipo de reproducción: D: dioica, M: monoica, P: poligama. Sexualidad: H: hermafroditas; U: unisexuales. Tipo de polinización: Au: autogamia, Al: alogamia. Síndrome de polinización: A: anemofilia, Zc: zoofilia-cantarofilia, Ze: zoofilia-entomofilia, Zo: zoofilia-ornitofilia, Zq: zoofilia-quiróptero filia.

## COMENTARIOS FINALES

El reto agroecológico para el manejo de la agricultura de pequeña escala y la familiar en el futuro no es menor, las experiencias locales (y el reservorio genético) serán de suma importancia, pero no se puede obviar que podríamos estar ante escenarios ecológicos inéditos en la historia de la agricultura. Entre las estrategias propuestas, en la literatura, para incrementar la resiliencia agrícola ante la crisis climática se ha propuesto una aproximación donde la comunidad (o familia) identifica los estresores emergentes (sequías más prolongadas, errática de las lluvias, pérdida de suelos, por mencionar algunas) y, seguidamente, se plantea adaptaciones que minimicen la vulnerabilidad que generan los estresores; esta acción puede ir acompañada del incremento de la biodiversidad local, escenario donde los frutales juegan un rol clave desde la perspectiva de la agroforestería, conservación del suelo y manejo eficiente del agua, y, finalmente, la incorporación de manejos integrados de cultivos y animales, que propenden, como gran objetivo, al logro de la soberanía agroalimentaria local en una dinámica progresiva de adaptaciones a las condiciones cambiantes del ecosistema (El Chami *y col.* 2020; Chao, 2024).

Para las estrategias que se conceptualicen para el país, se debe tomar en consideración que existe una elevada posibilidad de que ocurra una expansión del bosque semiárido y del bosque seco en las trayectorias que proponen incrementos de más de 3°C promedio para el planeta. En estos escenarios emergentes, los frutales pueden jugar un rol clave por su capacidad de aprovechar volúmenes de suelo más grande, disminuir la incidencia solar sobre los suelos, contribuir con la preservación de los recursos hídricos y favorecer procesos ecológicos que contribuyan con el manejo integrado del predio. Además, los aportes nutricionales y medicinales son ampliamente conocidos.

Los avances, a nivel global, a favor de construir soberanía agroalimentaria local y resiliencia a la crisis climática con la incorporación de los frutales subutilizados han quedado ampliamente ilustrados a lo largo del documento. Igualmente, los aportes a una suerte de inventario nacional en continua elaboración han sido proporcionados. Entre las tareas para un futuro inmediato está acelerar el proceso de proseguir con estos inventarios, completar la información autoecológica de las especies

que lo componen e investigar en aquellos aspectos más relevantes para la reproducción y adaptación de las especies de interés local. El potencial que tiene Venezuela es enorme y existen las condiciones para incentivar la investigación y la construcción de políticas públicas locales y participativas con las comunidades rurales que han sido y, muy probablemente, seguirán siendo las guardianas de las frutas como patrimonio fitogenético de la humanidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los comentarios recibidos por los revisores que redundaron en un mejor texto.

## LITERATURA CITADA

- Adhikari, L., H. Abid y R. Golam. 2017. Tapping the potential of neglected and underutilized food crops for sustainable nutrition security in the mountains of Pakistan and Nepal. *Sustainability* 9(2): 291. <https://doi.org/10.3390/su9020291>.
- Aguirre, C. y E. Ceccon. 2020. Socioecological benefits of a community based restoration of traditional home gardens in Guerrero, Mexico. *Rev. Etnobiol.* 18(3):3-23.
- Akhil, H., K.G. Revikumar y D. Divya. 2014. *Artocarpus*: A review of its phytochemistry and pharmacology. *J. Pharm. Search.* 9(1): 7.
- Aranguren, B.A. 2005. Plantas útiles empleadas por los campesinos de la región de Bailadores, Venezuela. *Bol. Antropol.* 23(64): 139–165.
- Aranguren, A. y N.J. Márquez. 2011. Etnoecología de las especies vegetales de los bosques estacionalmente secos del estado Mérida. *Ethnobot. Res. Appl.* 9: 307–323. <https://doi.org/10.17348/era.9.0.307-323>.
- Arcos, A.L., M.T. Becerra, A.M. Benítez y J.A. Díaz. 2004. *Diagnóstico y caracterización de la cadena de valor de frutales amazónicos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 71 p.
- Barnosky, A., N. Matzke, S. Tomaia, G.O.U. Wogan, B. Swartz, T.B. Quental, C. Marshall, J.L. McGuire, E.L. Lindsey, K.C. Maguire, B. Mersey y E.A. Ferrer. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471: 51–57. <https://doi.org/10.1038/nature09678>.
- Bravo, M. y F.F. Herrera. 2023. Consumption patterns and underutilized fruits as resilience strategies in the face of the global environmental crisis. *J. Food Security* 11(2): 30–34. <https://doi.org/10.12691/jfs-11-1-4>.
- Bravo, M., F.F. Herrera y N. Martín. 2016. Áreas potenciales de distribución de *Spondias mombin* L. en Venezuela mediante análisis espacial SIG. *Agron. Trop.* 66(1-2):199-206.
- Bravo, M., M.I. Arteaga, y F.F. Herrera. 2017. Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela. *Blacpma* 16(4): 347–360.
- Calvente, A.M. 2007. El concepto moderno de sustentabilidad. *UAIS Sustentabilidad* 1(1):1-7.
- Chao, K. 2024. Family farming in climate change: Strategies for resilient and sustainable food systems. *Heliyon* 10(7): e28599. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28599>.
- Camacho, R., B.O. Olivares, y N. Avendaño. 2018. Paisajes agroalimentarios: un análisis de los medios de vida de los indígenas venezolanos. *Rev. Investigación*

- 42(93): 130–153. ISSN 2790–3613. <http://historico.upel.edu.ve:81/revistas/index.php/revinvest/article/view/7505/4290>.
- Cañizares, A., O. Bonafine y N. Cedeño. 2012. Frutales no tradicionales: aprovechamiento agroindustrial del cultivo de la maya. *INIA Divulga* 23(23): 8–12.
- Cañizares, A., O. Bonafine, Y. Díaz y L. González. 2013. Frutales no tradicionales: aprovechamiento agroindustrial del jobito. *INIA Divulga* 24(24): 36–39.
- Chacha, J.S., C.E. Ofoedu, R.A. Suleiman, T.J. Jumbe y K.B. Kulwa. 2022. Underutilized fruits: challenges and constraints for domestication. En: R. Bhat (ed.), *Future Foods*. Academic Press, Cambridge, Reino Unido, pp. 133–150.
- Chatzistathis, T., D. Fanourakis, S. Aliniaiefard, A. Kotsiras, C Delis y G. Tsaniklidis. 2021. Leaf age-dependent effects of boron toxicity in two *Cucumis melo* varieties. *Agronomy* 11: 759.
- Chishakwe, N.E. 2008. *The role of policy in the conservation and extended use of underutilized plant species: a cross-national policy analysis*. Global Facilitation Unit for Underutilized Species, Roma, Italia, y The Genetic Resources Policy Initiative, Nairobi, Kenia.
- Crop Trust. 2024. *Neglected and underutilized food crops*. Publicación electrónica: <https://bold.croptrust.org/focus-areas/neglected-and-underutilized-food-crops/>.
- Dakos, V. y S. Kéfi. 2022. Ecological resilience: what to measure and how. *Environmental Research Letters* 17: 043003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5767>.
- Dansi, A., R. Vodouhè, P. Azokpota, H. Yedomonhan, P. Assogba, A. Adjatin, Y.L. Loko, I. Dossou-Aminon y K.J.T. Akpagana. 2012. Diversity of the neglected and underutilized crop species of importance in Benin. *The Scientific World Journal* 1: 1–19. <https://doi.org/10.1100/2012/932947>.
- Das, U., R.C. Ray y B. Hansdah. 2022. Actividades etnomedicinales y biológicas de la especie Mahua tropical (Madhuca): un estudio exhaustivo. *Ann. Trop. Res.* 44(2): 67–88. <https://doi.org/10.32945/atr.4425.2022>.
- Díaz, W.A. 2007. Inventario preliminar de plantas útiles de bosques remanentes en Las Delicias y El Guamo, serranía de Imataca, estado Bolívar, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* 30(2): 327–344.
- Duarte-Casar, R., N. González-Jaramillo, N. Bailón-Moscoso, M. Rojas-Le-Fort y J.C. Romero-Benavides. 2024. Five underutilized Ecuadorian fruits and their bioactive potential as functional foods and in metabolic syndrome: A review. *Molecules* 29(12): 2904. <https://doi.org/10.3390/molecules29122904>.
- Ekmeiro, J.E. y A. Moreno-Ortega. 2020. Plantas alimenticias no convencionales: herramientas para la seguridad y soberanía agroalimentaria-nutricional. Prospección en el oriente venezolano. En: R. Moreno, J. Martínez, A. Villarino y A. Moreno (coords.), *Aproximaciones a la pluralidad alimentaria iberoamericana*. Punto Didot, Madrid, España, pp. 47–77.
- El Chami, D.A. Daccache y M. Moujabber. (2020). How Could Sustainable Agriculture Increase Climate Resilience? A Systematic Review. *Sustainability* 12: 10.20944/preprints202002.0405.v1.
- González Tabarez, J. 2009. Paisaje e identidad Yabarana en el contexto del proceso de demarcación territorial indígena venezolano. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales* 15(3): 117–136. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&id=S131564112009000300007yIng=esyIIng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&id=S131564112009000300007yIng=esyIIng=es).
- Gora, J.S., A.K. Verma, J. Singh y D.R. Chaudhary. 2019. Climate change and production of horticultural crops. En: *Agriculture impact of climate change*. CRC Press, Boca Raton, EE.UU., pp. 45–61.
- Hassim, D.E. 2016. *NUS Development: What policies/incentives are required along the value chain?* FAO Regional Expert Consultation on Scoping, Prioritizing and Mapping of Neglected and Underutilized Crop Species in Asia. Bangkok, Tailandia.

- Hernández, L., P. Williams, R. Azuaje, Y. Rivas y G. Picón. 1994. Nombres indígenas y usos de algunas plantas de bosques de la Gran Sabana (Venezuela): una introducción a la etnobotánica regional. *Acta Botánica Venezolana* 17(1/4): 69–127. <http://www.jstor.org/stable/41740930>.
- Herrera, F.F. 2022. La agricultura en Venezuela: algunos desafíos para este siglo. En: F.F. Herrera, D. Lewy N. Caruci (comps.), *Pensar la ciencia de otro modo: propuestas y desafíos de(s) coloniales para una Venezuela soberana* (Colección Pensar como País). Ediciones Mincyt, Caracas, Venezuela, pp. 285–302.
- Herrera, F.F. y O. Domené-Painenao. 2022a. Agroecología en el siglo XXI: síntesis de un esfuerzo colectivo. En: F.F. Herrera y O. Domené-Painenao (comps.), *Agroecologías insurgentes en Venezuela: territorios, luchas y pedagogías en revolución*. Ediciones Mincyt, Caracas, Venezuela, pp. 283–293.
- Herrera, F.F. y O. Domené-Painenao (comps.). 2022b. *Agroecologías insurgentes en Venezuela: territorios, luchas y pedagogías en revolución*. Ediciones Mincyt, Caracas, Venezuela.
- Hunter, D., T. Borelli, D.M.O. Beltrame, C.N.S. Oliveira, L. Coradin, V.W. Wasike, L. Wasilwa, J. Mwai, A. Manjella, G.W.L. Samarasinghe, T. Madhujith, H.V.H. Nadeeshani, A. Tan, S.T. Ay, N. Güzelsoy, N. Lauridsen, E. Gee y F. Tartanac. 2019. The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. *Planta* 250(3): 709–729.
- Ide, T., C. Fröhlich y J.F. Donges. 2020. The economic, political, and social implications of environmental crises. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 101: E364–E367.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). 2014. *Catálogo de frutales nativos de Guatemala*. Publicación electrónica: [www.icta.gob.gt](http://www.icta.gob.gt).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2018. Annex I: Glossary [J.B.R. Matthews (ed.)]. En: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)). Cambridge UniversityPress, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU., pp. 541–562.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019. *Special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Ginebra, Suiza: 43 p.
- Janni, M., E. Maestri, M. Gulli, M. Marmiroli y N. Marmiroli. 2024. Plant responses to climate change: how global warming may impact on food security: a critical review. *Front Plant Sci.* 14: 1297569. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1297569>.
- Jiménez, E., V. Acosta y R. Velásquez. 2017. Aspectos florísticos, fenológicos y etnobotánicos en el sector suroccidental de la península de Araya, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* 40(2): 211–237.
- Knež, M., Ranić, M. y M. Gurinović. 2024. Underutilized plants increase biodiversity, improve food and nutrition security, reduce malnutrition, and enhance human health and well-being: Let's put them back on the plate! *Nutr Rev.* 82(8): 1111–1124. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad103>.
- Karmakar, B. y S. Roy. 2024. Traditional and unconventional food crops with the potential to boost health and nutrition with special reference to Asian and African countries. En: S. Roy, P. Nisha y R. Chakraborty (eds.), *Traditional Foods: The Reinvented Superfoods*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-72757-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-72757-3_3).

- Karun, N.C., P. Vaast y C.G. Kushalappa. 2014. Bioinventory and documentation of traditional ecological knowledge of wild edible fruits of Kodagu–Western Ghats, India. *J. For. Res.* 25(3): 717–721.
- Li, X., R. Yadav y K.H.M. Siddique. 2020. Neglected and underutilized crop species: the key to improving dietary diversity and fighting hunger and malnutrition in Asia and the Pacific. *Front. Nutr.* 7: 593711. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.593711>.
- Meena, V.S., J.S. Gora, A. Singh, C. Ram, N.K. Meena, Y. Rouphael, B. Basile y P. Kumar. 2022. Underutilized fruit crops of Indian arid and semi-arid regions: importance, conservation and utilization strategies. *Horticulturae* 8: 171. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020171>.
- Méndez, C., M. Moreno, J.V. Montoya, A. Felicien, N. Nikanova y C. Buendia. 2017. Escenarios de cambio climático y la conservación de los ríos de Venezuela. En: D. Rodríguez-Olarte (ed.), *Ríos en Riesgo de Venezuela*. Vol. I, Colección Recursos Hidrobiológicos de Venezuela. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela, pp. 173–188.
- Mumivand, H., A. Shayganfar, G. Tsaniklidis, Z.E. Bistgani, D. Fanourakis y S. Nicola. 2022. Pheno-morphological and essential oil composition responses to UVA radiation and protectants: a case study in three *Thymus* species. *Horticulturae* 8(1): 31.
- Murthy, H.N. y V.A. Bapat. 2020. Importance of underutilized fruits and nuts. En: H. Murthy y V.A. Bapat (eds.), *Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts*. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30182-8_1).
- Naorem, A., A. Patel, S. Hassan, M. Louhaichi y S. Jayaraman. 2024. Global research landscape of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in agricultural science. *Front. Sustain. Food Syst.* 8: 1354395. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1354395>.
- Pacheco, D., G. Rivero, J. Fuenmayor, A. Sánchez, M. Quirós, J. Ortega y G. Stethmes. 2013. Aportes al estudio del género *Psidium* (Myrtaceae) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 28(Supl. 1): 181–189.
- Padulosi, S., K. Hammer y J. Heller (eds.). 1996. Hulled wheats: promotion of conservation and use of valuable underutilized species. *Proc. of the First International Workshop on Hulled Wheats*, 21–22 July 1995, CastelvecchioPascoli, Tuscany, Italy. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 262 p.
- Padulosi, S. y I. Hoeschle-Zeledon. 2004. ¿A qué denominamos especies subutilizadas? *LEISA, Rev. Agroecol.* 6: 8.
- Padulosi, S., R. Phrang y F.J. Rosado-May. 2019. *Supporting nutrition sensitive agriculture through neglected and underutilized species – operational framework*. Rome, Italy: Biodiversity International and IFAD, 39 p.
- Padulosi, S., J. Thompson y P. Rudebjer. 2013. *Fighting poverty, hunger and malnutrition with neglected and underutilized species (NUS): needs, challenges and the way forward*. Rome: Bioversity International, 56 p.
- Peduruuhewa, P.S., K.G.L.R. Jayathunge y R. Liyanage. 2021. Potential of underutilized wild edible plants as the food for the future – a review. *J. Food Security* 9(4): 136–147. <https://doi.org/10.12691/jfs-9-4-1>.
- Pintaluba, N. y P. Alayón. 2013. Caracterización de frutas comestibles de especies nativas de uso popular en el Parque Provincial Salto Encantado del Valle de Cuñá Pirú – Misiones. *Bonplandia* 22(2): 191–201.
- Piña-Dumoulin, G., J. Quiroz, A. Ochoa y S. Magaña-Lemus. 2010a. Caracterización físico química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I. La yaca. *Agronomía Tropical* 60(1): 35–42.
- Piña-Dumoulin, G., A. Ochoa y S. Magaña-Lemus. 2010b. Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela II. La pitanga. *Agronomía Tropical* 60(2): 203–209.

- Rathore, M. 2009. Nutrient content of important fruit trees from arid zone of Rajasthan. *J. Hortic. For.* 1: 103–108.
- Ratnayake, S.S., L. Kumar y C.S. Kariyawasam. 2020. Neglected and underutilized fruit species in Sri Lanka: prioritisation and understanding the potential distribution under climate change. *Agronomy* 10(1): 34. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010034>.
- República Bolivariana de Venezuela. 2005. *Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Caracas, 143 p. Disponible en: <http://www.ula.ve/>.
- República Bolivariana de Venezuela. 2017. *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Fundación de Educación Ambiental (Fundambiente), Caracas, Venezuela. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf>.
- Resilience Alliance. 2015. *Resilience*. Publicación electrónica: <https://www.resalliance.org/resilience>.
- Ritika, Mansi, Rizwana, H. Kumar, B. Bora, M.A. Rather, B. Naik, V. Kumar, R. Ranjan y A.K. Gupta. 2024. Traditional and underutilized fruits and vegetables for attaining zero hunger. En: R. Chakraborty, P. Mathury S. Roy (eds.), *Food Production, Diversity, and Safety Under Climate Change. Advances in Science, Technology and Innovation*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51647-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51647-4_8).
- Ruenes-Morales, M.P., P.I. Montañez, J.J. Ancona y I.L. Ek-Rodríguez. 2015. *Los frutales abandonados y subutilizados en la península de Yucatán*. Editor Gráfica Peninsular.
- Russián Lúquez, T. 2019. Conocimiento popular de *Mammea americana* y de *Artocarpus altilis* en el municipio Zamora, del estado Falcón en Venezuela. *Centro Agrícola* 46(3): 49–57.
- Sánchez, D., E. Arends y V. Garay. 2003. Caracterización de las semillas de seis especies frutales arbóreas, usadas por la etnia Piaroa en la reserva forestal Sipapo, estado Amazonas, Venezuela. *Rev. For. Venez.* 47(2): 31–36.
- Sanwal, S.K., A. Mann, A. Kumar, H. Kesh, G. Kaur, A.K. Rai, R. Kumar, P.C. Sharma, A. Kumar, A. Bahadur, B. Singh y P. Kumar. 2022. Salt tolerant eggplant rootstocks modulate sodium partitioning in tomato scion and improve performance under saline conditions. *Agriculture* 12: e183. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020183>.
- Sentinella, A.T., D.I. Warton, W.B. Sherwin, C.A. Offord y A.T. Moles. 2020. Tropical plants do not have narrower temperature tolerances, but are more at risk from warming because they are close to their upper thermal limits. *Global Ecology and Biogeography* 29: 1387–1398. <https://doi.org/10.1111/geb.13117>.
- Steffen, W., A. Persson, L. Deutsch, J. Zalasiewicz, M. Williams, K. Richardson, C. Crumley, P. Crutzen, C. Folke, L. Gordon, M. Molina, V. Ramanathan, J. Rockström, M. Scheffer, H.J. Schellnhuber y U. Svedin. 2011. The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio* 40: 739–761.
- Talucder, M.S.A., U.B. Ruba y A. Sayed. 2024. Potentiality of neglected and underutilized species (NUS) as a future resilient food: a systematic review. *Journal of Agriculture and Food Research* 16: 101116.
- Tebkew, M., Z. Asfaw y S. Zewudie. 2014. Underutilized wild edible plants in the Chilga District, northwestern Ethiopia: focus on wild woody plants. *Agriculture y Food Security* 3: 12.
- Van Looy, T., G.O. Carrero, E. Mathijs y E. Tollens. 2008. Underutilized agroforestry food products in Amazonas (Venezuela): a market chain analysis. *Agrofor. Syst.* 74: 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9110-0>.

- Vignale, B., D. Cabrera, P. Rodríguez y G. Machado. 2016. Selección de frutales nativos en Uruguay. *Horticultura Argentina* 35(87): 19–29.
- WMO (World Meteorological Organization). 2023. *State of the global climate 2022*. Ginebra, Suiza: WMO.
- Zent, E., Zent, S. y Comunidad del Páramo Los Conejos, Mérida. 2024. *Entre el cielo y la montaña: ecología en el páramo venezolano*. Caracas, Venezuela: Ediciones IVIC, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). 622 p.

## EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN LA ACLIMATACIÓN DE PLÁNTULAS *IN VITRO* COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL

Claudia Y. Camacho<sup>1\*</sup>, Rosa Mary Hernández<sup>1</sup> e Iselen E. Trujillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biogeoquímica y <sup>2</sup>Laboratorio de Biotecnología Agrícola,  
Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Instituto de Estudios  
Científicos y Tecnológicos (IDECYT). \*claudiac621@hotmail.com

### RESUMEN

Los biofertilizantes han surgido como alternativa en la fase de aclimatación en la propagación in vitro de plántulas. La piña (*Ananas comosus*), es una fruta de aceptación en Venezuela, para consumo directo, farmacológico, y materia prima para la industria. Su propagación vegetativa presenta bajo porcentaje de multiplicación, siendo la propagación in vitro una alternativa para incrementar aceleradamente el número de plantas disponibles. En la propagación in vitro su punto más crítico es la fase de aclimatación, puesto que pasa de un medio controlado a uno no controlado; son muchos los factores a considerar en esta fase, entre ellos el sustrato factor primordial, ya que las asociaciones biológicas del mismo incidirán de forma determinante en el estado nutricional de la planta. El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes abonos orgánicos locales en la aclimatación de vitroplantas de piña, mediante parámetros morfológicos. La metodología empleada se fundamentó en ocho tratamientos, se emplearon diferentes mezclas de biofertilizantes (compost, vermicompost) con diferentes porcentajes (25, 50, 75, 100) de mezcla con tierra abonada, la cual se utilizó como testigo. Se empleó un modelo de bloques aleatorios completamente al azar, evaluando los siguientes parámetros: número de hojas, tamaño de la planta y supervivencia de la planta. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con mayor porcentaje de compost (50% y 75%) y vermicompost, (100%), para la altura de las plántulas y 75% compost para el número de hojas. Los resultados indican que el uso de biofertilizantes favorece la supervivencia y crecimiento de las plántulas en la fase de aclimatación.

**Palabras clave:** biofertilizantes, sustrato, aclimatación, vitroplantas.

### Evaluation of biofertilizers for *in vitro* seedling acclimatation as a nutritional alternative

### ABSTRACT

Biofertilizers have emerged as an alternative in the acclimatization phase in vitro propagation of seedlings. Pineapple (*Ananas comosus*) is an accepted perennial tropical fruit in Venezuela, for direct consumption, pharmacological, and raw material for the industry. Its vegetative propagation presents a low multiplication percentage, with in vitro propagation being an alternative to rapidly increase the number of available plants. In in vitro propagation, its most critical point is the acclimatization phase, since it goes from a controlled environment to an uncontrolled one; there are many factors to consider in this phase, among them the substrate is the primary factor, since its biological associations Will have a decisive impact on the nutritional status of the plant. The objective of the research was to evaluate different local organic fertilizers in the acclimatization of pineapple vitroplants, using morphological parameters. The methodology used was based on eight treatments, different mixtures of biofertilizers (compost, vermicompost) were used with different percentages (25, 50, 75, 100) of mixture with fertilized soil, which was used as a control. A completely randomized block model was used, evaluating the following parameters: number of leaves, plan size and plant survival. The best results were obtained in the treatments with the highest percentage of compost (50% and 75%) and vermicompost (100%) for the height of the seedling, and 75% compost for the number of leaves. The results indicate that the use of biofertilizers favors the survival and growth of seedlings in the acclimatization phase.

**Keywords:** biofertilizers, substrate, acclimatization, vitroplants.

## INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus*), es una Bromeliaceae, la cual se propaga vegetativamente, presentando un porcentaje de multiplicación muy lento, siendo la propagación *in vitro* una alternativa para incrementar aceleradamente el número de plantas disponibles. En la actualidad la piña ha adquirido gran importancia comercial a nivel mundial por la demanda de su fruto; siendo un fruto de aceptación en Venezuela, para consumo directo, farmacológico, y materia prima para la industria, esta última en el caso de la Var. Valera amarilla (Castañeda, 2003).

La fertilización química ha generado gran impacto al ambiente, ya que su uso excesivo e irracional ha provocado daños irreversibles en muchos casos, de allí la importancia de generar conocimiento sobre una agricultura ecológica más armoniosa con el ambiente y alternativas de fertilización, donde el uso de compost con agregados locales puede ser una de ellas. En la propagación *in vitro* su punto más crítico es la fase de aclimatación, esta es una etapa fundamental en un sistema de micropagación porque dependen de ella la eficiencia del proceso y la calidad final de las plantas producidas *in vitro* (Astaiza, 2002). Con el auge de la agricultura sostenible el uso de biofertilizantes cobra cada vez mayor importancia donde no escapa la aclimatación de las plantas obtenidas *in vitro*, es la fase crítica pues estas pasan de un medio en condiciones controladas a un medio no controlado, con características similares a la realidad existente en campo. Hay muchos factores a considerar en esta fase, siendo el sustrato un factor primordial, donde las asociaciones biológicas del mismo, incidirán de forma determinante en el estado nutricional de la planta, y su interacción con el ambiente (Ramírez *y col.*, 2012).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Material vegetal.** Las vitroplantas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr), fueron obtenidas por el laboratorio de Biotecnología Agrícola del Centro de Estudios para el Desarrollo Agroecológico Tropical (CEDAT) del Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT), de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), conservadas en el cuarto de cultivo en el medio MS modificado por Linsmaier y Skoog (1965), suplementados con sacarosa (30g/l), vitaminas de Morell (10mg/l), BA (0,5 mg/l), agar (8g/l); de las cuales se seleccionaron las vitroplantas para aclimatar, mantenidas en condiciones de luz fluorescente continua y con intensidad lumínica  $50\mu\text{molm}^{-2}\text{seg}^{-1}$ , con un fotoperiodo de 16 horas bajo luz blanca y 8 horas de oscuridad, y temperatura  $22\pm1^\circ\text{C}$ . Se realizó una previa selección con una longitud superior a 3cm, y con número de hojas igual o superior a ocho (8) por vitroplanta, y con presencia de raíces. Se retiraron de los frascos y se lavaron con agua de chorro abundante para eliminar el agar y posterior se le hizo un lavado a profundidad con agua destilada.

**Sustrato.** El material utilizado como sustrato (tierra abonada), se obtuvo de un vivero comercial de la zona, mientras que el (compost y vermicompost) que se utilizó en aclimatación es proveniente de las zonas de estudio, Laguneta de la Montaña, Miranda, Venezuela. A los tres sustratos se le realizaron pruebas de humedad, posteriormente se esterilizó en autoclave a 120°C, 1.5 libras de presión, seguidamente fue a la estufa a 70°C y finalmente se extendió en bandejas para airear y bajar la temperatura. La metodología empleada se fundamentó en ocho tratamientos, donde se emplearon diferentes mezclas de biofertilizantes (compost, vermicompost) con diferentes porcentajes (25, 50, 75,100) con tierra abonada la cual se utilizó como testigo (Tabla 1).

**Diseño experimental.** El diseño experimental del ensayo correspondió a un modelo de bloques aleatorios completamente al azar, con 15 repeticiones por tratamiento para un total de 135 vitroplantas.

**Variables analizadas.** Para analizar la influencia a diferentes concentraciones de los biofertilizantes sobre las plántulas, se evaluaron los siguientes parámetros morfológicos: número de hojas, tamaño de la planta y sobrevivencia de la planta, en condiciones de fotoperiodo de 12 horas luz, 12 horas oscuridad, durante 30 días estuvieron en bandejas de cartón (cartones para almacenaje de huevos) con un riego de 12 ml por plántula (capacidad de campo). Posteriormente, fueron sacadas del laboratorio al vivero en vasos plásticos, con un riego de 20 ml por plántula 3 veces por semana, manteniendo las concentraciones establecidas. Dichas plántulas se evaluaron por 90 días, donde se determinó el crecimiento de las mismas, mediante el cálculo de cada una de las variables, según la siguiente ecuación: % de incremento=  $V2-V1/V1*100$ .

**Metodología analítica.** Para evaluar la respuesta de los diferentes tratamientos a diferentes concentraciones a las vitroplantulas, se realizó determinaciones de forma simultánea tanto a la biomasa vegetal como a los sustratos determinando en ambos casos, Nitrógeno total (Nt) (Bremner, 1965), fosforo total en plántulas, por digestión vía húmeda y colorimétrica fue por Murphy y Riley (1962), en las muestras de sustrato se determinó el fósforo disponible empleando para ello extracción con NaHCO<sub>3</sub>, por el método de Olsen (Watabe y Olsen, 1965) y su determinación colorimétrica fue por (Murphy y Riley, 1962), Potasio, Calcio y Magnesio en plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr) mediante el método por digestión húmeda detectada por absorción atómica (UCV, 1993); el pH y conductividad eléctrica todos los tratamientos en relación suelo-agua (Anderson y Ingram, 1993). Para estas evaluaciones químicas se tomaron dos muestreos, uno al momento de la remoción de las plántulas del medio de cultivo *in vitro* y el otro a los 90 días de aclimatización.

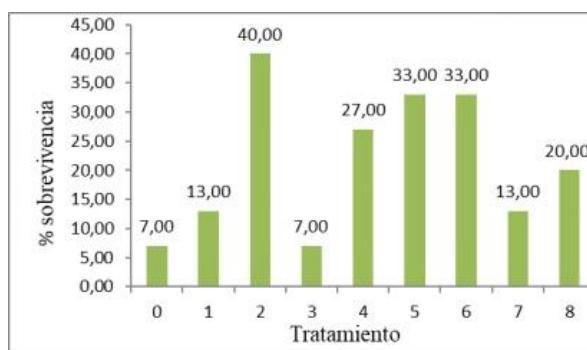
**Tabla 1.** Diseño experimental para evaluar el efecto de abonos orgánicos realizados en las zonas de estudio para aclimatación de vitroplantas de piña (*Ananas comosus* L. merr.).

Tratamiento	Concentración	N.º de vitroplantas
T0= Testigo	100% Tierra abonada (vivero comercial)	15
T1= Tratamiento 1	25% compost +75% tierra abonada	15
T2= Tratamiento 2	50% compost +50% tierra abonada	15
T3= Tratamiento 3	75% compost +25% tierra abonada	15
T4= Tratamiento 4	100% compost	15
T5=Tratamiento 5	25% vermicompost+75% tierra abonada	15
T6=Tratamiento 6	50% vermicompost+50% tierra abonada	15
T7=Tratamiento 7	75% vermicompost+25% tierra abonada	15
T8=Tratamiento 8	100% vermicompost	15

**Análisis estadístico.** El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó a través del programa Statistix 8.0. El primer paso consistió en realizar una prueba de análisis de varianza de una vía (ANOVA), se realizó una prueba de rangos múltiples de Tukey con un grado de confianza del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Sobrevivencia de las vitroplántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.).** Los resultados obtenidos en el estudio dan al T2 con mayor porcentaje de sobrevivencia en comparación con los demás tratamientos, como lo refleja la Figura 1. Cabe destacar que el porcentaje de sobrevivencia disminuyó sustancialmente después de los 60 días después de la siembra, presentando estrés en plántula, lo que generó marchites en las hojas progresivamente. Al respecto, Estrada *y col.* (2003) resaltaron que la aclimatación es el estado más crítico, siendo la última pero más arriesgada fase de la propagación *in vitro*, puesto que las plantas requieren de cambios morfológicos, anatómicos y fisiológicos para corregir anomalías de desarrollo y desempeño fotosintético inducidos por el desarrollo *in vitro*, siendo el principal problema la baja tasa de sobrevivencia.

**Figura 1.** Porcentaje de sobrevivencia obtenida en los diferentes tratamientos de aclimatación de plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.)).

Raya y col. (2009), indicaron que las plantas formadas en condiciones *in vitro*, crecen en un ambiente controlado y son sometidas a cambios en la aclimatación pueden deshidratarse fácilmente y morir, al ser sacadas del laboratorio al proceso de aclimatación recomienda ser sumergidas en una solución de fungicida sistémico, utilizar sustratos estériles y llevarlas a condiciones de invernadero a humedad constante y baja radiación solar. Debnath (2005) indicó que, para alcanzar una tasa de supervivencia y rápida aclimatación en condiciones de invernadero, se debe mantener la humedad relativa de 90-95%. Este método ha sido usado para la aclimatación exitosa de *Gladiolus grandiflorus* (González y col., 2014).

#### Evaluación morfológica:

**Altura de la plántula de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.** Los resultados obtenidos en la variación de la altura de las plántulas en función de los tratamientos y número de días evidencian que el T2, T4 y T5 fueron significativamente superior al T8, y no se distinguen diferencias significativas entre los demás tratamientos, como se refleja en la Tabla 2. Sin embargo, el T2 es quien presenta la máxima altura promedio con respecto a los demás tratamientos con un valor de 8,43cm, mientras la mínima altura promedio la presenta el T8 con 6,34cm, es de resaltar que se establecieron tres grupos (a, ab y b).

**Tabla 2.** Efectos de los diferentes tratamientos sobre altura de las plántulas micropropagadas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr). Var. Valera amarilla. Para la prueba de media Tukey.

Tratamiento	Día							Promedio
	0	15	30	45	60	75	90	
0	6,50	6,53	6,98	6,98	7,35	6,72	7,35	6,92ab
1	7,46	7,47	7,03	7,03	6,24	6,51	8,75	7,21ab
2	8,57	8,60	8,73	8,74	7,50	8,43	8,43 <sup>a</sup>	
3	7,30	7,33	7,58	7,59	9,15	7,11	7,11	7,60ab
4	7,55	7,69	7,85	7,87	7,97	8,19	8,19	7,90a
5	7,11	7,25	7,23	7,23	7,43	7,43	12,00	7,96a
6	7,04	7,07	7,15	7,17	8,34	7,20	5,00	7,00ab
7	6,93	6,93	7,50	7,52	4,70	7,50	6,82	6,84ab
8	6,32	6,32	6,32	6,32	6,37	6,37	6,33	6,34b

Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,01)

En la Tabla 2 se observa la altura de las plántulas (cm) en función a cada tratamiento, el compost utilizado en la aclimatación contiene en este caso alto porcentaje de N (1.85), P (2.8) K (3.6) Ca (1.8) y en el caso del vermicompost N (1.95), P (2.9) K (3.9) Ca (3.5) como lo reportaron (Ramírez y col., 2012). Si durante la aclimatación se proporcionan adecuados niveles de nutrición, las plantas muestran mayor capacidad de crecimiento y vigor, así como mejor desarrollo y rendimiento económico en la posterior plantación definitiva (Enriquez y col., 2000). Se eligió el vermicompost y compost como alternativa de sustrato, ya que reúnen los siguientes requisitos: sirve de sostén de la plántula, permite el intercambio de aire, facilita la absorción de agua por las raíces y el drenaje, favorece la nutrición y en consecuencia el crecimiento de la plántula (Díaz y col.,

2004). Cabe mencionar Teixeira *y col.* (2001), señalaron que la piña requiere un largo periodo de aclimatación para alcanzar el tamaño apropiado debido a su naturaleza de crecimiento lento, teniendo en cuenta que este va relacionado directamente con las condiciones físicas y de fertilidad en conjunto con las condiciones climáticas favorables que permiten el desarrollo fenológico de la piña.

**Tamaño de la roseta de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.** Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 3, donde se pueden observar la variación del tamaño de la roseta, en función de los tratamientos y número de días, se evidencia que el T2, fue significativamente superior al T1 y al T8 y no presento diferencias significativas con los demás tratamientos.

**Tabla 3.** Efectos de los diferentes tratamientos sobre tamaño de la roseta de las plántulas micropagadas de piña (*Ananas comosus* (L.) var. Valera amarilla. Para la prueba de media Tukey.

Tratamiento	Día							Promedio
	0	15	30	45	60	75	90	
0	10,96	10,90	11,10	11,10	12,56	11,83	12,56	11,843ab
1	9,85	9,86	9,67	9,67	8,21	8,58	13,50	9,904bc
2	11,63	11,64	12,99	12,99	13,20	12,22	12,22	12,411*
3	10,07	10,09	9,51	10,31	13,15	8,71	8,71	10,468abc
4	10,35	10,44	9,66	10,70	11,40	10,78	10,78	10,792ab
5	10,11	10,23	10,22	10,22	10,56	10,56	16,05	11,137ab
6	10,35	10,36	10,82	10,83	11,11	9,94	9,08	10,496abc
7	9,99	9,99	10,31	11,36	7,35	11,33	11,33	10,236abc
8	8,04	8,05	8,28	8,28	7,61	8,31	9,00	8,324c

Letras distintas indican diferencias significativas (P<0.01)

Cabe citar a Saucedo *y col.* (2008) quienes señalaron la importancia del desarrollo de la roseta de la piña, puesto que va directamente involucrada a la amplitud de las hojas, ya que según su morfología son entre puestas, originando mayor proyección aérea para mayor trabajo fotosintético de la planta, como se detalla en la Tabla 3 el comportamiento de los diferentes tratamientos en respuesta al crecimiento de la roseta de la plántula. Rondón *y col.* (2007 y 2009), señalaron que la piña está formada por la base de hojas insertadas en el tallo y el propio tallo, que almacenan la reserva de azúcares no estructurales y solubles, azúcares no estructurales como la celulosa y hemicelulosa presentes en las fibras y también agua. Siendo muy probable, el diámetro de la piña estima el tamaño de la reserva de los azúcares totales no estructurales solubles y polisacáridos, y el tallo principalmente, la reserva de polisacáridos.

**Número de hojas por plántula de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.** Los resultados arrojados evidencian que el T3 fue significativamente superior a los T1, T2, T4, T7 y al T0 y no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos como se detalla en la Tabla 4. El desarrollo de la piña adulta llega a tener de 70 a 80 hojas siendo una planta CAM, donde la apertura de las estomas es invertida, de allí la importancia de la cantidad de hojas de la planta de piña (Saucedo *y col.*, 2008).

**Tabla 4.** Efectos de los diferentes tratamientos sobre número de hojas de las plántulas aclimatadas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.) Var. Valera amarilla. Para la prueba de media Tukey.

Tratamiento	Día							Promedio
	0	15	30	45	60	75	90	
0	11,93	11,93	11,17	11,17	12,50	12,11	12,50	11,19f
1	12,87	12,87	12,02	12,17	12,55	12,30	13,50	12,63ef
2	14,07	14,07	14,38	14,25	14,00	12,50	12,50	13,68def
3	17,20	17,20	17,69	18,08	18,00	15,40	16,40	17,22 <sup>a</sup>
4	14,40	14,40	14,87	14,93	17,67	14,00	14,00	15,20bcd
5	16,27	16,27	16,07	16,07	16,15	16,15	20,00	16,71ab
6	15,93	15,93	15,83	15,83	16,57	15,70	13,40	15,60abcd
7	14,53	14,53	13,09	14,50	17,50	13,10	13,10	14,35cde
8	15,87	15,87	16,00	16,00	15,67	16,40	17,67	16,20abc

Letras distintas indican diferencias significativas (P&lt;0,01)

Los resultados obtenidos para esta variable morfológica se asemejan a los obtenidos en la investigación realizada Betancourt y Suarez (2009), donde el mayor número de hojas de plántula de piña se presentó en los tratamientos que contenían mayor porcentaje de abono orgánico, presentando diferencias significativas con los demás tratamientos.

#### Evaluaciones Químicas:

##### Determinación de pH y conductividad eléctrica de los sustratos.

La Tabla 5, muestra los resultados promedios de pH y conductividad eléctrica de los sustratos empleados en cada tratamiento. Cabe destacar que los valores de pH se asemejan a los sugeridos por Ortega (2010), que señalan que los valores de pH para los sustratos en el proceso de aclimatación deben oscilar entre 6,5 – 7 y difieren de otros autores como Matos y col. (2000), quien señalaron que el pH de los sustratos debe estar entre 5 y 6,5 en el proceso de aclimatación.

En cuanto a la conductividad eléctrica, los valores obtenidos están por encima de 3 mScm<sup>-1</sup>; estos resultados difieren de las recomendaciones dadas por Ortiz (2000), quien señaló que las plantas aclimatadas en sustratos con conductividad eléctrica superior a 3mScm<sup>-1</sup> tienen baja tasa de sobrevivencia ya que presentan toxicidad. Mientras que Matos y col. (2000), señalaron que si el valor de conductividad eléctrica excede a 2mScm<sup>-1</sup> las plantas corren alto riesgo de sufrir fitotoxicidad. Se presume la alta conductividad eléctrica fue la causa para la alta tasa de mortalidad de las plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.).

**Tabla 5.** Valores químicos del sustrato utilizado al momento de la aclimatación de las plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr.).

Tratamiento	pH	Conductividad eléctrica (mS cm <sup>-1</sup> )
T0	6,90	3,15
T1	6,95	4,85
T2	7,05	4,83
T3	6,66	6,13
T4	6,75	5,14
T5	6,91	3,98
T6	7,32	5,09
T7	7,72	3,97
T8	7,52	5,27

**Determinaciones de macro y microelementos para las plántulas de piña al inicio del ensayo de aclimatación.** En la Tabla 6 se observan los valores para los elementos químicos de dos muestreos de las plántulas obtenidas *in vitro* que posteriormente fueron llevadas a la fase de aclimatación. Es importante resaltar que al final de la fase de aclimatación no se pudieron realizar los muestreos correspondientes por el alto porcentaje de mortalidad. En la Tabla 7, se reflejan los valores de los análisis químicos de las plántulas de piña por tratamiento a los 90 días después de la siembra.

**Tabla 6.** Valores químicos al momento de la remoción de los medios de cultivo de las plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr).

Número de muestreo	Nt (%)	Pt ppm (mg/kg)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
M1	0,2806	147,375	0,64	0,18	0,24
M2	0,9923	49,125	0,68	0,26	0,12
Promedio	0,6364	66,5	0,66	0,22	0,18

**Tabla 7.** Valores químicos a los 90dds de macro y micronutriente las plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr).

Tratamiento	Nt (%)	Pt ppm (mg/kg)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T0	0,11725	108,84	7,5	0,7	0,5
T1	0,16975	1872,11	4,58	0,54	0,38
T2	0,3267	337,41	4,42	0,28	0,3
T3	0,34183	2089,80	5,6	0,4	0,36
T4	0,30683	1828,57	4,66	0,36	0,34
T5	0,67433	1621,77	6,84	0,42	0,34
T6	0,50017	718,33	6,84	0,32	0,28
T7	0,368008	1523,81	6,5	0,3	0,36
T8	0,41475	1229,93	10,08	0,24	0,38

Las Tablas 6 y 7 muestran las cantidades de macro y micronutrientes de las plantas de piña en referencia a los sustratos empleados en comparación a la fase inicial y haciendo referencia al testigo a los 90 dds, no obstante, por la falta de réplicas a causa de la alta tasa de mortalidad en esta etapa de aclimatación no fue respaldada estadísticamente.

## CONCLUSIONES

La incorporación de compost al suelo favorece el desarrollo de vitroplantulas de piña (*Ananas comosus* (L.) merr), teniendo en cuenta que los tratamientos que contenían mayor concentración de biofertilizantes en el sustrato, tuvieron mejor resultado en el crecimiento, en relación al número de hojas, presentando diferencias significativas con los demás tratamientos y superior al testigo. El desarrollo de las vitroplantulas en la fase de aclimatación con los diferentes tratamientos expresados en términos de altura, así como el número de hojas muestran diferencias significativas entre ellos, destacando los tratamientos que contenían compost sobre el vermicompost. Los resultados indican que el uso de biofertilizantes favorece la sobrevivencia y crecimiento de las plántulas en la fase de aclimatación.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, J. y J. Ingram. 1993. Tropical soil biology and fertility.A handbook of methods.SegundaEdicion . CyB. International. UK. Pp62-66.
- Astaiza, C. 2002. Disponibilidad de nutrientes en tres tipos de compost. (Tesisinédita de Maestría). Centro Agronómico Tropical para la Investigación y enseñanza CATIE, 66.
- Betancourt, P y J. Suarez. 2009. Efectos del Humus liquido de lombriz en el desarrollo de vitroplantas de piña (*Ananascomosus L. merr*) en el proceso de aclimatación (pp. 205-213), serie de manuales de cultivo INEA N° 8 Lara, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Bremner, J. 1965. Total Nitrogen. En: Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and Microbiological properties. Agronomy Monograph 9(2<sup>o</sup>edition), Eds A.L.
- Castañeda, P. 2003. Manual Técnico. Seminario sobre producción y manejo de post cosecha de la piña de exportación. Proyecto Nacional de Fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional. VIFINEX. El Salvador.
- Díaz, L., L. Medina, J. Latife, P. Digonzelli y S. Sosa. 2004. Aclimatación de plantas micropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz INTA, Argentina. *RIA* 33(2): 115-128.
- Debnath, S.C. 2005. Strawberry Sepal: another explant for thidiazuron-induced adventitious shoot regeneration. *In Vitro Cellular y Developmental Biology. Plant.* 41(5):671-676. DOI: 10.1079/IVP200568,
- Enriquez, R.G., C.P. Carrillo, G. Sánchez, M. Rodríguez y C. Mendoza. 2000. Fertilización para la óptima adaptación y vigor de vitroplantas de tomate Quintana (*Lycopersicon esculentum* Mill.) obtenidos *in vitro*. *Revista Fitotecnia Mexicana* 23(1): 59-67.
- Estrada, A., J. Davies y T. Fred. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, abscisic acid and growth of micropagated chileancho pepper (*Capsicum annum*) plantlets during acclimatization and post-acclimatization. *J. Plant Physiol.* 160(9):1073-1083.
- González-Pérez, E., J. Juárez-Muñoz, O.J. Ayala-Garay y M.J. Yáñez-Morales. 2014. *Ex vitro* acclimatization of gladiolus plantlets. *Propagation of Ornamental Plants* 14(3):125-132.
- Matos, A., J. Molina y D. Acosta. 2000. Establecimiento de una metodología eficiente para el cultivo *in vitro* de *Aloe vera* L. *Ciencia* 8(3): 280-284.
- Murashige, T y F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and andbiossys with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15(3):473-497.
- Murphy, J. y H.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytical Chemistry Acta* 27: 31-36.
- Ortega, L. 2010. Efecto de sustratos en cultivos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. (Tesis de inédita de Maestría). Universidad Autónoma Indigena de México.
- Ortiz, R. 2000. Factores que afectan el desarrollo de vitroplantas de caña de azúcar en la fase adaptativa. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba. ISBN: 959-7029-12-1
- Ramírez, E., R. Hernández y E. González. 2012. Variación de características químicas de diferentes compost, elaborados en bosques nublados de la cordillera de la costa. Proyecto FONACIT N° 2012000074.Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Miranda, Venezuela.
- Rendón, L.A., A. Magdub, L. Hernández y A. Larqué. 2007. El jarabe de henequén (*Agave fourcroydes* Lem). *Rev. Fitotec. Mex.* 30(4):463-467.

- Rendón, L.A., M.P. Colunga, L.F. Barahona, E. Pimienta, A. Magdub y A. Larqué. 2009. Sugars and alcoholic byproducts from henequen (*Agave fourcroydes*) as influenced by plant age and climate. *Rev. Fitotec. Mex.* 32(1):39-44.
- Raya Montaño, Y.A., A. Villegas Monter y GG. Arellano Osta. 2009. Cinética de enraizamiento *in vitro* de portainjertos de vid en respuesta a la fuente y concentración de azúcar. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32(2):111-117.
- Saucedo, S., L. Ramos, E. Varas y C. Fred. 2008. Propagación clonal *in vitro* de piña (*Ananas comosus*L.Merr). Variedades Champaka y Hawaiana. *Ciencia y Tecnología* 1:49-54.
- Teixeira, J., A. Cruz, F. Ferreira y J. Cabral. 2001. Biotechnology applied to seedling production: production of pineapple plantlets. *Science and Biotechnology Development* 3:42-47.
- Universidad Central de Venezuela. 1993. Métodos de análisis de suelo y plantas utilizadas en el laboratorio general de suelos del Instituto de Edafología, Cuadernos de Agronomía. Facultad de Agronomía – UCV. Año 1, N°6. Maracay, Venezuela. 89 p.
- Watabe, F. y S. Olsen. 1965. Test of an acid arcorbic methods for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soil. *Science Society of American Proceeding* 29: 677-678.

# MANEJO REGENERATIVO DE LA MATERIA ÓRGÁNICA: UN PROCESO CRUCIAL EN EL ESTRATO HERBÁCEO DE UNA SABANA DE *Trachypogon*

Ignacio Castro-Vázquez\* y Rosa Mary Hernández-Hernández

Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos. Caracas-Venezuela. \*ignacioalexandercastro@gmail.com

## RESUMEN

Las sabanas de *Trachypogon* como elementos representativos de la vegetación natural (VN) son uno de los ecosistemas más extendidos del norte de Suramérica. Se caracterizan por el predominio de una cubierta herbácea de gramíneas y ciperáceas en suelos ácidos de baja fertilidad natural. La dinámica de la materia orgánica en el estrato herbáceo correspondiente a la hojarasca fue estudiada en una sabana de *Trachypogon* (VN) de los Llanos Altos Centrales Venezolanos en comparación con dos coberturas introducidas sin fertilización, *Centrosema macrocarpum* (CM), y una gramínea, *Brachiaria dictioneura* (BD), durante un ciclo de siembra en secano. En este ecosistema, la producción primaria de hojarasca en la vegetación natural predominante por *Trachypogon* (VN) fue de 2657 kg/ha, siendo la más baja en comparación con BD con 3569 kg/ha y la CM con 6293 kg/ha. Se analizaron las variaciones temporales de la hojarasca recolectadas en relación con las variables climáticas de temperatura ambiente y humedad del suelo, encontrándose similitudes con otros estudios, en la cual desaparece en consecuencia de una mayor precipitación y temperatura. Así mismo, se reflejó un importante cambio en los procesos de descomposición de las hojarascas bajo las coberturas introducidas producto de la acción antrópica del corte de coberturas, a modo estas de un "abono verde". Con ello, se hace importante el conocimiento sobre los patrones de producción de hojarasca y su relación con su calidad y cantidad, y cómo éstas pueden servir de base para fundamentar la implementación de estrategias de manejo regenerativo y conservación, de manera que permitan afianzar la producción de pastos con un mayor valor nutritivo para el ganado en los suelos de sabana.

**Palabras clave:** Sabana, hojarasca, coberturas, *Trachypogon*, *Centrosema*, *Brachiaria*.

## Regenerative management of organic matter: a crucial process in the herbaceous stratum of a *Trachypogon* savanna

## ABSTRACT

Trachypogon savannas, representative of the natural vegetation (VN), are one of the most widespread ecosystems in northern South America. They are characterized by a predominance of herbaceous cover of grasses and sedges on acidic soils of low natural fertility. The dynamics of organic matter in the herbaceous layer corresponding to the litter was studied in a Trachypogon savanna (VN) of the Central Venezuelan Llanos Altos, compared to two introduced cover crops without fertilization: Centrosema macrocarpum (CM) and a grass, Brachiaria dictioneura (BD), during a dryland planting cycle. In this ecosystem, the primary litter production in the natural vegetation dominated by Trachypogon (VN) was 2657 kg/ha, the lowest compared to BD at 3569 kg/ha and CM at 6293 kg/ha. Temporal variations in collected leaf litter were analyzed in relation to the climatic variables of ambient temperature and soil moisture. Similarities were found with other studies, showing that litter disappears as a consequence of increased precipitation and temperature. Likewise, a significant change was observed in the decomposition processes of leaf litter under introduced cover crops, resulting from the anthropogenic action of cutting these cover crops, which act as "green manure." Therefore, understanding leaf litter production patterns and their relationship to quality and quantity is crucial, as is understanding how this knowledge can serve as a basis for implementing regenerative management and conservation strategies. This would allow for the strengthening of pasture production with greater nutritional value for livestock in savanna soils.

**Keywords:** Savanna, leaf litter, ground cover, *Trachypogon*, *Centrosema*, *Brachiaria*.

## INTRODUCCIÓN

Las sabanas de *Trachypogon* son uno de los ecosistemas de mayor extensión del norte de Suramérica. Se caracterizan por la presencia de una cubierta herbácea dominada por gramíneas y ciperáceas, sobre suelos ácidos con baja fertilidad natural, y en donde los elementos leñosos se encuentran dispersos o ausentes (Ramia, 1967). En consecuencia, se tiene una baja producción vegetal y valor nutritivo de los pastos, que restringe la ganadería a una forma extensiva (Hernández-Valencia y López-Hernández, 1997a; Bruno-Eutimio *y col.*, 2022). Sumado a esto, la marcada estacionalidad climática incide en una baja productividad vegetal de los pastos nativos y en un bajo contenido nutricional de los mismos (Hernández-Valencia y López-Hernández, 1999). Por ello, la productividad primaria neta de estos ambientes suele ser generalmente baja; influenciada principalmente por factores ambientales climáticos y de suelos, entre otros. Zhao y Running (2010), Wu *y col.* (2011), Quinto *y col.* (2017) y Bai y Cotrufo (2022) consideran que al igual que los ecosistemas de pastizales, el (60%) de la producción primaria neta (PPN) está asociada al subsuelo, comprendida por la biomasa de raíces y el carbono (C) orgánico asociado a estas. Por tal motivo, entender cómo se relacionan los factores ambientales y antrópicos en las sábanas tropicales es fundamental de cara a entender sus efectos sobre el cambio climático, así como su funcionalidad en el marco de una incipiente introducción de las técnicas de la ganadería regenerativa en la región.

En tal sentido, la producción primaria neta es definida como la cantidad de material vegetal producida por unidad de tiempo y la tasa a la cual dicha materia orgánica se crea por fotosíntesis. De modo tal, que una de las formas más sencillas y económicas de medirla en los ecosistemas terrestres es a través de la producción de hojarasca (UNESCO, 1980). La hojarasca es importante en el funcionamiento de los ecosistemas, ya que al acumularse en el suelo como un mantillo sirve de hábitat y alimento a muchos organismos y microorganismos que conforman una red trófica compleja (Calvi *y col.*, 2009). En tal sentido, esta corresponde a la cantidad total de materia orgánica vegetal que puede estar presente en un ecosistema en un momento determinado. Lo que representa la cantidad total de C orgánico almacenado en el suelo, provenientes de las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema de coberturas (Salas *y col.*, 1988; Huechacona, 2016). Su producción comprende entre un (20%) y un (30%) de la productividad total neta, y está regulada por una serie de procesos biológicos, edáficos y climáticos (Vásquez *y col.*, 2024).

Igualmente, existen varios factores abióticos que influyen en la producción de hojarasca, como: la herbivoría, la altitud, la latitud, la precipitación, el fotoperiodo, la evapotranspiración, el relieve, la pendiente, la etapa sucesional, disponibilidad de agua y las características del suelo. En este sentido, las interacciones entre estos factores definen las

características de cada ecosistema (Soler *y col.*, 2008; Calvi *y col.*, 2009). Sin embargo, la concentración de los nutrientes varía principalmente en función de los grupos florísticos, las especies y las características de las plantas. Siendo retornados al suelo en proporción a la producción de hojarasca acumulada (Longhi *y col.*, 2011). Por tanto, se estima que los nutrientes liberados durante la descomposición de la hojarasca constituyen entre el (70-90%) del total de nutrientes requeridos por las mismas plantas (Sayer *y col.*, 2020). Dado que las plantas reemplazan periódicamente sus estructuras vegetativas y reproductivas en respuesta al clima; la recolección y cuantificación de estos materiales depositados en el suelo representa una forma no destructiva de estimar la productividad de la hojarasca en diferentes ecosistemas (Soler *y col.*, 2008).

Numerosos autores coinciden en señalar que los factores climáticos influyen en el proceso de descomposición de la hojarasca de las diferentes especies vegetales y, en especial, identifican a la temperatura y las precipitaciones como los indicadores de mayor importancia (Brown *y col.*, 1994; Mctierman *y col.*, 2003., Sánchez *y col.*, 2008; Chakravarty *y col.*, 2020). El clima modifica notablemente la naturaleza y la rapidez de la descomposición de los restos vegetales en la superficie del suelo, de modo que ejerce una importante influencia en el tipo y la abundancia de la materia orgánica. Igualmente, la humedad y la temperatura aparecen entre las variables más determinantes según Singh (1969) y Brinson (1977), debido a que influyen tanto en el desarrollo de la vegetación como en las actividades de los microorganismos; factores que son críticos en la formación del suelo. Por tanto, si se presenta un cambio en la temperatura, esta puede alterar la composición de la flora activa y afectar los procesos de descomposición y liberación de los nutrientes (Bertsch, 1995). Los resultados de Sánchez (2007) coinciden en indicar que es posible explicar el proceso de descomposición de la hojarasca a partir de la acción conjunta de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación (Sánchez *y col.*, 2008).

En el contexto del trópico, los procesos de descomposición y los flujos de nutrientes son complejos, debido a las condiciones del clima y a las características de la biota. Dichos aspectos son poco estudiados en pastizales naturales y coberturas introducidas en suelos de sabana, donde la sincronización de la liberación de los nutrientes y su asimilación por las plantas resultan de gran importancia en la productividad. En sintonía a esto, los sistemas de manejo conservacionistas, como la mínima labranza o la siembra directa, han sido propuestos como sistemas de manejo alternativos para reducir pérdidas de suelo por erosión (Taylor *y col.*, 1964), mejorando la eficiencia en el uso del agua (Smika y Unger, 1986) e incrementando la concentración de C superficial del suelo (Karlen *y col.*, 1994). Por ello, el manejo conservacionista del suelo ha sido sugerido como un método para transformar todo el rol del sistema suelo, es decir, de fuente de C atmosférico hacia un sumidero neto de C (Kern y Johnson, 1993). Así, la cantidad de materia orgánica del suelo (MOS) es una

función de la cantidad de residuos de plantas que entran al suelo y de las tasas de descomposición de esos residuos. Siendo además del clima, el tipo y calidad de sustrato, los contenidos de nitrógeno (N), relación C/N y lignina/N factores importantes que también regulan los procesos de descomposición de la MOS (Jastrow y Miller, 1997; Espinoza, 2004).

En los últimos años, cobra cada vez más fuerza la visión agroecológica del manejo de las coberturas, con énfasis en la profundización del conocimiento de la relación suelo-planta-animal y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas ganaderos basados en la diversidad biológica, tal como se plantea actualmente con los manejos regenerativos. Para desarrollar este manejo, se requiere el conocimiento adecuado de las características de acumulación y de descomposición de la hojarasca que producen las diferentes especies vegetales que componen los ecosistemas de coberturas, así como la relación de estos procesos con los factores bióticos y abióticos que influyen en ellos. Por lo tanto, es importante estudiar el papel del tiempo de producción y descomposición (desaparición) de la hojarasca para determinar el potencial de retorno de C y nutrientes al suelo (Ribeiro *y col.*, 2022).

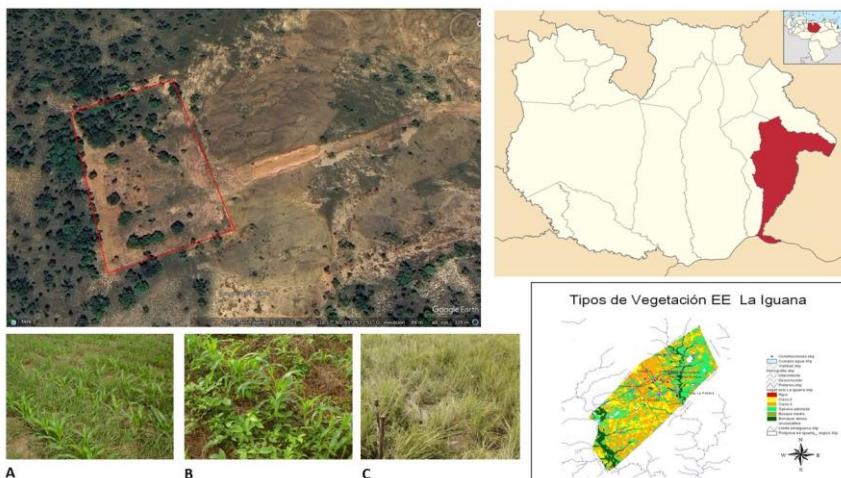
Por lo antes expuesto, en el presente trabajo se tratará, en un primer aspecto, de describir el efecto que producen el clima, la vegetación, el suelo, sobre sus distintos niveles de producción, así como estos factores determinan el proceso de descomposición/desaparición de la hojarasca, a través de la dinámica del carbono (C) y del nitrógeno (N) que se describen de estos procesos, y posteriormente, determinar cómo se correlacionan estos procesos con las variaciones temporales en las precipitaciones y las temperaturas ambientales, bajo la vegetación de gramíneas de una sabana de *Trachypogon* (VN), como también bajo dos coberturas introducidas de una gramínea *Brachiaria dictioneura* (BD) y una leguminosa *Centrosema macropcarpum* (CM).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio y clima.** La investigación se desarrolló en la Estación Experimental “La Iguana”, ubicada geográficamente a 8° 25' N y 65° 25' O y una altitud entre 80-120 msnm (Riera y Guerrero, 1984), en las sabanas del Sur-Oriente del estado Guárico de los Llanos Centrales Venezolanos a 80 km al sur-este de la población de Santa María de Ipire. Según la clasificación de Ewel *y col.* (1976), la estación se ubica en la zona de vida de bosque seco tropical (Figura 1). El clima es biestacional con dos períodos contrastantes muy marcados; uno seco que va desde noviembre a mayo y otro lluvioso de junio a octubre.

La precipitación total anual oscila entre 950 y 1300 mm y las temperaturas medias mensuales entre 26°C y 30°C, siendo los meses más calurosos marzo, abril y mayo (Mata, 1986). En este entorno, predominan

las sabanas bien drenadas o sabanas de *Trachypogon* (Ramia, 1967) caracterizadas por grandes extensiones de gramíneas, dominadas por los géneros de *Trachypogon* y *Axonopus*, con árboles dispersos de las especies *Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia* y *Bowdichia virgilioides*. Fisiográficamente puede caracterizarse como una altiplanicie de mesa conservada combinada con depósitos eólicos y algunos afloramientos del material terciario, la pendiente general es de 1-3%, con predominio de un suelo de tipo Ultisol de textura arenosa, con un drenaje interno rápido a moderadamente rápido (Hernández-Hernández *y col.*, 2007). En general los suelos poseen baja fertilidad natural en forma de MOS, con pH ácido a extremadamente ácidos que puede variar entre 4,5 y 5,8 (Arias y López, 1979; Hernández-Hernández *y col.*, 2011), y muy baja disponibilidad de fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) (Hernández-Hernández *y col.*, 2007).



**Figura 1.** Mapa que indica la ubicación original de los ensayos de coberturas en la Est. Exp. la Iguana en un suelo Ultisol del Sur-Este del Edo. Guárico. (A) maíz / gramínea: *Brachiaria dyctioneura* (BD), (B) maíz / leguminosa: *Centrosema macrocarpum* (CM) y (C) sabana de *Trachypogon* como elemento representativo de la vegetación natural (VN)

**Manejo.** Este trabajo se centró en el marco del proyecto: “Manejo agroecológico de suelos de sabanas bien drenadas, con unidades de producción cereal-ganado”, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias, se estableció un agroecosistema de maíz-ganado en suelos de sabanas bien drenadas, bajo siembra directa con maíz y coberturas de gramíneas y leguminosas con diferentes tipos de fertilización (Bravo *y col.*, 2001; Hernández-Hernández *y col.*, 2011). Para el año 2002 se introdujeron en parcelas adyacentes dos tipos de coberturas perennes en el agroecosistema: la leguminosa *Centrosema macrocarpum* (CM) y la gramínea *Brachiaria dyctioneura* (BD), considerándose la vegetación

natural del ecosistema de la sabana de *Trachypogon* como el tratamiento testigo (VN), ubicada en una parcela adyacente al área experimental. Ambas coberturas se establecieron durante dos años. Al cabo de ese tiempo, se realizó un primer corte de las coberturas para su establecimiento, continuando así con este tipo de manejo en los siguientes ciclos.

**Diseño experimental.** El diseño experimental del ensayo correspondió al de parcelas grandes sin repetición, para el cual se realizó un estudio previo de variabilidad espacial (Machado, 2000), con ello se estableció la orientación y el tamaño de las parcelas para ambas coberturas, al igual que el número de muestras representativas para el suelo y coberturas (Hernández-Hernández *y col.*, 2007).

**Muestreo.** Para el año 2006, al tercer ciclo de siembra, tanto en el agroecosistema de cobertura como en el ecosistema de sabana de vegetación natural (*Trachypogon*), se cuantificó la hojarasca total mediante el uso de un aro de 50 cm de diámetro, recolectándola dentro del aro al ras del suelo. El mismo se tomaron al azar un total de 9 veces por cada tratamiento de cobertura en cada momento de muestreo durante el ciclo del cultivo del maíz (0, 19, 38, 74 y 123) días después de la siembra (dds), siendo determinadas dichas fechas de muestreo, por las distintas fases de desarrollo del maíz (desarrollo vegetativo, floración, llenado del grano y maduración y cosecha), en coincidencia con el inicio de la temporada de lluvias entre los meses de mayo y julio (ciclo de cultivo de secano del año 2006). La hojarasca recolectada se procedió a secar a 60°C para pesarla posteriormente a las 72 horas. Los resultados se expresaron en (kg/ha) (Gillen y Smith, 1986; Padrino, 2005). Para el subsistema suelo, el muestreo fue simultáneo al de hojarasca y se realizó con un barreno a una profundidad de 0-15 cm.

Este trabajo, se centró en describir y analizar la dinámica de producción de biomasa de hojarasca y del C y N asociadas a estas, bajo una cobertura de leguminosa y gramínea. Considerando a la vegetación natural (VN), sabana de *Trachypogon*, como el tratamiento testigo del efecto de la introducción de las coberturas en este ecosistema. Se analizaron también junto a estas las dinámicas de temperatura ambiente y la humedad del suelo. Considerando evaluar el efecto en cantidad y calidad la descomposición inicial del material vegetal bajo cada agroecosistema proveniente producto del corte de cobertura en la BD y CM. Posteriormente, se analizó el efecto inicial del corte de las coberturas introducidas sobre las tasas de desaparición y ganancias, como sobre la tasa de renovación del agroecosistema. Para finalmente, verificar la distribución neta en porcentaje del C y N presentes en las distintos componentes de cada cobertura (suelo, cobertura, raíces y hojarasca).

**Metodología analítica.** Para evaluar la dinámica en respuesta a la introducción de distintos tipos de cobertura en comparación con la sabana de *Trachypogon* (VN), en cuanto a sus aportes de biomasa de hojarasca,

traducidos en C y N tanto a nivel de la hojarasca como del suelo. Se determinó el porcentaje de C a través de la metodología de C total por oxidación húmeda con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y ácido sulfúrico concentrado, según la metodología de Anderson e Ingram (1993), junto al porcentaje de MOS, según el factor de conversión  $MO = 1,724$ , por estos mismos autores. Así como el N total por la metodología de digestión húmeda o método Kjeldahl (Bremner, 1965). La producción y desaparición de biomasa de hojarasca se estimó a través del aumento y disminución observados a lo largo del ciclo, según el método inicialmente propuesto por Sims y Singh (1978); Rodríguez y col. (2013). El análisis de la tasa de aumento y desaparición de las biomassas (C), esta fue estimada mediante las fórmulas de Pérez y Smid (1984) y según los métodos referidos por Kevet y col. (1971). La fórmula adaptada fue la siguiente:

$$C = (W_2 - W_1) / P(t_2 - t_1)$$

Donde:

$W_1$  = Biomasa en un momento inicial

$W_2$  = Biomasa en un momento final

P (área)= $m^2$

$t_1$  = tiempo inicial

$t_2$  = tiempo final

C = Aumento o disminución

La tasa de renovación (Tr) fue calculada por Singh y Singh (1981) por la fórmula:

$$Tr = (X_{\text{máx}} - X_{\text{min}}) / X$$

Donde:

$X_{\text{máx.}}$ : biomasa máxima (kg)

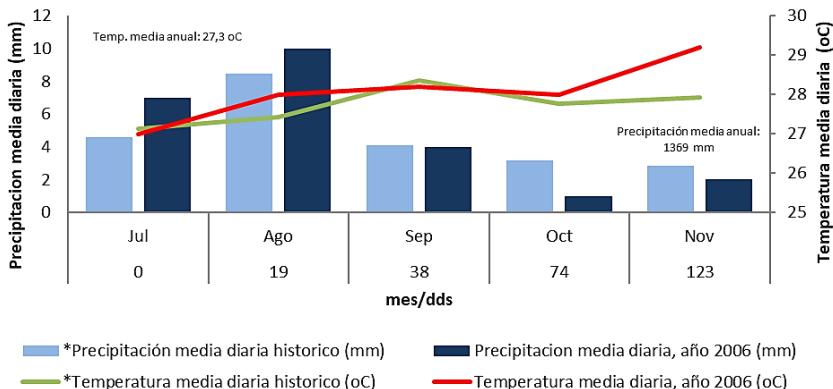
$X_{\text{min.}}$ : biomasa mínima (kg)

X: biomasa media (kg)

**Datos climáticos.** En este contexto, para el año 2006, se estimó el inicio del fenómeno de El Niño que ocurrió entre 2006 y 2007, y el cual fue catalogado como débil a moderado. La predicción para ese año, en esta región de los llanos orientales y en especial con los maizales, fue que estos no se desarrollarían adecuadamente, por la falta de agua en el período de floración (julio) y en el período de llenado de granos (agosto) en pleno fenómeno del niño, lo que produjo pérdidas importantes de rendimientos. Dado este escenario, la siembra del maíz en la sabana, fue retrasada, hasta julio, ocurriendo los períodos de floración (septiembre) y en el período de llenado de granos (octubre). No obstante, el fenómeno del niño causó irregularidades en la distribución de agua en forma de períodos cortos de sequía denominada como “veranitos”.

En la Figura 2 se muestra la comparación entre los datos climáticos del año 2006 con sus históricos de 3 años previos a los muestreros. Las precipitaciones anuales históricas variaron entre los años 1999, 2000 y

2001, en un rango entre los 1250 y 1369 mm, con una temperatura media anual de 25 a 31 °C. Concordando con los datos recogidos durante el periodo de estudio (ciclo norte verano) comprendido entre los meses de julio a noviembre del año 2006 (Figura 2), donde se produjeron precipitaciones diarias entre los 1 a 10 mm, con variaciones de temperatura diarias entre 27 y 29 °C y máximos de temperatura diaria de alrededor de 33 °C, en comparación con su histórico diario entre 3 a 8 mm y temperatura media de 27 a 28 °C, con máximos de temperatura diaria de 34 °C.

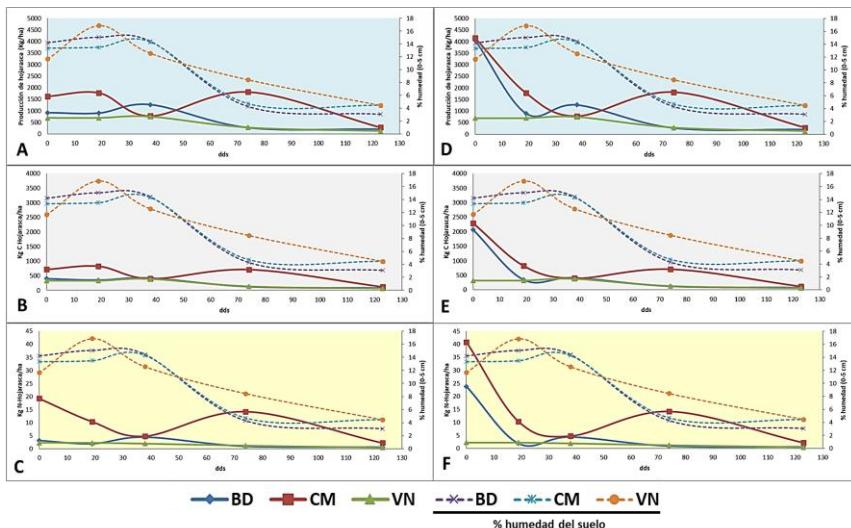


**Figura 2.** Comparación entre los promedios históricos de precipitaciones y temperaturas medias diarias y los medidas durante el muestreo. Datos históricos de precipitación y temperatura medias corresponden a los años (1999, 2000 y 2001) Vs los datos del ciclo de siembra maíz-coberturas (2006).

**Análisis estadístico.** Se empleó un análisis descriptivo de los datos y un análisis de varianza (ANOVA). Para valorar y comparar las respuestas obtenidas por efecto de la presencia de la BD y CM, en comparación con la sabana de *Trachypogon* (VN). Para las diferencias de medias entre variables, se utilizaron las pruebas de Tukey al (95%) de confianza. En el análisis estadístico de los datos se utilizaron los programas estadísticos R Core Team. (2021) y SPSS 19 (1989 – 2024) para Windows. Por otro lado, se utilizó el Análisis de Componentes Principales ACP- Past 4.17 (2013-2020), para describir dentro del conjunto de datos en términos de nuevas variables («componentes») no correlacionadas o posiblemente correlacionadas. Los componentes se ordenan por la cantidad de varianza original que describen, por lo que la técnica es útil para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Esta convierte un conjunto de observaciones en un conjunto de valores de variables sin correlación lineal llamadas componentes principales.

## RESULTADOS

**Dinámica y producción de hojarasca en función de la humedad del suelo.** La dinámica en la producción de hojarasca en el sistema con y sin efecto inicial del corte, bajo la influencia de la humedad del suelo se puede observar en la Figura 3 (A, B, C, D, E y F), los cuales mostraron estadísticamente diferencias significativas ( $p<0,05$ ). Los acumulados iniciales, sin la acción del corte de las coberturas, en el tiempo cero se presentan en las Figuras 3 (A, B, C), dicho acumulado indica ser mayor bajo la CM 1629 kg/ha, sobre la BD y la VN de una sabana de *Trachypogon*, con 920 y 698 kg/ha, respectivamente (Figura 3 A). Este primer resultado en el caso de las gramíneas, de haber un cierto equilibrio en lo acumulado naturalmente podría estar en concordancia con lo señalado por Chacón (1988); Medina y Sarmiento (1981); Bulla y Sánchez (1986) y Hernández-Valencia y López-Hernández (1997b); acerca de las sabanas protegidas como lo es La Iguana y Uverito, sobre suelos muy pobres, la protección prolongada, permite que se alcancen un equilibrio entre los procesos de producción y descomposición, de manera que las cantidades de MO producidas pudiesen ser comparables a las que se descomponen del material seco acumulado.



**Figura 3.** Dinámica y producción de hojarasca en función de la humedad del suelo presente durante el ciclo, sobre las producciones de hojarasca, C y N en (kg/ha) en la gramínea BD: *Brachiaria dictyoneura*, la leguminosa CM: *Centrosema macrocarpum* y VN: Vegetación natural (*Trachypogon*). Figuras (A, B y C): muestran la condición inicial del sistema sin efecto de la adición por corte. Y las figuras (D, E y F): muestran la condición inicial del sistema con el efecto de la adición por corte.

En el tratamiento con la CM es donde se presenta una reducción importante en su hojarasca a los 38 dds. Aspecto, que se ve igualmente más marcado cuando inicialmente se suma el efecto del corte en ambas coberturas, en el cual la biomasa de hojarasca está en el orden de 4.000 kg/ha (Figura 3 D). En ambos escenarios de coberturas, la dinámica de reducción de la hojarasca, entre los 19 dds para las gramíneas y 38 dds para la leguminosa, concuerdan con lo reportado por Sánchez *y col.* (2008), en estudios realizados en ecosistemas de pastizales en Cuba, en el que se indicó que la descomposición de la hojarasca fue más marcada en las leguminosas que en las gramíneas. En este mismo sentido, Crespo *y col.* (2001), reportaron que la hojarasca en las leguminosas tiende a desaparecer totalmente antes de los 246 días, manteniéndose contrariamente en ese mismo número de días, aún en permanecía más del (80%) del peso inicial de hojarasca de las gramíneas del estudio con predominio de *Brachiaria decumbens*. Por su parte Crespo y Pérez (1999 y 2000); Crespo y Col., (2015) concuerdan en señalar que las gramíneas muestran una menor capacidad para acumular hojarasca que las leguminosas, llegando ésta a no superar los 300 g/m<sup>2</sup>/año; lo que es un indicativo del muy bajo aporte a nivel superficial del suelo.

Por otro lado, la humedad del suelo es señalada como un factor clave en la reactivación de la actividad microbiana, la cual tiene una estrecha relación con la cantidad de material vegetal incorporado al suelo y su calidad. En tal situación, se esperaría que este factor afectara la velocidad de descomposición, al verse establecidas en una condición de suelo de baja fertilidad natural. En otro sentido, las Figura 3 (D, E, F) se presentan las dinámicas con el aporte que da la labor de corte inicial de coberturas, las cuales elevaron notablemente los niveles iniciales de hojarasca en ambas coberturas introducidas en comparación con la VN. En consecuencia, se observó un relativo mantenimiento de la humedad del suelo por este hecho. Siendo bajo la BD el incremento de inicial de hojarasca, vía corte de coberturas de aproximadamente 3160 kg/ha, que corresponde a un (79%) en comparación con la CM, donde el valor máximo fue 2537 kg/ha, correspondientes a un (62%). Bajo esta circunstancia la rápida descomposición dada la mezcla de hojarasca “nueva” producto del corte y la hojarasca vieja de calidades muy distintas, pareciese responder más favorablemente con la dinámica de mayor humedad del suelo entre los 0 – 38 dds (Figura 3 D, E, F).

La identificación en el período de un máximo de lluvias a los (19 dds) como el punto donde se produjo una importante aceleración en la descomposición del material necrosado. En términos de proporciones entre las distintos componentes vegetales y del suelo, indica que en los primeros 19 días, fue mayor bajo la BD (-3178,50 kg/ha) con un (77%), en comparación con la CM (-2387 kg/ha) correspondiente a un (57%) (Figuras 3 D, E, F). En este apartado, Handayanto *y col.* (1995); Sánchez *y col.* (2008b) plantearon que las tasas de descomposición y de liberación del C y N son

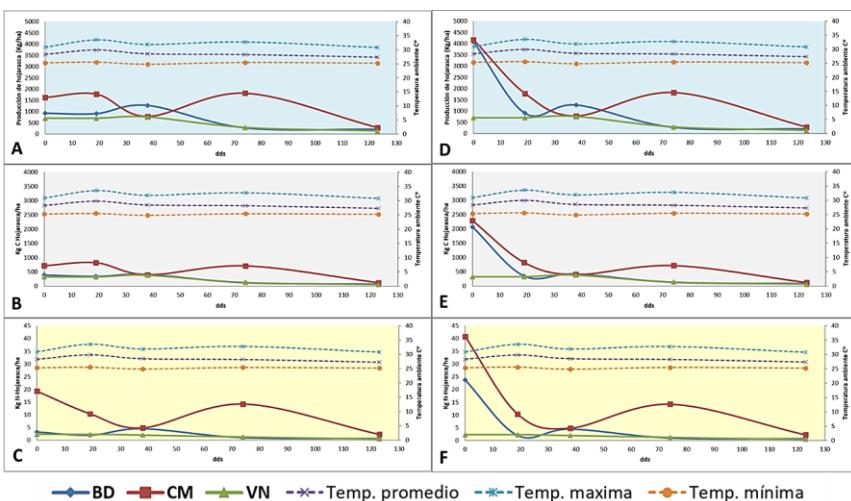
más altas cuando la precipitación es mayor, debido probablemente a la remoción de los compuestos solubles de C, como de algunos polifenoles, y a una notable reactivación microbiana asociada a los procesos de descomposición. En este contexto, destacó que la mayor oferta de N estuvo asociada a las coberturas introducidas en la sabana. Siendo mayor en la CM con un remanente de 38 kg N/ha, en comparación con los 23 kg N/ha en la BD, y la VN, con solo un 2 kg N/ha. En este sentido, la hojarasca de la CM, posterior al rápido proceso inicial de descomposición, se presenta como la única cobertura que tendió a mantener un remanente de hojarasca no descompuesta; marcando una diferencia con respecto a las gramíneas tanto natural como introducida, que parecieron descomponer gran parte de su material vegetal en los primeros momentos del ciclo.

En el caso de la VN, la dinámica indica que el suelo de la sabana de *Trachypogon* mantiene humedad en sus primeros 5 cm de profundidad durante el periodo de mayor precipitación, en los primeros 19 dds y 38 dds. Esto es de destacar, dada la baja distribución de esta cobertura y su baja producción de hojarasca sobre un suelo arenoso. En tal sentido, bajo todas las coberturas, las distintas dinámicas de humedad confluyen hacia el final del ciclo a un nivel cercano de humedad entre un 3 a 4% (Figura 3 A, B, C, D, E, y F). Sin embargo, en el caso de la sabana de *Trachypogon* (VN), la tendencia lineal de perdida de humedad bajo su suelo, fue aún menor que la observada bajo la DB y CM, lo que pudiese ser explicada a través de las posibles salidas por una alta evapotranspiración e infiltración del agua de estos ambientes, aunado a una menor protección por parte de esta cobertura y a la textura arenosa propia de la sabana. Pero también a diferencias en la demanda de agua por los procesos de formación de nueva biomasa por parte de las coberturas de BD y CM, que mostraron ser sustancialmente similares entre los 38 y 74 dds.

**Dinámica y producción de hojarasca en función de la temperatura ambiente.** Se analizó la dinámica de la producción de hojarasca en el agroecosistema en función de la temperatura ambiental diaria durante el ciclo (Figura 4 A, B, C, D, E, y F), las cuales mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p<0,05$ ). La temperatura del suelo por lo general es considerada como un factor clave en los procesos de descomposición junto con la humedad, y esta como es de esperar debería responder a un cambio general en la temperatura ambiental durante el día.

En la Figura 4 (A, B, C) se observa que los valores de producción de hojarasca, previos al corte de las coberturas, responden a leves cambios en las temperaturas máximas diarias ocurridos a los 19, 38 y 74 dds. Siendo, al igual que con la humedad del suelo, mayores los procesos de descomposición de la hojarasca bajo la CM, en comparación con la BD y la VN. Como se observó con el factor: humedad del suelo, la temperatura más alta diaria alcanzada durante el ciclo estuvo presentes en los primeros 19 dds (33 °C) y a los 74 dds (31 °C), principalmente hacia las horas del

mediodía en la que la incidencia solar fue mucho mayor. La sabana en el sentido ecológico, mostró un patrón bastante estable de distribución de temperaturas mínimas, medias y máximas para el año 2006, esto a pesar de los primeros efectos del fenómeno del Niño en forma de “veranitos”, reportados para la época.



En esta misma dinámica, la rápida descomposición de las coberturas responde al factor de temperatura más altas entre los 19, 38 y 74 dds, principalmente cuando a la hojarasca inicial se le adiciona la cobertura recién cortada en forma de un “abono verde” (Figura 4 D, E, F). En este contexto, existen algunos autores que plantean que la temperatura explica en mayor medida el proceso de descomposición que las precipitaciones (Brown *y col.*, 1994; Aerts, 1997), debido a que este factor puede regular las poblaciones de los descomponedores y la velocidad de las reacciones químicas. Según Kononova (1975), citado por Sánchez *y col.* (2007; 2008b), al analizar varias publicaciones, estas llegan a una similar conclusión, en cuanto a que la intensidad máxima de la descomposición de la MOS se observa en condiciones de temperatura moderada (alrededor de 30°C) y con un contenido de humedad de alrededor del 60-80% de la capacidad máxima de retención de agua del suelo. Sin embargo, el aumento o la disminución de la temperatura y de la humedad simultáneamente, más allá de los niveles “óptimos”, puede llegar a producir la disminución de la descomposición de la MOS.

En la dinámica de producción de hojarasca, como de C y N asociado a su producción, bajo la CM, se observó un periodo de mayor temperatura máxima (32,8 °C) a los a los 74 dds, lo cual parece estar en conexión con procesos de descomposición secundarios, dada la calidad del material de hojarasca remanente depositado aún en el suelo. De hecho, se reportó en otros trabajos realizados en el marco del proyecto, que la CM fue más significada, lo que pudiera haber afectado la biomasa microbiana del suelo y su actividad respiratoria, haciendo el proceso de descomposición mucho más lento (Padrino, 2005; Anugroho *y col.*, 2010; Ramírez *y col.*, 2017;). Bajo este mismo contexto, todas las coberturas en su dinámica convergen a los 123 dds al final del ciclo en una baja presencia de biomasa de hojarasca remanente, con valores en la CM (285 kg/ha), BD (206 kg/ha) y VN (133 kg/ha) (Figura 4). En este contexto, según Trofymow *y col.* (2002), el decrecimiento de la temperatura conlleva a una reducción eventual de la actividad de los organismos descomponedores. Señalándose que en la medida que aumentan los valores de humedad y temperatura “óptimos” disminuye la descomposición de hojarasca, lo cual conlleva a considerar a esta como una hojarasca remanente en el ecosistema. En similitud, se ha señalado que las abundantes lluvias pueden favorecer el lavado de los compuestos más hidrosolubles en la hojarasca y en el suelo. Por lo que bajo estas condiciones la actividad de los organismos detritívoros y descomponedores es mayor (Martín, 1995; Decaëns *y col.*, 2004), acelerando notablemente la descomposición y, por tanto, disminuyendo la presencia de hojarasca acumulada. Este funcionamiento ha sido reportado por Solórzano *y col.* (1998); Rezende *y col.* (1999) y Sandoval (2006) en pastizales de gramíneas en Venezuela, Brasil y Nicaragua, respectivamente.

**Efecto del corte de las coberturas introducidas sobre las tasas de desaparición, ganancia, y renovación del agroecosistema.** La producción y desaparición de biomasa de hojarasca se estimó a través del aumento y disminución observados a lo largo del ciclo, en cada uno de los períodos de muestreo. Primeramente, los valores positivos son indicativos de una disminución en la acumulación de hojarasca, producto de una menor renovación, o también debido a una rápida descomposición. Contrariamente, los valores negativos indican un aumento en la acumulación de hojarasca, producto de una menor renovación, o también una menor velocidad de descomposición. En tal sentido es notable el efecto del corte de coberturas sobre estos procesos, al señalarse los mayores valores negativos en ambas coberturas introducidas en los primeros 19 dds. Este mismo efecto, es señalado de forma neta entre los 0-123 dds, con ambas coberturas con un valor de tasa de desaparición neta de (-31,50), que se traducirían que los procesos de descomposición neta de la hojarasca, se verían compensados por la cantidad y la calidad del material vegetal extra introducidos al suelo por vía del corte en la BD (Tabla 1).

En el caso particular de la CM, sin el efecto del corte inicial, su valor de tasa de desaparición neta de (-10,92) igual a 1629 kg/ha hojarasca inicial, resultó ser mayor al de las gramíneas de BD y VN (-5,81 y -4,60) asociados

a valores iniciales de 900 y 600 kg/ha de hojarasca, respectivamente. Esto confirmaría primeramente el importante efecto del corte, pero secundariamente indicaría que, sin corte, ya hay una alta presencia de un material vegetal acumulado del ciclo anterior en la leguminosa, que aún no ha completado su transformación, por lo que se confirmaría la presencia de un material más lignificado o leñoso en comparación al de las gramíneas menos lignificadas. Por otro lado, la tasa de renovación, como indicador de recuperación del sistema, confirma dichas diferencias entre las calidades y las cantidades aportadas por las coberturas introducidas con respecto a la VN, solo cuando se introduce más biomasa de hojarasca por efecto del corte (Tabla 1). Este aspecto, se contradice con lo señalado por Sánchez *y col.* (2007; 2008) en el que el efecto del corte de las coberturas igualaría a las tasas de desaparición neta del agroecosistema.

**Tabla 1.** Comparación del efecto inicial del corte de las coberturas introducidas sobre las tasas de desaparición y ganancias, como sobre la tasa de renovación del agroecosistema.

SIN EFECTO DEL CORTE DE COBERTURAS						
	Tasas de desaparición o ganancia (kg/ha)				Neta (kg/ha)	Indice
BD	0-19 dds -0,96	19-38 dds 19,24	38-74 dds -27,70	74-123 dds -1,32	0-123 dds -5,81	1
CM	7,88	-52,51	28,81	-31,29	-10,92	1
VN	0,00	2,77	-12,91	-3,13	-4,60	1

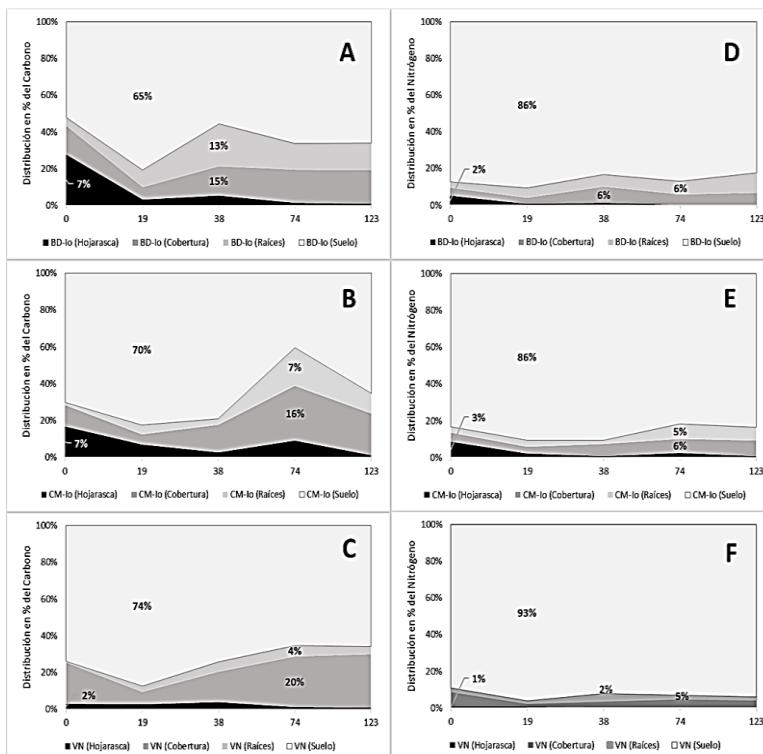
  

CON EFECTO DEL CORTE DE COBERTURAS						
	Tasas de desaparición o ganancia (kg/ha)				Neta (kg/ha)	Indice
BD	0-19 dds -167,29	19-38 dds 19,24	38-74 dds -27,70	74-123 dds -1,32	0-123 dds -31,50	3
CM	-125,64	-52,51	28,81	-31,29	-31,55	2
VN	0,00	2,77	-12,91	-3,13	-4,60	1

Valores positivos: indican decrecimiento en la acumulación de hojarasca, producto de una menor renovación, o también debido a una rápida velocidad de descomposición. Valores negativos: indican acumulación de hojarasca, producto de una mayor renovación, o también debido a una lenta velocidad de descomposición., dds (días después de la siembra). BD: *Brachiaria dictyoneura*, y la leguminosa CM: *Centrosema macrocarpum* y VN: Vegetación natural (*Trachypogon*).

Distribución del C y N en las fracciones del suelo, hojarasca, coberturas, raíces y el suelo. La distribución en porcentaje del C entre las distintas componentes de las coberturas y del suelo en los primeros 5 cm de profundidad se muestran en la Figura 5 (A, B, C). Como se aprecia en las gráficas, el suelo funciona como un importante sumidero del total de C bajo todas las coberturas en la sabana. Estando estas en una proporción del (65 al 74%) en la BD y VN, respectivamente. Tras el periodo de rápida descomposición de la biomasa de hojarasca y necromasa, entre los 19 y 38 dds, la producción de cobertura aérea y de raíces se presentan como los principales componentes dinamizadores del C dentro de la fracción vegetal en los agroecosistemas. Denotándose diferencias entre la BD y CM, debido sus características intrínsecas de productividad, calidad y fisiología, lo cual es definido principalmente por sus distintos valores de relación de C/N. No obstante, en la sabana de *Trachypogon*, la presencia del C aparece más acentuada en su producción aérea de biomasa, representando está un 20%

con respecto a sus otros componentes. Ello sugiere que la baja acumulación de materia seca en esta cobertura en el mantillo en forma de hojarasca es producto de que la mayor parte de la descomposición de las hojas muertas en pie es de mayor cuantía respecto al mantillo, aportando por esta vía hasta un 89,6% del material aéreo descompuesto (Hernández-Valencia y López-Hernández, 1997a y b). Mientras que, bajo las coberturas introducidas de BD y CM, la suma del C asociado a las raíces como en la cobertura, superan al total de C presente en el *Trachypogon* en las mismas fracciones. No obstante, cabe destacar que entre las gramíneas la acumulación del C no sigue un mismo patrón entre las fracciones de raíces y aérea, diferenciándose de la CM, donde está posterior a los a los 74 dds parece recuperarse más tardíamente (Figura 5 A y C). A este hecho, se añade el efecto que tiene sobre la producción de biomasa de hojarascas a través del corte, estas indican que bajo las coberturas BD y CM, hay similitudes en cuanto al aporte de C de hasta un 7%, que supera al 2% asociado a la VN. Estos resultados, por tanto, son un indicativo importante de la capacidad de recuperación y estabilización a corto plazo del C dentro del ecosistema de sabana ante la introducción de coberturas.



**Figura 5.** Distribución en porcentaje del C y N en las fracciones del sistema (Suelo, cobertura, raíces y hojarasca) en: BD (A): *Brachiaria dictyoneura*, CM (B): *Centrosema macrocarpum* y VN (C): Vegetación natural (*Trachypogon*).

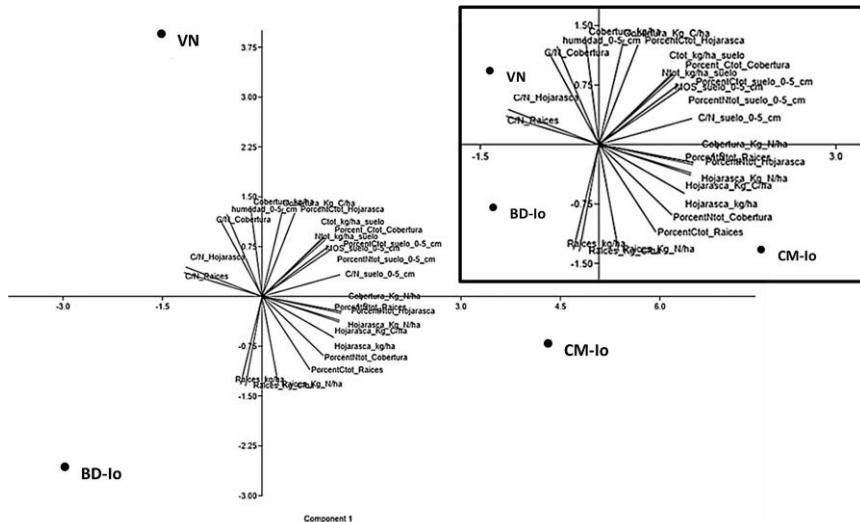
En la Figura 5 (D, E, F) se observa la distribución del N entre los distintos componentes de las coberturas y el suelo, en los primeros 5 cm de profundidad. El N es un importante elemento dinamizador de la recuperación de las coberturas en la sabana, además de ser un elemento muy limitado, dada la acidez natural de estos suelos. Su importancia radica en que este elemento es esencial para la conformación de proteínas, lo que define la calidad y la cantidad de las mismas coberturas como forraje para el ganado en la sabana. Sin embargo, el aporte en términos de calidad de la CM en el agroecosistema se ve limitado debido a su menor producción de forraje, el cual se ve compensado por un mayor aporte de N, aproximado a 16 kg/ha N, en comparación con 10,4 kg/ha N en la *Brachiaria* y 7,8 kg/ha N en el *Trachypogon*, que se traduce en proteína cruda para el consumo del ganado (Ramírez *y col.*, 2017).

Al igual que con el C, este elemento está mayormente presente en el suelo bajo todas las coberturas, entre un (86 a 93%) del total del agroecosistema, lo que indica que el suelo es su principal sumidero. Por ser estos suelos de características arenosas y de baja fertilidad natural; el que suceda esto es positivo, debido a la naturaleza muy móvil del N y lo pobre que en contenido se encuentra este elemento en los suelos de sabana. En tal sentido, los aportes de N tras el corte de las coberturas en la CM y BD, llegan a ser muy similares en la hojarasca, constituyendo un 2 y 3%, respectivamente, en comparación con la VN de la sabana en la que el N en la hojarasca apenas representa el 1% del N del sistema. Lo que repercute en que la recuperación de este N del suelo en la fracción vegetal, dependa principalmente por la producción aérea y de raíces que está entre un 5 - 6% (Figura 5 D, E).

Tal como ocurrió con la distribución del C, la suma del N presente en la cobertura aérea y las raíces, dobla a lo acumulado en los mismos componentes bajo el *Trachypogon*. En el caso de la sabana natural VN, el N al no contar con una incorporación de material vegetal vía corte, muestra contrariamente a las coberturas introducidas signos de acumulación y aprovechamiento más eficientes por parte de la misma planta en su retoño anual por efecto de las lluvias. Lo que, desde un punto de vista ecológico, podría indicar un mecanismo de eficiencia de esta cobertura natural a las condiciones de acidez y baja fertilidad propias de los suelos de sabana. Por otra parte, las coberturas introducidas de BD y CM garantizan de cierta manera la estabilidad del N en el agroecosistema, principalmente debido al aumento en la oferta de biomasa en cantidad y calidad. Concordando de este modo con Eekeren *y col.* (2010) quienes señalaron las ventajas de la utilización de gramíneas y leguminosas como coberturas, con respecto a su contribución de N por una mayor producción de biomasa aérea y subterránea, como a su positivo efecto sobre los procesos de mineralización del N. Este planteamiento concuerda con Heal *y col.* (1997) que destacaron que además de la mineralización del N, la inmovilización conlleva a la síntesis de nuevas moléculas orgánicas a partir de formas inorgánicas.

Este proceso, llevado a cabo por los microorganismos del suelo, es mayor cuando los residuos son de baja calidad. Por lo que la mineralización neta de N en el suelo puede ser considerada como un balance entre los procesos de mineralización e inmovilización (Giller y Wilson, 1991).

**Análisis de componentes principales.** En vista de las tendencias encontradas en los análisis, se procedió a realizar un ordenamiento de los tratamientos de coberturas a través del análisis multivariado en su modalidad de análisis de componente principal (ACP) (Figura 6). En tal sentido, el análisis identificó que el componente 1 recoge el 56% de variación (Eigenvalue de 14,07), lo que explica que hay una mayor afinidad a ser explicados los fenómenos de transformación de la hojarasca y necromasa entre las variables de suelo y de cobertura, principalmente con respecto a la presencia de la cobertura de leguminosa CM. Por otro lado, se encuentra que bajo ambas coberturas de gramíneas (BD y VN) el componente 2 recoge solo un 43% de variación (Eigenvalue de 10,92) y ofrece un nivel de explicación y de relación con las variables mucho más débil.



**Figura 6.** Análisis de análisis multivariado de componente principal (ACP) entre las variables medidas de las coberturas y sus fracciones de hojarasca, cobertura aérea, raíces y de suelo.

Las relaciones C/N en la hojarasca, cobertura, y de raíces son conexas a la presencia de ambas coberturas en la sabana, y a sus niveles de producción de biomasa. Si se suman las variaciones recogidas en ambos componentes del ACP, se alcanza un 80% del total de la varianza explicada, lo que indica la utilidad de las distintas mediciones realizadas para

describir las diferencias en los manejos de las coberturas en su introducción, como el efecto que estas tienen al ser introducidas en el ecosistema de sabana. En tal sentido, la presencia de gramíneas y leguminosas introducidas en la sabana contribuyen en parte a aumentar la biodiversidad vegetal, pero principalmente la oferta forrajera para el ganado, tanto en cantidad como en calidad. Esto permite potenciar y mantener la población biológicamente diversa de organismos del suelo asociados a ellas, aspecto que debe ser considerado en el fomento de técnicas o prácticas que permitan la mayor sostenibilidad del sistema en la sabana.

La hojarasca, al igual que la biomasa aérea y radicular, se presentan como los otros importantes reservorios de C y N, por lo que ambas se constituyen como las vías de entrada principal de los nutrientes en el suelo, siendo esencial en el reciclado de la MÓS y los nutrientes (Sánchez *y col.*, 2008). Por ello resulta importante el conocimiento de la concentración de nutrientes tanto en la cobertura en pie, como en la hojarasca de las plantas (Thomas y Asakawa, 1993; Crespo y Pérez, 1999).

Los resultados demuestran que, en las coberturas de BD, CM y VN; la capa de suelo más próxima a la deposición de hojarasca entre los (0 - 5 cm) es fundamental para el funcionamiento del ecosistema, concentrando el total de raíces superficiales, y la mayor proporción de detritus en cantidad y calidad (López-Carrasco *y col.*, 2011), lo cual tiende a aumentar drásticamente tras manejo agronómico del corte. Aspecto que determinaría las altas tasas de descomposición inicial de la hojarasca/necromasa y el alto crecimiento y actividad microbiana asociadas a estos procesos, a una tasa de renovación lo suficientemente rápida, como para que las coberturas puedan aprovechar el reciclaje de nutrientes en aprovechamiento del cambio en las condiciones de humedad y temperatura de la sabana durante la temporada de lluvias. En vista de los análisis, la humedad y la temperatura aparecen entre las variables más determinantes, en concordancia con (Singh, 1969; Brinson, 1977), porque influyen tanto en el desarrollo de la vegetación como en las actividades de los microorganismos, aspectos que son factores críticos en la formación y mantenimiento del suelo. Coincidendo con la hipótesis expuesta por Berg y Laskowski (2005) y Sánchez (2007) quienes plantearon que, aunque ambos factores climáticos pueden influir en el proceso de descomposición, se une lógicamente la diferencia en la calidad y en la edad de los diversos materiales vegetales que son incorporados al suelo.

## **CONCLUSIONES**

La hojarasca constituye una importante fuente de nutrientes para el suelo. La cantidad de hojarasca caída por periodo de tiempo es utilizada como una medida de la productividad primaria neta. En el trópico, los procesos de descomposición y los flujos de nutrientes son complejos, debido a las condiciones del clima y a las características de la biota. En tal

sentido, el clima modifica notablemente la naturaleza y la rapidez de la descomposición de los restos vegetales en la superficie del suelo, de modo que ejerce una importante influencia en el tipo y la abundancia de la materia orgánica. La variación de la temperatura y la humedad pueden ejercer un mayor o menor efecto, si a esto unimos el manejo del corte de las coberturas, como un elemento dinamizador del sistema, al introducir material vegetal fresco en forma de un abono verde.

Esto nos permite predecir el funcionamiento del agroecosistema de coberturas introducidas en cuanto a pérdidas y recuperación de biomassas durante el proceso de descomposición en periodos de tiempo bastante cortos. Igualmente, se deduce que la presencia de las gramíneas y las leguminosas en los pastizales contribuye a aumentar la diversidad vegetal en el suelo, lo que permite mantener la población biológicamente diversa de organismos, aspecto que debe ser considerado en el fomento de técnicas o prácticas que permitan la mayor sostenibilidad del sistema. Por tanto, se concluye que las coberturas tanto las introducidas, como la propia de la sabana aportan estabilidad al suelo en función principalmente de su producción de aérea y de raíces, permitiendo en el caso de las coberturas introducidas de BD y CM, elevar y mantener el nivel nutricional del suelo de la sabana, como también mejorar su rol ecológico de fuente/sumidero del C y N, como parte de una oferta forrajera viable dentro del contexto de las técnicas de manejo regenerativo para una sabana bien drenada.

## LITERATURA CITADA

- Aerts, R. 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaflitter decomposition in terrestrial ecosystems- a triangular relationship. *Oikos* 79: 439.
- Anderson, J.M. y J.S.L. Ingram. 1993. *Tropical soil Biology and fertility: A handbook of methods* (2nd edition). Wallinford, UK: CAB international. 298 p.
- Anugroho, A., M. Kitou, F. Nagumo, K. Kinjo, y G. Jayasinghe. 2010. Potential growth of hairy vetch as a winter legume cover crops in subtropical soil condition. *Soil Science and Plant Nutrition* 56: 254-262.
- Arias, I., y G. López. 1979. Característica de los sistemas de producción de la zona de colinas de la región Oriental de Guárico. FONAIAP. Estación Experimental del Nor-Oriente. Valle de la Pascua. Estado Guárico. Boletín N° 3. 56 pp.
- Bai, Y. y M.F. Cotrufo. 2022. Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. *Science* 377(6606):603-608.
- Berg, B. y R. Laskowski. 2005. *Litter decomposition: A guide to carbon and nutrient turnover*. (Eds. B. Berg y R. Laskowski). Academic Press, New York. 448 p.
- Bertsch, H.F. 1995. *La Fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica. 157 p.
- Bulla, L. y P. Sánchez. 1986. Variaciones estacionales de la composición florística, diversidad y flujo de energía en una sabana de *Trachypogon* ubicada en Uverito. Informe presentado al CONARE. IZT. UCV, 29p.
- Bravo, C., R.M. Hernández, Z. Lozano, B. Moreno y L. Piñango. 2001. Alternativas para el mejoramiento de la productividad del sistema maíz – ganado en suelos del estado Guárico". Segundo Informe de Avance de Proyecto. 190 p.
- Bremner, J.M. 1965. Nitrogen availability indexes. En: *Methods of soil analysis, part 2*. C. A. Black (ed). Agronomy 9. Am. Soc. Of Agron., Madison, Wisconsin. 1324-1345 pp.

- Brinson, M.M. 1977. Decomposition and nutrient exchange of litter in an alluvial swamp forest. *Ecology* 58:601.
- Brown, S., Anderson, J.M. Woomer, P.L. Swift, M.J. y E. Barrios. 1994. Soil biological processes in tropical ecosystems. En: *The Biological management of tropical soil fertility*. (Eds. P.L. Woomer and M.J. Swift). John Wiley and Sons, Chichester, UK. 120 p.
- Bruno-Eutimio, D.I., M.L. Avendaño, Y. Perroni, J. Salinas-Ruiz, M.C. Vargas y S. López-Ortiz. 2022. Descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca de árboles en pastizales. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 9(3).
- Calvi, G.P., M.G. Pereira, A.E. Júnior. 2009. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. *Ciência Florestal* 19(2):131-138.
- Chacon, P. 1988. Dynamique de la matière organique et de l'azote dans une savanne à trichypogon du Venezuela. Tesis Doctoral. Univers. De paris 6. Paris. Francia. 187 p.
- Chakravarty, S., P. Rai, N.A. Pala y G. Shukla. 2020. Litter Production and Decomposition in Tropical Forest. En: *Handbook of Research on the Conservation and Restoration of Tropical Dry Forests*. Gupta NC, Kuma A, Soares de Araújo F, Chandra KK, Singh AK, Srivastava N (eds). IGI Global, Hershey, PA, USA. pp: 193-212.
- Crespo, G. y A. Pérez. 1999. Significado de la hojarasca en el reciclaje de los nutrientes en los pastizales permanentes. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:349.
- Crespo, G. y A. Pérez. 2000. Mulch contribution to nutrient recycling in permanent pastures. *Cuban J. Agric. Sci* 33:329.
- Crespo, G., I. García y S. Lok. 2015. Contribution to the study of soil fertility and its relation to pastures and forages production. *Cuban Journal of Agricultural Science* 49 p.
- Crespo, G., J. Ortiz, A.A. Pérez y S. Fraga. 2001. Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 35:39.
- Decaëns, T., J.J. Jiménez, E. Barros, A. Chauvel, E. Blanchart, C. Fragoso y P. Lavelle. 2004. Soil macrofaunal communities in permanent pastures derived from tropical forest or savanna. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103:301.
- Eekeren, van N., M. Bos, J. Wit, H. Keidel y J. Bloem. 2010. Effect of individual grass species and grass species mixtures on soil quality as related to root biomass and grass yield Appl. *Soil Ecology* 45: 275.
- Espinosa, Y. 2004. Calidad de la materia orgánica bajo diferentes prácticas de manejo en un suelo ácido tropical. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21:126-140.
- Ewel, J.A., Y. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico 2<sup>a</sup> edición. MAC-FONAIAP, Caracas. 265 pp.
- Rodríguez, I., L. Hernández, G. Crespo, B. Sandrino y S. Fraga. 2013. Performance of the below ground root biomass in different grasslands of Mayabeque province, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 47(2):201-207.
- Gillen, R.L. y E.L. Smith. 1986. Evaluation of the dry-weight-rank meted for determining species composition in a tallgrass prairie. *J. of Ran. Manag.* 39: 283-285.
- Giller, K. y K. Wilson. 1991. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. CAB International, Wallingford, U.K. 313 p.
- Handayanto, E., G. Cadisch y K.E. Giller. 1995. Manipulation of quality and mineralization of tropical legume tree prunings by varying nitrogen supply. *Plant and Soil* 176:149-170.

- Heal, O.W., J.M. Anderson y M.J. Swift. 1997. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. En: Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. (Cadish, G. and Giller, K.E., Eds.). CAB International. Wallingford, UK. 3 p.
- Hernández-Hernández, R.M., Z. Lozano, C. Rivero, M. Toro, J. Salazar, A. Torres, A. Ojeda, J. Morales y C. Bravo. 2011. Informe final del proyecto “Manejo agroecológico de sabanas bien drenadas con unidades de producción cereal-ganado. 346 p.
- Hernández-Hernández, R.M., Z. Lozano, M. Toro y C. Rivero. 2007. 1er informe de avance de proyecto: “Manejo agroecológico de suelos de sabanas bien drenadas con unidades de producción cereal-ganado. 202 p.
- Hernández-Valencia I. y D. López-Hernández. 1999. Efectos de la quema sobre el ciclo del fósforo en una sabana de *Trachypogon*. Sociedad Venezolana de Ecología. ECOTROPICOS 12(1): 3-8.
- Hernández-Valencia, I. y D. López-Hernández. 1997a. Distribución del fósforo en una sabana de *Trachypogon* de los llanos altos centrales venezolanos. Acta Biológica Venezolica. 17: (2): 59-65.
- Hernández-Valencia, I. y D. López-Hernández. 1997b. Flujo de materia orgánica en el estrato herbáceo de una sabana de *Trachypogon* sometida a quema y pastoreo. Acta Biologica Venezolica 17: 23-33.
- Huechacona, A.H. 2016. Dinámica de la producción de hojarasca y el índice de área foliar (IAF) en un bosque tropical seco en Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Centro de Investigación Científica de Yucatán, México. <https://cicy.repositorioinstitucional.mx>.
- Jastrow, J.D. y R.M. Miller. 1997. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: Feedbacks through organomineral associations. In: R. Lal, J. Kimble, R. Follett, y B.A. Stewart (Eds.). Soil processes and the carbon cycle. CRC Press. Boca Raton. 207-223 pp.
- Karlen, D.L., N.C. Wollenhaupt, D.C. Erbach, E.C. Berry, J.B. Swan, N.S. Eash y J.L. Jordahl. 1994. Crop residues effects on soil quality following 10-years of no-till corn. *Soil Tillage Res.* 31:149-167.
- Kern, J.S. y M.G. Johnson. 1993. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:200-210.
- Kevet, J., J.P. Ondork, J. Necas y P.G. Jarvis. 1971. Methods of growth analysis. En: Plant photosynthetic production. Manual of Methods. Z. Sestak, J. Castky y P. G. Jarvis (Eds.). W. Junk, N. V. Publissher. The Hague. 343 p.
- Kononova, M.M. 1975. Humus of virgin and cultivated soils. En: *Soil components*. Vol. I. (Ed. J.E. Gieseking). Springer-Verlag. Nueva York. 475 p.
- Longhi, S.J., L.B. Chami, L.F. Watzlawick y A. Ebling. 2011. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma floresta ombrófila mista, RS. *Ciência Florestal* 21(4):699-710.
- López-Carrasco, C., M.P. Rodríguez, A. San Miguel, F.G. Fernández y S. Roig. 2011. Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, ISBN 978-84-614-8713-4.
- Machado, W. 2000. Planificación y análisis de experimentos de campo en grandes parcelas sin repetición. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. *Revista de la Facultad de Agronomía. Alcance* (59): 73.
- Martín, A.E. 1995. Reciclado de bioelementos a través de la hojarasca en ecosistemas forestales de la Sierra de Gata. Sistema Central Español. Universidad de Salamanca. Facultad de Ciencias Químicas. España.
- Mata, D. 1986. Evaluación de gramíneas forrajeras en el sureste del estado Guárico. Trabajo de Ascenso. Universidad nacional Experimental Simón Rodríguez. Valle de la Pascua. 135 p.

- Medina E. y G. Sarmiento. 1981. Ecosystèmes pâturels tropicaux du Venezuela; I: Etudes écophysiologiques dans les savanes à *Trachypogon* (Llanos du Centre). En: Ecosystèmes pâturels tropicaux: Recherche sur les ressources naturelles. UNESCO, PNUD y FAO. Boletín no. 16. UNESCO, París, Francia. p. 631-649.
- Mctierman, K.B., M.M. Couteaux, B. Berg, M.P. Berg, R. Calvo de Ant, A. Gallardo, W. Kratzs, P. Piussi, J. Remade y A. Virzo de Santos. 2003. Changes in chemical composition of *Pinus silvestris* needle litter during decomposition along a European coniferous forest climatic transect. *Soil Biology & Biochemistry* 35:801-812.
- Padrino, M. 2005. Dinámica de la descomposición de coberturas en un sistema conservacionista maíz-ganado del estado Guárico. Tesis en Maestría en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 93 p.
- Pérez, E. y P. Smid. 1984. Observaciones de la dinámica de la biomasa aérea de una comunidad herbácea de sabana. *Acta Bot. Cub.* 20:41.
- Quinto, H., Y. Mena-Domínguez y H. Valoyes-Hinestroza. 2017. Relación entre la producción de hojarasca y las condiciones edáficas en bosques pluviales tropicales del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Actualidades Biológicas* 39(106):29-40.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>.
- Ramia, M. 1967. Tipos de Sabanas en los llanos de Venezuela. *Boletín Sociedad Venezolana Ciencias Naturales* 27:264-288.
- Ramírez, E., R.M. Hernández y P. Herrera. 2017. Relaciones suelo-planta-animal en un sistema agroecológico de siembra directa y asociación de coberturas maíz-ganado en sabanas bien drenadas de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 37(1):67-87.
- Rezende, C.P., R.B. Cantarutti, J.M. Braga, J.A. Gomide, J.M. Pereira, E. Ferreira, R. Tarré, R. Macedo, B.J. Alves, S. Urquiaga, G. Cadisch, K.E. Giller y R.M. Boddey. 1999. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic Forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 54:99.
- Ribeiro, F., A. Bussinguer, A. Rodrigues, C. Maisa, L.J. Mikaela, M. Ilvan Valadão y A. Gatto. 2022. How long does it take to decompose all litter in Brazilian savanna forest? 1-8 pp. CERNE. 28. 10.1590/01047760202228012819.
- Riera, J. e I. Guerrero. 1984. Caracterización agroecológica de la región oriental de Guárico. Subestación Experimental Valle de la Pascua. FONAIAP. (Inédito). 159 p.
- Salas, E., L. Parton, A. Joyce y K. Lauenroth. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States: spatial pattern and major controls. *Ecology* 69(1):40-45.
- Sánchez, S., G. Crespo, M. Hernández e Y. Ortega. 2008a. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* y en un sistema silvopastoril asociado con *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 26(3):269-273.
- Sánchez, S., G. Crespo, M. Hernández y Y. García. 2008b. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales. *Pastos y Forrajes* 31(2):99-118.
- Sánchez, C.S., L.G. Crespo y C.M. Hernández. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* y en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes* 30(3):357-371.
- Sánchez, S. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq y en un sistema silvopastoril de *P. maximum* y *Leucaena*

- leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 123 p.
- Sandoval, I.E. 2006. Producción de hojarasca y reciclaje de nutrientes de dos especies arbóreas y dos gramíneas en pasturas de Muy, Muy, Nicaragua. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 160
- Sayer E.J., C. Rodtassana, M. Sheldrake, L.M. Bréchet, O.S. Ashford, L. Lopez-Sangil, D. Kerdraon-Byrne, B. Castro, B.L. Turner, S.J. Wright y E.V.J. Tanner. 2020. Revisiting nutrient cycling by litterfall-Insights from 15 years of litter manipulation in oldgrowth lowland tropical forest. *Advances in Ecological Research* 62:173-223.
- Sims, P.L. y J.S. Singh. 1978. The structure and function of ten western north American grasslands. IV. Compartmental Transfers and Energy Flow Within the Ecosystem. *J. Ecol.* 66: 547.
- Singh, K.P y R.P. Singh. 1981. Seasonal variation in biomass and energy of small root of tropical dry deciduous forest, Vernasi, India. *Oikos* 37: 88.
- Singh, K.P. 1969. Studies in decomposition of leaf litter of important trees of tropical deciduous forest at Varanasi. *Trop. Ecol.* 20:292.
- Smika, D.E. y P.W. Unger. 1986. Effect of surface residues on soil water storage. *Adv. Soil Sci.* 5:111-138.
- Soler, P., J.L. Berroterán, J. Gil y R. Acosta. 2008. Producción de hojarasca de la vegetación nativa en los llanos altos centrales de Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 26(3):265-268.
- Solórzano, N., E. Arends y E. Escalante. 1998. Efectos del Samán (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) sobre la fertilidad del suelo en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis* (Vanderyst) en Portuguesa. *Revista Forestal Venezolana* 42:149.
- Taylor, R.E., O.E. Hays, C.E. Bay y R.M. Dixon. 1964. Corn stover mulch for control of runoff and erosion on land planted to corn after corn. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:123-125.
- Thomas, R.J. y M.M. Asakawa. 1993. Descomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry* 25:1351.
- Trofymow, J.A., T. Moore, B. Titus, C. Prescott, T. Morrison, M. Siltanen, S. Smith, J. Fyles, R. Wein, C. Camire, L. Duschene, L. Kozak, M. Kranabetter y S. Visser. 2002. Rates of litter decomposition over 6 years in Canadian forests: influence of litter quality and climate. *Can. J. For. Res.* 32:789.
- UNESCO-CIFCA. 1980. Ecosistemas de Bosques Tropicales. Informe sobre el Estado de los Conocimientos. Preparado por UNESCO/CIFCA/FAO: 771 pp.
- Vásquez, K., L.D. Alfaro, R. Cordero y A. Morera. 2024. Hojarasca como indicador de producción primaria y su relación con variables climáticas en bosques ribereños de los Corredores Biológicos Montes del Aguacate y Lago Arenal Tenorio, Costa Rica. *Revista Environment & Technology* 5(1):1-27.
- Wei, T. y V. Simko. 2017. R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.84). <https://github.com/taiyun/corrplot>.
- Wu, Z., P. Dijkstra, G.W. Koch, J. Peñuelas y B.A. Hungate. 2011. Responses of terrestrial ecosystems to temperature and precipitation change: a meta-analysis of experimental manipulation. *Global Change Biology* 17:927-942.
- Zhao, M. y S.W. Running. 2010. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000–2009. *Science* 329:940-943.

ABV

## DIÁLOGO DE SABERES PARA LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN LA ORGANIZACIÓN SOMOS RED, ARGENTINA

Juan Céspedes<sup>1</sup>, Sandra Sharry<sup>1,2\*</sup> y Marina Parra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. <sup>2</sup>Universidad Nacional de Río Negro, Viedma, Argentina. <sup>3</sup>Universidad Nacional de Misiones, Argentina. \*sesharry@unrn.edu.ar

### RESUMEN

En el marco de la transición agroecológica que está llevando adelante la organización Somos Red Misiones (@somosredmisiones) se planteó la necesidad de una intervención profesional en el Espacio Productivo y Educativo Ambiental Reverdecer, donde se realizan diferentes actividades y se emplazan una biofábrica de elaboración de bioinsumos y un vivero de especies nativas. El objetivo fue fortalecer las capacidades organizativas y productivas mediante un diálogo de saberes que integró conocimientos técnicos y tradicionales. A través de diagnósticos y metodologías participativas, se consensuaron acciones para promover la conservación del suelo y la biodiversidad. Las labores incluyeron asesoramiento técnico para el cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis*), gestión del vivero de especies nativas y talleres de capacitación. Asimismo, se trabajó en la protocolización de bioinsumos (bokashi y caldo ceniza) para formalizar su comercialización y participación en encuentros en el marco de los "Nodos Agroecológicos Territoriales". Las acciones resultaron en un impacto positivo para que la organización continúe con su transición agroecológica.

**Palabras clave:** agroecología, uso sostenible de la biodiversidad, empleo verde, diagnóstico participativo, organización territorial.

### Dialogue of knowledge for the agroecological transition of the organization Somos Red, Argentina

### ABSTRACT

As part of the agro ecological transition initiative led by Somos Red Misiones (@somosredmisiones), a professional intervention was deemed necessary at the Reverdecer property, where various productive activities of the organization take place. The objective was to strengthen organizational and productive capacities through a 'dialogue of knowledges' that integrated both technical and traditional wisdom. Through diagnostics and participatory methodologies, actions were agreed upon to promote soil conservation and biodiversity. The work included technical advisory services for the cultivation of yerba mate (*Ilex paraguariensis*), management of the native species nursery, and training workshops. Furthermore, efforts were made to develop protocols for bio-inputs (Bokashi and Ash Broth) to formalize their commercialization, alongside participation in meetings within the framework of the 'Territorial Agroecological Nodes.' These actions resulted in a positive impact, enabling the organization to continue its agroecological transition.

**Keywords:** agroecology, sustainable use of biodiversity, green jobs, participatory diagnosis, territorial organization.

### INTRODUCCIÓN

En el marco de la transición agroecológica que está llevando adelante la organización Somos Red Misiones (@somosredmisiones) se planteó la necesidad de una intervención profesional en el Espacio Productivo y

Educativo Ambiental Reverdecer, donde se realizan diferentes actividades y se emplazan una biofábrica de elaboración de bioinsumos y un vivero de especies nativas. El objetivo general de la intervención fue dialogar con las personas que conforman la red, para fortalecer y acompañar a la organización en las diferentes actividades que se realizan, buscando generar buenas prácticas de conservación y uso del suelo, la valorización de la biodiversidad nativa y la transición agroecológica. Se implementó y recomendó el uso de diversas herramientas productivas y la puesta en común de visiones, mediante el diálogo de saberes, compartiendo conocimientos técnicos por parte de los profesionales y conocimientos tradicionales por parte de los lugareños, con el fin de buscar la mejora de aspectos de organización para un crecimiento y desarrollo sostenible de la Red. Se trabajó en base a los objetivos consensuados con la comunidad en talleres y entrevistas, utilizando metodologías de diagnóstico y toma de decisiones participativas. En base a esto, se programaron acciones para cada una de las actividades que se desarrollan en el predio Reverdecer. Algunas de las acciones incluyeron el asesoramiento técnico en el marco del proceso de transición agroecológica de una parcela de *Ilex paraguariensis* “yerba mate”, recomendaciones técnicas para la gestión del vivero forestal de especies nativas; capacitaciones en talleres; recomendaciones técnicas y de logística en el marco del proceso de protocolización para la elaboración de abonos (bokashi y caldo ceniza) en la fábrica de bioinsumos, para lograr registros y formalizar la comercialización de su producción y participación en encuentros en el marco de los “Nodos Agroecológicos Territoriales”, donde se busca expandir la agroecología en el país. Las acciones resultaron en un impacto positivo para que la organización continúe con su transición agroecológica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio.** El área de estudio está ubicada en la ecorregión Bosque Atlántico, particularmente en la localidad de Salto Encantado, provincia de Misiones, Argentina (Figuras 1a y 1b). Esta ecorregión es una de las que posee mayor diversidad florística y faunística de la Argentina y también del mundo. A su vez, se encuentra gravemente amenazada, principalmente, por la eliminación, segmentación y degradación de los bosques como resultado del cambio en el uso del suelo por el avance de la frontera agrícola, la ganadería y la producción forestal industrial. Un trabajo del que participaron equipos del CONICET revela que Argentina perdió casi el 20% del Bosque Atlántico en los últimos 37 años (CONICET, 2022). Actualmente presenta remanentes aislados esparcidos a lo largo de un paisaje dominado por usos agrícolas y plantaciones forestales con especies exóticas (documento del Proyecto USUBI, 2015). Las producciones más comunes son caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), té (*Camellia sinensis*), yerba mate (*Ilex paraguariensis*), pino (*Pinus sp.*) y eucalyptus (*Eucalyptus sp.*), así como ganadería. Además, existen producciones de hortalizas para autoconsumo y comercialización local de excedentes.

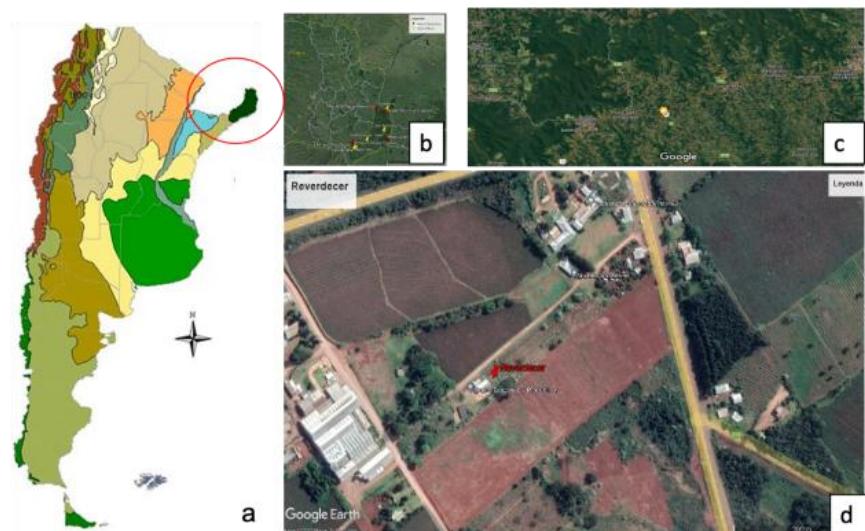
Aun cuando una porción significativa de la deforestación se debe a los productores poseedores de grandes extensiones de tierra, los pequeños productores y agricultores familiares juegan un papel como parte del problema, pero también son parte de la solución. En general, la economía de los pequeños productores se ha basado en la producción diversificada de cultivos de subsistencia a través de prácticas tradicionales y en la recolección de productos basados en la biodiversidad, principalmente productos forestales no madereros (PFNM). En décadas recientes, esto ha sido sustituido por modelos de producción agro-exportadores concentrados en pocos productos primarios, el alto uso de agroquímicos y el desmonte agresivo, incluyendo el uso de fuego. Esto ha resultado en la pérdida de suelos, la degradación del bosque, la fragmentación de hábitats y la disminución en la conectividad a lo largo de los paisajes boscosos con la consiguiente pérdida de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y resiliencia.

El lugar donde se realizó este trabajo fue un predio del Espacio Productivo y Educativo Ambiental Reverdecer (Figura 1c), que nace en el año 2020 como fruto del trabajo desarrollado por el Proyecto USUBI junto a la Asociación civil Mujeres Soñadoras, la Universidad Nacional de Misiones y la Asociación civil Ampliando Pueblo y se nuclea en Somos Red, como ámbito de colaboración técnica, territorial y organizativa de fomento al uso sostenible de la biodiversidad y la transición agroecológica. Reverdecer surge para impulsar esquemas de economía circular con dos propósitos: regenerar ecosistemas y arraigar comunidades. Para la regeneración se producen plantas nativas para aumentar la biodiversidad. Las semillas son seleccionadas a partir de la recolección en predios declarados Áreas productoras de semillas (Instituto Nacional de Semillas-INASE) y también provienen del proceso de despulpado que se realiza para elaboración de mermeladas de frutas nativas. La transición agroecología se basa en la elaboración de bioinsumos a gran escala para sustituir agroquímicos en la agricultura con el propósito de producir alimentos sanos, en ecosistemas vivos.

El predio Reverdecer cuenta con una superficie total de 1,1 hectáreas (Figura 1d). En el mismo se estableció una fábrica de bioinsumos (bokashi y caldo cenizo), un vivero forestal de especies nativas y un cultivo de yerba mate, y se desarrollan actividades permanentes de educación ambiental con diversas instituciones de la zona. Es un espacio que cuenta con una biodiversidad de flora y fauna muy rica, a la cual se pretende conservar y enriquecer. Existen producciones linderas que atentan contra los objetivos de transición agroecológica de la organización por sus manejos convencionales, por ejemplo, en cultivos de té que rodean el predio.

**Caracterización y descripción de la organización.** Somos Red (@somosredmisiones) en el marco del Proyecto USUBI – Uso sostenible de la biodiversidad en bosques nativos de alto valor de conservación de Argentina - (<https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/biodiversidad/usubi>) a

partir de la confluencia de organizaciones, procesos, equipos y visiones compartidas. Fruto de un trabajo sostenido en el tiempo, se fue construyendo un consorcio asociativo u organización que nuclea cooperativas, asociaciones, pymes, equipos profesionales y núcleos productivos familiares bajo la figura de Somos Red. Así, las iniciativas dejan de ser experiencias locales fragmentadas para constituir un mapa articulado que explica con hechos, territorio y técnica que el uso sustentable de la biodiversidad y la transición agroecológica son posibles cuando se trabaja en red (Parra, 2024).



**Figura 1.** (a) Regiones forestales de Argentina. El círculo marca la provincia de Misiones (ecorregión Bosque Atlántico) (b) Provincia de Misiones y sitios de intervención de Somos Red. (c) Ubicación del predio Reverdecer, Misiones, Argentina: 27° 05' 13.4" S 54° 46' 30.1" W. (d). Vista aérea del predio “Reverdecer”, provincia de Misiones, Argentina. Fuente: propia.

Somos Red es un esquema asociativo que vincula y sostiene procesos de transición justa hacia la sustentabilidad ambiental, se basa principalmente en el diálogo social, la innovación productiva y la organización territorial para enfrentar la crisis múltiple que se vive a nivel mundial (salud, alimentación, clima, economía) (Parra, 2024). Se trabaja desde la vinculación intersectorial, la formulación de propuestas y el despliegue de estrategias para fortalecer el arraigo, con acciones que mejoren la calidad de vida y las oportunidades de desarrollo en las comunidades. Desde esta organización se sostienen procesos de recuperación de la soberanía alimentaria a través de la transición a la agroecología, el uso sustentable de la biodiversidad, fomentando el asociativismo y generando empleo verde en especial junto a mujeres y

jóvenes rurales (Parra, 2024). Sus principales ejes de acción están relacionados con la asistencia técnica y financiera, la capacitación y la gestión de proyectos que perduren en el tiempo y sean sustentables, social, económica y ambientalmente.

**Diagnóstico.** Se utilizaron diferentes metodologías para identificar los principales problemas y las debilidades y fortalezas del predio como ámbito de producción, capacitación y educación. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

I. Recorrida y reconocimiento del predio para conocer la historia del mismo. Se identificaron las principales especies arbóreas del lugar (frutales, maderables y melíferas), siendo en su mayoría especies nativas, parte de la gran biodiversidad del sitio. También se recorrieron los sectores productivos del predio para conocer la situación actual de cada uno: la fábrica de bioinsumos, el vivero forestal de especies nativas y la parcela de yerba mate.

II. Entrevistas a los actores sociales involucrados para recolectar información proporcionada por los actores sociales que integran esta organización, mediante entrevistas no estructuradas y espontáneas a lo largo de las distintas jornadas laborales.

III. Talleres participativos en conjunto con la totalidad de los integrantes de la organización. En estos talleres se debatieron distintas temáticas, tanto productivas como sociales y económicas, de donde surgieron también las principales problemáticas que atravesaban en ese momento.

IV. Participación de reunión de Transición Agroecológica; una iniciativa en el marco de la transición agroecológica en nodos territoriales de Misiones, organizado por la Dirección Nacional de Agroecología. Participaron técnicos/as del Instituto Nacional Agropecuario (INTA), técnicos de la Secretaría Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) de Buenos Aires y de Misiones e integrantes de la organización “Somos Red” (Figura 2). Esta reunión sirvió para destacar aspectos de la situación actual de la organización con las entidades estatales mencionadas.



**Figura 2.** Reunión en el marco de la transición agroecológica en nodos territoriales de Misiones, organizado por la Dirección Nacional de Agroecología. Fuente: propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Diagnóstico.** Como resultado de la utilización de las metodologías de diagnóstico, quedaron en evidencia aspectos a mejorar y/o fortalecer para abordar desafíos y generar herramientas que brinden la ayuda para su resolución. Algunos aspectos a mejorar identificados fueron:

- I. Ausencia de cortina forestal en el perímetro del predio.
- II. Necesidad de mejora de herramientas que ordenen, registren y agilicen el desarrollo de tareas.
- III. Optimización en la producción del vivero forestal.
- IV. Potencial de mayor articulación con instituciones educativas de la zona.
- V. Ausencia de protocolos claros para el registro de los bioinsumos ante SENASA.
- VI. Ausencia de técnicos/as estatales que ayuden en el proceso de transición agroecológica y el desarrollo de este sector.

A partir de estos hallazgos, se replantearon los objetivos para fortalecer las diferentes actividades productivas del predio. Se determinaron los siguientes objetivos específicos:

- I. Diseñar una cortina forestal para reducir la exposición del predio a los vientos predominantes del sur y derivas de agroquímicos.
- II. Diseñar estrategias para lograr mayor eficiencia en la producción del vivero forestal de especies nativas.
- III. Colaborar en la articulación con instituciones educativas para promover la educación ambiental.
- IV. Acompañar técnicamente el proceso de protocolización y registro de bioinsumos ante los organismos competentes.
- V. Generar herramientas y metodologías necesarias para lograr una transición agroecológica en una producción de yerba mate bajo sombra en parcela disponible del predio.

**Diseño de una cortina forestal.** En el medio rural, las cortinas forestales están integradas al sistema productivo, por lo que forman parte de sistemas agroforestales. Cabe esta aclaración de “en el medio rural”, pues están también presentes en zonas periurbanas, asociadas frecuentemente a áreas industriales (parques industriales, precintos industriales y fábricas de forma aislada), conformando barreras para disminuir la velocidad del viento, para enmascarar infraestructura industrial por cuestiones de estética visual y/o cumpliendo funciones de mitigación de ruidos. Desde el punto de vista de su clasificación por su estructura en el espacio y diseño en el tiempo, las cortinas son sistemas agroforestales simultáneos pues coexisten en el tiempo y espacio con la producción a la que están brindándole protección (Sharry *y col.*, 2022). La reducción relativa de la velocidad del viento y la distancia efectiva de protección están correlacionadas con la porosidad óptica, y su utilización como variable predictora permite pasar de la complejidad de un sistema tridimensional a uno de dos dimensiones. En la práctica, la porosidad

óptica se calcula como la proporción entre la superficie de la cortina a través de la cual puede verse el cielo respecto a la superficie total (Sudmeyer y Scott, 2002). Para muchos cultivos, la polinización mediada por insectos o aves es crucial en la fecundación y formación de frutos (Mc Gregor, 1976; Mirocha y col., 1996; Carreck y col., 1997; Monelos y Peri, 1998; Cecen y col., 2008; Bentrup y col., 2019). La velocidad del viento ejerce su influencia en los polinizadores dificultando el vuelo. Por ejemplo, las abejas cesan la colecta de polen y, por lo tanto, su actividad polinizadora, cuando la velocidad del viento supera 20 km/h, y con velocidades de 25 – 30 km/h dejan de volar en altura (Shoukat y Muahid, 2020). Junto con el contenido de humedad, las características del suelo, la radiación solar, la temperatura y la humedad del aire, el viento es un factor que influye en la evapotranspiración de los cultivos (De Fina y Ravelo 1985).

La ausencia de protección del predio Reverdecer, en la mayoría de sus lados, lo deja muy expuesto a los vientos predominantes de la cara sur. En este cuadrante, además, existe una reciente plantación de *Camellia sinensis* (té) con manejo convencional, que puede generar posibles derivas de agroquímicos, lo cual va en contra de los objetivos agroecológicos de la organización. Para resolver el problema se propuso el diseño y plantación de una cortina forestal ubicada en la zona de mayor exposición al viento y al cultivo de té, como se puede observar en la Figura 3.



**Figura 3.** Vista del predio Reverdecer en su cuadrante sur donde puede observarse la ausencia de protección frente al cultivo *Camellia sinensis* (té) y a los vientos predominantes del sur.

A fin de proteger toda la extensión de un área, se deben plantar cortinas principales paralelas y a intervalos regulares y el distanciamiento entre ellas está determinado por la altura que alcanzarán los árboles a edad adulta y la permeabilidad de la cortina. Estas son complementadas con la instalación de cortinas secundarias cuyo objetivo es mejorar la protección mientras las cortinas principales son jóvenes. Las secundarias se plantan

con idéntica orientación y a distancias intermedias entre las principales. Cuando las cortinas principales alcanzan su altura adulta, las secundarias pueden eliminarse (Sharry *y col.*, 2022).

Por ello, se planteó colocar una cortina doble en el lado sur del terreno. La primera línea de la cortina contará con una especie de rápido crecimiento y a 3 metros de distancia de esta línea, se establecerá una segunda cortina pensada a futuro por su crecimiento más lento. El primer paso fue la elección de una especie arbórea para realizar la primera línea de la cortina forestal. La especie debe ser fácil de conseguir en la zona, en cantidades suficientes y que cumpla con lo requerido, en el menor tiempo posible. Se concluyó, con el enriquecedor aporte de los actores del sector, que la especie adecuada para este diseño es la planta *Tithonia diversifolia* “Yaguareté po” o “Botón de oro” principalmente por su rápido crecimiento, por su facilidad a la hora de conseguir ejemplares en cantidad, mediante estacas realizadas en el mismo predio. Es una especie perenne, de bajos requerimientos nutricionales e hídricos, que en cuestión de varios meses genera una cobertura adecuada para ayudar a resolver los problemas mencionados, además de ser una especie melífera con impactantes flores amarillas en otoño. Esta especie se utiliza también como cobertura del suelo mediante un proceso de trituración, y es usada como aporte de biomasa en la producción de bocashi, lo cual la convierte en una planta de interés y que cumple múltiples propósitos.

Entre las especies seleccionadas para la segunda línea se acordó que sean la mayoría nativas para incrementar la biodiversidad, colocando frutales y maderables como: *Handroanthus albus*, lapacho amarillo; *Mangifera indica*, mango; *Plinia rivularis*, guayporiti; *Cedrela fissilis*, cedro misionero; *Eugenia uniflora*, pitanga; *Eugenia pungen*, guaviyú; *Hexachlamys edulis*, ubajay; *Chrysophyllum gonocarpum*, aguai; *Plinia cauliflora*, jaboticaba. Estas especies serán plantadas a 4 metros entre plantas en la cara sur del predio. Las especies frutales además aportarán su fruta a la asociación civil “Mujeres Soñadoras”, que forma parte también de “Somos Red”. Esta asociación de mujeres produce mermeladas de frutas nativas. A su vez, las semillas y residuos en la producción de mermeladas son usadas en el vivero del predio “Reverdecer” para generar nuevas plantas (circularidad).

Previo al diseño definitivo de la cortina, se propuso producir estacas de cada especie, en gran cantidad a partir de una planta madre ubicada en el mismo terreno. Las estacas de una longitud de 40 centímetros se colocan en un recipiente con agua para activar su crecimiento y limpiar de inhibidores del enraizamiento y luego de 4 días se plantan en el lugar seleccionado (Figuras 4a y 4b). Las estacas se plantaron con una distancia entre plantas de 1,5 metros, preferentemente luego de un evento de lluvia. Se propuso que, a futuro, esta cortina se implante en todo el perímetro del predio. Al momento de la plantación, se colocan al costado de cada planta,

semillas de *Canavalia ensiformis* “Poroto sable” como se observa en la (Figura 4c), ya que es una especie de la familia de las leguminosas muy utilizada en la zona por su capacidad de fijación del macronutriente nitrógeno, en altas cantidades.



**Figura 4.** (a) Estacas de *Tithonia diversifolia* cortadas y acondicionadas, previo a colocarlas en agua para su lavado basal. (b) Estacas con brotes luego de 4 días en agua listas para plantar. (c) Plantines de poroto sable junto a un frutal establecido en el predio Reverdecer.

Fuente: propia.

**Articulación con instituciones educativas para promover la educación ambiental.** Uno de los grandes objetivos planteados por los actores sociales que forman parte de Somos Red es promover la educación ambiental. La intervención profesional consistió en intercambiar ideas para la planificación de actividades de educación ambiental integral (la Ley de Educación Ambiental Integral es una política pública nacional de Argentina que establece el derecho a la educación ambiental. Se sancionó en junio de 2021), articulando diferentes actores educativos del territorio, con el objetivo fundamental de concientizar a los estudiantes y docentes y lograr un acompañamiento activo de los procesos de transición agroecológica de la comunidad (Figuras 5a y 5b).

En su dimensión social, la agroecología promueve un trabajo más equitativo, así como la seguridad y la soberanía alimentaria. En lo cultural, revalora los conocimientos locales como una fortaleza para los agroecosistemas. Desde el punto de vista ecológico, contribuye a conservar y rehabilitar el entorno natural. En la dimensión económica busca que las familias puedan cubrir sus necesidades materiales con este trabajo. La parte política promueve procesos democráticos, participativos, de resistencia, de cambio, etc., y la ética, en ella, motiva vínculos morales entre humanidad y naturaleza a través de los valores que se inculcan (Sarandón y Flores, 2014).



**Figura 5.** (a) Estudiantes nivel secundario de la escuela BOP número 62. (b) Plantación de un frutal nativo en conjunto con alumnos de primaria. (c). Visita de los estudiantes del profesorado de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Misiones. Fuente: propia.

Las actividades planificadas consistieron en la realización de talleres educativos en el predio Reverdecer y la planificación de actividades con alumnos de dos escuelas de la ciudad de Salto Encantado, con el profesorado de biología del Instituto Nacional de Formación Docente Cecilia Braslavsky de la ciudad de Aristóbulo del Valle y con el profesorado en Ciencias Agrarias de la facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (Figura 5c).

En estos talleres se explicó, en un primer encuentro, el funcionamiento del predio, tanto en la producción de bioinsumos como en el vivero forestal. El predio cuenta también con un sistema agroforestal demostrativo, diseñado experimentalmente, que sirve para explicar su funcionamiento y los beneficios del mismo. Se describieron los pasos fundamentales para plantar árboles, con el propósito de realizar una práctica de plantación en el segundo encuentro. Por otro lado, se pusieron en común los procesos básicos de germinación en el vivero y los componentes del sustrato usado en el mismo. En la Tabla 1 se muestra un resumen de lo planificado para este objetivo.

Entonces, lo que se ha nombrado comunitario no se refiere a los límites físicos de un territorio, sino más bien a una colectividad interrelacionada en donde se asume la educación como una necesidad vital para una conciencia en sinergia con la naturaleza, que busca vivir bien; por lo tanto, se percibe que la existencia es una red en donde todo y todos tienen un lugar, y entonces el aprendizaje se basa en la realidad de esa comunidad (Mamani, 2011).

**Tabla 1.** Actividades de educación ambiental.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	ACTORES	LUGAR
Talleres educativos	Talleres educativos	Estudiantes de primaria, secundaria y universitarios.	Predio Reverdecer
Conocer las principales especies nativas de Misiones	Vivero Forestal: recorrida e interacción, muestra de semillas, producción de plantas, realización del sustrato.	Los tres grupos formaron parte del taller, en diferentes ocasiones.	Predio Reverdecer
Aprender los pasos fundamentales para lograr plantar árboles de forma exitosa	Un principio con marco teórico y una posterior plantación forestal demostrativa.	Estudiantes de primaria y secundaria.	Predio Reverdecer
Reconocer las ventajas de los sistemas agroforestales	Recorrida por el SAF sintrópico experimental.	Los tres grupos formaron parte del taller, en diferentes ocasiones.	Predio Reverdecer
Identificar las bases de una producción agroecológica	Se explicó e intentó demostrar algunos principios en los que trabaja la agroecología.	Los tres grupos formaron parte del taller, en diferentes ocasiones.	Predio Reverdecer

**Protocolización y registro de bioinsumos.** La Revolución verde implicó el incremento del uso de sustancias químicas tanto para combatir plagas y enfermedades como para cubrir las necesidades nutricionales de la planta. Durante la Segunda Guerra Mundial, el descubrimiento de la acción insecticida del dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) y del hexacloruro de benceno (lindano permitió combatir insectos vectores de enfermedades que afectaban a las tropas aliadas (Hays, 2000). Posteriormente, su uso se extendió al combate de plagas agrícolas y del ganado, y años más tarde se generalizó en casi todos los países del mundo (Starbait, 2011). Es así, como los agroquímicos contribuyeron fuertemente a los grandes incrementos de la producción lo cual conlleva a un uso masivo de los mismos (Álvarez, 2003).

La falta de especificidad de dichos productos afecta a organismos benéficos, como predadores naturales y polinizadores, por un efecto directo, o indirecto por alteración de su hábitat. La aplicación continua de plaguicidas ejerce, además, una presión de selección sobre las plagas favoreciendo la aparición de individuos resistentes, y obligando así al uso de dosis mayores. Igualmente, el uso de agroquímicos constituye una de las fuentes de contaminación del ambiente poniendo en riesgo la salud del ser humano y de los recursos genéticos de nuestro planeta (Rifkin, 2011; Villaamil Lepori y col., 2013), además de que incrementan considerablemente los costos de producción. Los efectos sobre la salud humana, relacionados con la producción industrial de agroquímicos y a la forma de uso en las aplicaciones a campo, son los que revisten la mayor importancia. Los plaguicidas pueden contaminar los ríos, la capa freática, el aire, el suelo y los alimentos (Ruepert y col., 2005; Hernández y col., 2007; Aparicio y col., 2015).

A partir de este contexto y de los múltiples factores negativos provocados en la agricultura convencional es que emerge con gran fuerza un cambio hacia la agricultura sostenible, buscando producir alimentos conservando los recursos naturales elementales como el suelo, el agua y la biodiversidad. Un bioinsumo es un producto basado en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, o de microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad (o rendimiento), calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema (Gerwick y Sparks, 2014; Dayan y Duke, 2014; Duke, 2018).

Con la intervención profesional se acompañó el proceso de protocolización para registro de los bioinsumos realizados en el predio, los cuales no cuentan aún con la aprobación legal por parte de SENASA para comercializarlo a distintas ciudades y provincias del país. Estos bioproductos son:

**Bokashi.** La organización cuenta con una máquina autopropulsada “volteadora” de diseño propio, única en el país, siendo su función remover y triturar la montaña de materiales orgánicos para la producción de bokashi. La máquina volteadora trabaja a velocidades bien bajas logrando generar una mezcla homogénea de los materiales, optimizando el triturado. Al remover y mezclar se genera una disipación del calor generado por la fermentación, esta temperatura es esencial mantenerla controlada ya que aumentos por encima de 70°C generaría la muerte de microorganismos benéficos. Por ende, al poseer esta máquina, y la materia prima para realizarlo, la organización tiene el potencial de generar 80 toneladas del producto en un mes. La materia prima para realizar este abono es: 30% de estiércol preferentemente de bovino (en caso de ser aviar controlar el nitrógeno y reducir la cantidad), 2,5% polvo de roca, 30% de tierra colorada, 30% de aserrín (madera dura preferentemente), 2,5% levadura, 5% sacarosa, y se le agrega al final un complejo de microorganismos para generar mayor vida e interacciones positivas en el abono.

**Caldo ceniza.** Es un fertilizante de aplicación foliar producido en base a una cocción durante 30 minutos con agua, jabón potásico y ceniza de madera dura de la región. Si bien es un fertilizante foliar, también se le adjudican efectos antifúngicos. Para alcanzar el objetivo de intervención, se propuso producir un nuevo bokashi como se observa en la figura 6, registrando exactamente los materiales utilizados y sus respectivas cantidades, siguiendo un protocolo elaborado por el equipo técnico de Reverdecer y Somos Red. Para el caso de la materia prima utilizada se debe conocer la trazabilidad de la misma, garantizando la ausencia de cualquier resto químico. Una vez obtenido los resultados de la muestra y corroborado que todo esté correcto, se procederá a enviar la muestra a los laboratorios de SENASA para comenzar la regulación del producto y así obtener el registro del mismo.

Existen ejemplos en el país limítrofe, Brasil, donde estos productos ya se encuentran regulados y funcionan sin inconvenientes, por ende, podría inferirse que el SENASA no está actuando oportunamente, ya que estos bioinsumos se están produciendo en grandes escalas y en diferentes puntos del país, y su registro formal contribuiría a ofrecer, en el mercado, un producto para fortalecer la sustitución de insumos en el marco de una transición agroecológica más amplia.



**Figura 6.** Bokashi preparado para su primer “volteo”. Fuente: propia.

**Transición agroecológica en cultivo de *Ilex paraguariensis*, “yerba mate”.** La característica principal de los sistemas agroforestales sintrópicos es su capacidad de optimizar el uso del espacio y los recursos, haciendo un mejor aprovechamiento de la luz y el agua, a través de la estratificación del componente vegetal y la generación de microclimas que atenúan las temperaturas extremas y velocidades del viento, logrando disminuir la evapotranspiración de los cultivos (Milz, 1997). Para ello se recurre a tecnologías de procesos, donde se prioriza aumentar la fertilidad a través de la incorporación de cultivos de servicio: especies de rápido crecimiento que se podan continuamente con el fin de cubrir el suelo con sus restos, acelerando así el ciclado de nutrientes, aumentando los tenores de materia orgánica, y la capacidad del suelo de retener el agua. Por lo general, se trata de especies maderables que, llegado su turno, se pueden aprovechar, consiguiendo así productos forestales de calidad, libre de nudos, cultivados a densidades mayores que en las plantaciones convencionales (Sánchez, 2022). La arborización de yerbales siguiendo los principios mencionados generaría las siguientes ventajas en el sistema de intervención: facilita la infiltración de agua, produce residuos de hojarasca que reciclan nutrientes y cubren el suelo, disminuye los extremos de temperatura tanto en invierno como en verano, reduce la exposición al viento y esto disminuye tanto la evapotranspiración como el estrés hídrico de la yerba aumentando su producción, atempera el impacto directo de la insolación excesiva y las heladas, las gotas de lluvia no impactan de forma directa en el suelo, hay menor pérdida de nutrientes por lixiviación, se

acumula carbono en mayor cantidad y aumenta la conservación de la biodiversidad local. A su vez, si utilizamos especies arbóreas nativas generamos un hábitat para fauna y microfauna beneficiosa, también estaremos proveyendo a las aves de alimento. Estas aves se alimentan de insectos considerados plagas en el cultivo de yerba mate, estos son: *Perigonia lusca* (marandová), *Hedypathes betulinus* (taladro, kiritó o tigre) y *Gyropsyllas pegazziniana* (rulo, psílido o agalla).

El predio posee una plantación de *Ilex paraguariensis* “Yerba mate”, de aproximadamente 20 años de edad, manejada siempre de forma convencional. La misma cuenta con una superficie de 0,5 hectáreas y un diseño de plantación original de 3 metros entre hileras y 1,5 metros entre plantas. Se había realizado una poda de rejuvenecimiento en el yerbal, con cortes bien bajos para lograr una brotación con mayor vigor y así rejuvenecer el cultivo para mejorar la sanidad. No se había controlado la vegetación espontánea entre hileras y prosperó rápidamente, debido al clima del lugar. Con esta información se generó un plan de manejo para este sector del predio, buscando colaborar con los objetivos de la transición agroecológica de la organización:

1. El primer paso, en la planificación de actividades es desmalezar manual o mecánicamente entre hileras y entre plantas en el yerbal, con el fin de despejar las plantas y poder observar su estado sanitario. Se buscó detectar y proteger la presencia de especies arbóreas de importancia para la función de sombreado necesario para el cultivo.

2. En caso de tener que plantar yerba mate en la estación recomendado para ello, (la época ideal es en otoño del hemisferio sur por la temperatura y las lluvias).

3. El paso siguiente en la planificación del nuevo yerbal es la correcta elección de especies arbóreas nativas que serán utilizadas para proporcionar sombra al cultivo. Lo recomendable, según estudios del INTA en la región, es lograr obtener entre un 30-50% de sombreado y que sean especies que no generen competencia por los recursos con la yerba. En conjunto con los actores de la organización se eligieron las especies: *Parapiptadenia rigida* “Anchico colorado”, *Enterolobium contortisiliquum* “Timbo”, *Peltophorum dubium* “Cañafistola”, *Cordia trichotoma* “Loro negro”, *Cedrela fissilis* “Cedro misionero”, *Handroanthus albus* “Lapacho amarillo” y *Araucaria angustifolia* “pino paraná”. Luego de diagramar el croquis final del yerbal indicando los lugares ideales para ubicar los árboles y habiendo establecido la densidad a utilizar en cada caso, se plantaron las especies estaban a disposición en el vivero propio y/o en la chacra de los integrantes al momento de la plantación. Se adjunta croquis de relevamiento en anexos.

4. Para lograr generar un correcto arborizado en yerbales es necesario ajustar el manejo de las especies utilizadas para evitar efectos negativos sobre la yerba, es indispensable manejar el nivel de luz incidente logrando el objetivo de sombreado buscado (30-50%) ya que con un sombreado

excesivo decae la productividad de hoja verde. Para lograr los niveles de sombreadimiento requeridos, es necesario adaptar la densidad de árboles en función de sus ritmos de crecimiento y la arquitectura de sus copas.

Uno de los principios más importantes de la agricultura sintrópica es mantener el suelo cubierto con materia orgánica en descomposición, siendo esta, una tarea que se lleva adelante con múltiples propósitos. De no hacerlo, un suelo desnudo se degrada continuamente. Por el contrario, cubriendo el suelo, ya sea con plantas (cobertura viva), como con materia orgánica en descomposición (hojarasca, troncos, ramas, etc.), no solo se frenan al máximo los procesos erosivos, sino que mejorarán sus condiciones. Se trata de una premisa importante para garantizar la elevada humedad relativa del aire y la estructuración del suelo (Steenbock y Vezzani, 2013). A su vez, evita que el suelo esté a la intemperie, logrando minimizar la amplitud térmica, y por ende, disminuyendo la evapotranspiración, dando lugar a un suelo húmedo por períodos de tiempo más largos, generando las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida en el suelo – ya sea la microbiología, como las plantas y fauna del suelo (Corrêa y col., 2016). Al igual que en la cortina forestal, se sembrarán semillas de “poroto sable” junto a cada árbol para generar un aporte de nitrógeno y cobertura vegetal. A su vez, se intentará conseguir por parte del municipio de Salto Encantado plantines de maní forrajero para colocar entre hileras y generar una cobertura viva que ayude a controlar las malezas evitando la erosión del suelo.

Otra posibilidad, para el caso de no conseguir los plantines, es realizar en agosto-septiembre una siembra de mandioca (*Manihot esculenta*) por estacas, también entre hileras, que además de impedir el normal crecimiento de las malezas, al año siguiente obtendremos un alimento de calidad muy consumido en la región. Una alternativa, que es utilizada en varios modelos, es sembrar avena entre hileras, que actúe como cobertura viva y luego cortarla para aportar materia orgánica y estructura al suelo evitando la compactación muy común de estos suelos.

En caso de no disponer de recursos para realizar uno de estos manejos, la otra opción es el desmalezado manual o mecánico de forma periódica. El aumento en los tenores de materia orgánica contribuye a que los nutrientes se encuentren en su forma asimilable por las plantas, ya que actúa como buffer y corrige los pH de los suelos. Esto se da ya que el rango de pH en el cual todos los micro y macro nutrientes se encuentran disponibles, es el mismo que tiene la materia orgánica – entre 6,5 y 7,5 (Sánchez, 2022).

**Estrategias para optimizar la producción del vivero forestal.** Las prácticas de manejo para producir plantas de calidad, en un determinado vivero, consisten en variar la concentración de elementos nutricionales que necesita la planta, variar el espaciamiento entre riegos, variar la cantidad de agua por riego, variar el porcentaje de las mezclas de sustratos, variar

el volumen de los envases y variar la densidad de planta por metro cuadrado (Galarco y Ramilo, 2020). Las principales funciones que tiene el sustrato para la planta son: el agua, está debe ser retenida por el sustrato hasta el momento de ser usada por la plántula; el aire, la energía que la raíz requiere para realizar sus actividades fisiológicas es generada por respiración aeróbica, lo que requiere un constante abasto de oxígeno; la nutrición mineral, con la excepción de carbono, hidrógeno y oxígeno las plantas tienen que obtener otros trece nutrientes minerales esenciales del sustrato; y el soporte físico, la función final del sustrato es soportar a la planta en posición vertical, este soporte está en función de la densidad y rigidez del mismo (Iglesias y Alarcón, 1994).

La producción del vivero forestal de Reverdecer - Somos Red, cuenta con la producción de especies de árboles frutales nativos, árboles maderables (que se utilizan en sistemas productivos de yerba bajo sombra) y también especies melíferas. Se pudo observar un excelente manejo y preparación de los sustratos utilizados para los contenedores, como también de las tareas de germinación y trasplantes. El sustrato lo elaboran con tierra colorada característica de esta región, aserrín y bokashi, este último con elaboración propia de la organización. El problema detectado es que se utilizaban contenedores o envases demasiado grandes para producir, lo que conlleva a un mayor gasto en preparación del sustrato y un crecimiento excesivo de los plantines. Se identificó la necesidad de adquirir una herramienta que permita organizar y llevar registros de las tareas cotidianas que son importantes. Para ello se sugirió diseñar una hoja de cálculo con acceso de varias personas y, a su vez, en el lugar de trabajo, se colocó una planilla en papel para registrar actividades. La idea fue armar y registrar el stock y que se vaya actualizando con las distintas especies y sus cantidades. Esto facilita la venta y la gestión de la producción. También se llevó registro de actividades del vivero, como fechas de siembra, tiempo transcurrido hasta la germinación de cada especie, repiques, etc.

Por otro lado, a partir de la adquisición de plataformas metálicas para soporte de plantas en envases, se colaboró en su ubicación estratégica lo que permitió un aprovechamiento mayor de la superficie del vivero, optimizando los espacios de trabajo para producir mayor cantidad de plantines y de forma más ordenada. Al estar en altura, genera un ambiente más favorable para el desarrollo de las raíces en los contenedores y también mejora las condiciones de trabajo en cuanto a comodidad para realizar las tareas de mantenimiento y riego (ergonomía). Cada mesada tiene una capacidad para producir 1200 plantines, al utilizar 3 mesadas se puede lograr generar un total de 3600 plantines, y en los lugares restantes se colocan canteros de germinación y/o los plantines en macetas más grandes. La producción en tubetes tiene como ventaja la producción más rápida de plantines por un mejor desarrollo de las raíces, también requiere menor cantidad de sustrato por planta, pero como desventaja cabe mencionar que se requiere de cierto volumen de

clientes para vender los plantines y generar espacio para las nuevas siembras. Se instalaron 3 mesadas que otorgaron una optimización del espacio generando un mayor orden y un potencial para producir gran cantidad de plantines en tubetes, como se puede observar en la Figura 7. Para la colocación de los caños para el sistema de riego interno del vivero se consiguieron los materiales (caños, canillas, uniones) y quedaron en el predio para su futura colocación.



**Figura 7.** Vivero forestal de especies nativas. Instalación de mesadas para optimización del espacio de producción. Fuente: propia.

Los viveros forestales han mostrado un salto tecnológico, en particular en la producción de plantines en contenedor, donde se adoptaron distintas innovaciones: producción bajo cubierta con distintos niveles de control del ambiente, uso de contenedores de plástico rígido reutilizables (tubetes o contenedores) con ranuras o costillas para direccionar las raíces; producción en mesadas sobre elevadas y siembra mecanizada, entre otras innovaciones. Esta tecnología tiene por objeto producir plantines con un balance entre la parte aérea y radical en proporciones no mayores a 3:1 y en tiempos que en promedio van entre 90 y 180 días. Se utilizan volúmenes reducidos de sustrato para una producción de mayor cantidad de plantines por unidad de superficie y en menor tiempo. La arquitectura de la raíz pasó a ser determinante con el objetivo de producir raíces vivas en cantidad y calidad, formando una “cabellera” que ocupe prácticamente todo el cepellón o pan de sustrato, buscando asegurarle al plantín un rápido establecimiento en el sitio definitivo de plantación (Galarco y Ramilo, 2020). Por lo general, entre menos profundidad tenga un contenedor y más fina sea la textura del suelo, la capacidad de retención de humedad es mayor, pero el espacio de aire es menor; por el contrario, en recipientes más profundos y suelo con textura más gruesa la porosidad de aireación

mejora, pero se reduce la capacidad de retención de humedad. Es importante considerar la profundidad de los envases y la textura del suelo a utilizar en la propagación de plantas (Landis, 1990).

## CONCLUSIONES

A continuación, se presentan los principales logros alcanzados mediante el diálogo y la colaboración con los actores locales en el territorio:

**Cortina forestal para reducir la exposición del predio.** Se diseñó e implementó una cortina forestal en el perímetro del predio Reverdecer, utilizando principalmente la especie *Tithonia diversifolia* ("Yagüareté po"), seleccionada por su rápido crecimiento y múltiples beneficios ecológicos. Esta cortina no solo protege el predio de los vientos predominantes y posibles derivas de agroquímicos provenientes de cultivos vecinos, sino que también contribuye a la biodiversidad local y a la generación de biomasa para la producción de bioinsumos. La plantación se realizó bajo condiciones climáticas adecuadas, asegurando un establecimiento exitoso.

**Articulación con instituciones educativas para promover la educación ambiental.** Se llevaron a cabo talleres demostrativos y participativos en el predio, recibiendo a estudiantes de diferentes niveles educativos. Estas actividades fueron fundamentales para fomentar la conciencia ambiental en una región afectada por problemas persistentes como la deforestación y la pérdida de biodiversidad. La educación ambiental contextualizada no sólo fortalece el vínculo entre la comunidad y el medio ambiente, sino que también promueve la adopción de prácticas agroecológicas en futuras generaciones.

**Proceso de protocolización y registro de bioinsumos.** En el contexto global y nacional de facilitación de la producción y registro de bioinsumos, se ajustó y optimizó un protocolo para la producción de bokashi, un abono orgánico clave en la transición agroecológica. Este proceso es un paso esencial para formalizar la comercialización de los bioinsumos producidos en la biofábrica de Reverdecer, cumpliendo con los requisitos regulatorios de organismos como SENASA.

**Transición agroecológica en el cultivo de yerba mate bajo sombra.** Se diseñó e implementó un sistema agroforestal en el cultivo de *Ilex paraguariensis* (yerba mate), integrando especies arbóreas nativas para proporcionar sombra y mejorar las condiciones microclimáticas. Este enfoque no solo aumenta la resiliencia del cultivo frente a factores climáticos adversos, sino que también promueve la conservación de la biodiversidad y la regeneración del suelo. El diseño del sistema se basó en un relevamiento detallado del predio, determinando la ubicación y densidad óptima de las especies arbóreas.

**Estrategias para optimizar la producción del vivero forestal.** Se logró eficientizar la producción del vivero forestal de especies nativas mediante la implementación de mejoras en la organización, registro de actividades y optimización del espacio. La introducción de mesadas metálicas permitió aumentar la capacidad de producción y mejorar las condiciones ergonómicas para el personal. Además, se estableció un sistema de registro que facilita la gestión del stock y la planificación de futuras siembras.

Las acciones implementadas en el predio Reverdecer han contribuido significativamente a los objetivos de la organización Somos Red, fortaleciendo su transición hacia un modelo agroecológico sostenible. La cortina forestal, la articulación con instituciones educativas, la protocolización de bioinsumos, la transición agroecológica en el cultivo de yerba mate y la optimización del vivero forestal son ejemplos concretos de cómo el diálogo de saberes y la colaboración entre actores locales pueden generar impactos positivos en la conservación de la biodiversidad, la educación ambiental y la producción sostenible. Estos logros no solo benefician a la organización, sino que también sirven como modelo replicable para otras comunidades que buscan transitar hacia sistemas productivos más resilientes y amigables con el medio ambiente.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, V. 2003. Evolución del mercado de insumos agrícolas y su relación con las transformaciones del sector agropecuario argentino en la década de los 90 (No. E21/74). Ministerio de Economía, Buenos Aires (Argentina). Secretaría de Política Económica. Programa multisectorial de pre inversión II. Préstamo BID 925 OC-AROficina de la CEPAL-ONU en Buenos Aires.
- Aparicio, V., E. De Gerónimo, K. Hernández Guijarro, D. Pérez, R. Portocarrero y C. Vidal. 2015. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Ediciones INTA, Argentina.
- Bentrup, G., J. Hopwood, N. Adamson y M. Vaughan. 2019. Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators. *Forests* 10(11):981.
- Carreck, N., I. Williams y D. Little. 1997. The movement of honey bee colonies for crop pollination and honey production by beekeepers in Great Britain. *Bee World*. 78. 67-77. 10.1080/0005772X.1997.11099337.
- Cecen, S., F. Gurel y A. Karaca. 2008. Impact of honey bee and bumblebee pollination on alfalfa seed yield. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science* 58:77-81.
- CONICET. 2022. Un informe revela que Argentina perdió casi el 20% del Bosque Atlántico en los últimos 37 años. Nordeste CONICET. Recuperado de <https://nordeste.conicet.gov.ar/>.
- Corrêa Neto, N.E., N.M. Messerschmidt, W. Steenbock y P.F Monnerat. 2016. Agroflorestando o mundo de facao a trator. Gerando práxis agroflorestal em rede (que já une mas de mil famílias campesinas e assentadas). Brasil. Cooperafloresta. Barra do Turvo.
- Dayan, F. y S. Duke. 2014. Natural compounds as next-generation herbicides. *PlantPhysiology* 166: 1090-1105.

- De Fina, A.L. y A.C. Ravelo. 1985. Climatología y fenología agrícolas. Ed. EUDEBA. Buenos Aires. 351 pp.
- Documento de Proyecto – GEF. 2015. Incorporación del uso sostenible de la biodiversidad en las prácticas de producción de pequeños productores para proteger la biodiversidad en los bosques de alto valor de conservación en las ecorregiones del bosque Atlántico, Yungas y Chaco. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-GEFMAyDS.
- Duke, S. 2018. Pest Management Science in 2017. *Pest Management Science* 74 (1): 7-8.
- Galarco, S y D. Ramilo. 2020. Plantaciones forestales en Argentina. Fundamentos Técnicos y metodologías para la realización de forestaciones en diferentes regiones. Colección Libros Cátedra. Cátedra de Introducción a la Dasonomía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Gerwick, B.C. y T.C. Sparks. 2014. Natural products for pest control: an analysis of their role, value and future. *Pest Management Science* 70 (8): 1169-85.
- Hays, C.W. 2000. The United States Army and malaria control in World War II. *Parassitología* 42 (1-2): 47-52.
- Hernández-González, M., C. Jiménez-Garcés, F. Jiménez-Albarrán y M. Arceo-Guzmán. 2007. Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 23: 159-167.
- Iglesias, L. y M. Alarcón. 1994. Preparación de sustratos artificiales para la producción de plántula en vivero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. 31 p.
- Landis, T.D. 1990. Contenedores y medios de crecimiento. En: Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 88 p.
- Mamani, O. 2011. La Educación Comunitaria: su incidencia en la escuela y comunidad. *Revista Integra Educativa* 4(2):197-203.
- McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Agriculture Handbook No. 496. Agriculture Research Service. USDA. Milz, J. 1997. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. La Paz. Ed. DED. Petit, J. (S.F.) Historia de la agroforestería. Recuperado de <http://webdelprofesor.ula.ve/>
- Monelos, L. y P. Peri. 1998. Efectos de las cortinas forestales en la producción de cerezas (*Prunus avium* var. Fern) en Los Antiguos, Santa Cruz. Actas 1º Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile. Mirocha, P; Buchmann, S y Nabhan, G. 1996. The Forgotten Pollinators. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press.
- Parra, M. 2024. Gestión participativa para el uso sostenible de biodiversidad con perspectiva ambiental, de géneros y juventudes. Uso sostenible de la Biodiversidad en bosques nativos de Argentina, Sharry, S. y otros (Coord.)
- Proyecto Uso Sustentable de la Biodiversidad (USUBI) 2015– PNUD ARG 15/G53-Incorporación del uso sustentable de la biodiversidad en las prácticas de producción de pequeños productores para proteger la biodiversidad en los bosques de alto valor de conservación en las ecorregiones Bosque Atlántico, Yungas y Chaco. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/usubi>
- Ruepert, C., L.E. Castillo, V. Bravo y J. Fallas. 2005. Vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por plaguicidas en Costa Rica. Informe IRETUNA. Heredia, Costa Rica.
- Rifkin, J. 2011. The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world. Palgrave Macmillan, EEUU.

- Sánchez, J.M. 2022. Diagnóstico participativo y formulación de una propuesta para la implementación de sistemas agroforestales en la ecorregión bosque atlántico-Trabajo final de carrera de ingeniería forestal. Modalidad: Práctica profesional. FCAyF-UNLP. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/>.
- Sarandón, S. y C. Flores. 2014. La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Sarandón, S. y Flores, C. (Editores). Pp. 42-69. Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/>.
- Sharry, S., R. Stevani y S. Galarco. 2022. Sistemas agroforestales en Argentina. Varios autores invitados. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Shoukat, F. y M. Mujahid. 2020. Effects of wind speed on foraging behavior of insect pollinators. Department of Entomology, MNS- University of Agriculture, Multan, Punjab, Pakistan. En Weekly Techonology Times ([www.technologytimes.pk](http://www.technologytimes.pk)).
- Starbait, M. 2011. Uso sustentable de agroquímicos. Debates a nivel nacional e internacional. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV), Argentina.
- Steenbock, W. y F.M. Vezzani. 2013. Agrofloresta. Aprendendo a producir com a natureza. Brasil. Curitiba. Bambual Editora.
- Sudmeyer, R.A. y P.R. Scott. 2002. Characterisation of a windbreak system on the south coast of Western Australia. 2. Crop growth. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 42(6):717-727, 2002.
- Villaamil Lepori, E., G. Bovi Mitre y M. Nassetta. 2013. Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29:25-43.

ABV

## PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA DE CAFÉ EN LOS ALTOS DE PIPE, ESTADO MIRANDA: INTERACCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS INTRODUCIDAS Y NATIVAS

Saúl Flores<sup>1,2\*</sup>, Alexander Mejías<sup>1</sup>, Enderson Clavijo<sup>1</sup>, Ricardo Bracho<sup>1</sup>,  
Rangel Maiella<sup>1</sup>, Marjory Meléndez<sup>1</sup>, Alejandro López<sup>1</sup>, Honorio Belizario<sup>1</sup>,  
Anaya Rojas<sup>1</sup> y Enrique Egaña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología de Suelos, Ambiente y Agricultura, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). <sup>2</sup>Laboratorio de Biofertilizantes y Biocontroladores, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

\*jassanflores@gmail.com

### RESUMEN

Este estudio evaluó el desempeño de la producción agroecológica de café (*Coffea arabica* L. variedad INIA 01) en tres microlotes en Los Altos de Pipe, Estado Miranda, a 1747 metros sobre el nivel del mar. La investigación se enfoco en la interacción con especies arbóreas introducidas (pino y eucalipto) y nativas (*Croton gossypifolius*). Se realizaron análisis fisicoquímicos del suelo y se evaluaron variables de crecimiento y producción del cultivo en los microlotes. La metodología incluyó prácticas de control biológico y un manejo post-cosecha detallado. Los resultados demuestran la viabilidad de la producción bajo condiciones subóptimas, con rendimientos notables en los microlotes 1 y 2. La incorporación del *Croton gossypifolius* en el microlot 1 fue clave para mejorar la calidad del suelo y mitigar los efectos negativos de las especies exóticas. Se concluye que es posible obtener un café de especialidad en entornos urbanos y con la renovación del antiguo cafetal se promueve la conservación de la biodiversidad local y la sostenibilidad de la producción.

**Palabras clave:** agroecología, lotes, cultivo, café, cosecha.

### Agroecological coffee production in the highlands of Miranda State: the interaction between introduced and native tree species

### ABSTRACT

This study evaluated the performance of agroecological coffee production (*Coffea arabica* L. variety INIA 01) across five microplots in Los Altos de Pipe, Estado Miranda, at 1,747 meters above sea level. The research focused on the interaction with introduced tree species (pine and eucalyptus) and native ones (*Croton gossypifolius*). Physicochemical soil analyses were conducted, and crop growth and production variables were evaluated in the microplots with the highest potential. The methodology included biological control practices and a detailed post-harvest management plan. The results demonstrate the viability of production under suboptimal conditions, with notable yields in microplots 1 and 2. The incorporation of *Croton gossypifolius* in microplot 1 was key to improving soil quality and mitigating the negative effects of the exotic species. We conclude that it's possible to produce specialty coffee in urban environments, and that the restoration of the old coffee plantation promotes local biodiversity conservation and production sustainability.

**Keywords:** agroecology, plots, cultivation, coffee, harvest.

## INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*), originario de las tierras altas de Etiopía y Sudán, ha recorrido un extenso camino geográfico desde su expansión inicial en Arabia Saudita y Yemen en los siglos VI y IX, hasta su introducción en América en el siglo XVIII (Herrera *y col.*, 1985; Alvarado *y col.*, 2007). Su cultivo se ha consolidado como un pilar socioeconómico a nivel mundial, siendo uno de los productos agrícolas más comercializados. Para el período 2024-2025, la producción global se estima en 174,86 millones de sacos de 60 kg, con Brasil como principal productor (USDA Foreign Agricultural Service, 2025); mientras que Venezuela ocupa el puesto 21, con una producción de 500.000 sacos.

Desde el punto de vista botánico, el género *Coffea* se divide en dos grupos principales: especies tetraploidies y diploides. Las tetraploidies están representadas por *Coffea arabica* L., que constituye aproximadamente el 70% de la producción mundial. Esta especie es la base de las variedades de café suave, cultivadas predominantemente en América Latina (Orozco, 1986). Por su parte, las especies diploides como *C. canephora* Pierre (conocida como Robusta), se cultivan principalmente en África y aportan el 25% de la producción global, destacándose por su resistencia a plagas y enfermedades (Orozco, 1986; Pozo, 2014).

La producción convencional de café ha generado impactos negativos en el ambiente y la salud humana debido al uso excesivo de agroquímicos. En este contexto, la agroforestería emerge como una alternativa sostenible. Un sistema agroforestal de café combina especies arbóreas con el cultivo, mejorando la conservación del suelo y el agua, y manteniendo la productividad (Farfán, 2020). El café, al ser una especie originaria del sotobosque, está naturalmente adaptado a condiciones de sombra. Sin embargo, el efecto de los árboles sobre la producción y la calidad del café depende de factores como las condiciones del sitio (suelo y clima), el genotipo de la planta y las prácticas de manejo (Beer *y col.*, 1988; Montagnini *y col.*, 2015).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño de la producción agroecológica del cultivo de café en un contexto urbano, dentro del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en Los Altos de Pipe, considerando la interacción con especies arbóreas introducidas como el pino y el eucalipto, y nativas como el *Croton gossypifolius*. La investigación se centra en la variedad INIA 01 y su adaptación a estos sistemas, así como en la implementación de técnicas de manejo agroecológico y post-cosecha para obtener un café de especialidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo es el tercero de una serie de inventarios de crustáceos decápodos de la isla de coche. La descripción del área de estudio, así como del estudio se realizó en el instituto venezolano de investigaciones científicas (IVIC), ubicado en los altos de pipe, a 1747 metros sobre el nivel del mar (10.397-66.985). la zona presenta una precipitación media anual de 1200 mm y una temperatura promedio de 19°C. se seleccionaron tres microlotes con características florísticas y de manejo diferenciadas para la evaluación.

### Descripción de los microlotes:

Microlote 1 (área de la redoma): combinación de especies exóticas de aproximadamente 60 años, como pinos (*Pinus caribaea*) y eucaliptos (*Eucalyptus grandis*). se sembró la variedad INIA 01 en asociación con *Croton gossypifolius* (sangregado), *Inga edulis* (guama) y *Morus alba* (morera blanca). se evaluó el aporte de hojarasca del crotón durante 7 meses en 10 parcelas de 1x1 m.

Microlote 2 (área de fisica): caracterizado por la presencia de eucaliptos de 60 años y algunas leguminosas como *I. edulis*. se sembró la variedad INIA 01.

Microlote 3 (área del bosque natural dimec): bosque nublado con un denso dosel. las especies dominantes incluyen *Aspidosperma fendleri*, *Podocarpus salicifolius* y *Richeria grandis*. se sembró la variedad INIA 01. solo se aplicó cal al momento de la siembra.

**Metodología de muestreo y análisis.** Se tomaron 5 muestras de suelo al azar (0-10 cm de profundidad) en cada microlote. estas muestras fueron secadas al aire y tamizadas (<2mm). Las determinaciones físico-químicas incluyeron:

- 1) pH: en agua y KCl (1m) en relación 1:5.
- 2) elementos: K y Mg extraídos con acetato de amonio (1n) y analizados por espectroscopia de absorción atómica (Thomas, 1982).
- 3) acidez intercambiable (Al + H): extraída con KCl (1m) y determinada por titulación (Mclean, 1965).
- 4) materia orgánica (mo): método de Walkley and Black (Jackson, 1964).
- 5) nitrógeno total: método Micro-Kjeldahl (AOAC, 1984).
- 6) actividad biológica: liberación de CO<sub>2</sub> (Stotzky, 1964). Se seleccionaron 10 plantas al azar en los microlotes 1 y 2 para evaluar variables de crecimiento:
- 7) altura de las plantas: medida con una cinta métrica.

- 8) número de ramas por planta.
- 9) número de frutos por rama.
- 10) peso de la semilla: se recolectaron 10 granos maduros, se despulpó y se pesó la semilla en una balanza analítica.
- 11) medición de azúcares: se utilizó un refractómetro (brixómetro) para medir los grados brix de la pulpa en frutos maduros.

**Manejo agroecológico y post-cosecha.** El monitoreo y manejo de las plantaciones de café se realizó en los microlotes 1, 2 y 3. la metodología de registro y trazabilidad se llevó a cabo desde la fase de pre-cosecha hasta la post-cosecha, como se ilustra en la Figura 1.



**Figura 1.** Metodología de registro trazabilidad y manejo cosecha y post cosecha de plantaciones de Café.

**Pre-cosecha:** se aplicaron prácticas agrícolas de control biológico como *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* y *Metarrhizium anisopliae*. También se utilizaron enmiendas orgánicas (humus de lombriz). Para el control de la broca, se colocaron trampas atrayentes (15-20 por hectárea) con una mezcla de mosto de café y etanol (2:1). Los grados Brix de los frutos se midieron para determinar el momento óptimo de la cosecha (16-24 grados Brix).

**Cosecha:** se realizó manualmente, seleccionando las cerezas maduras. Se registró la fecha, procedencia, peso y grados Brix.

**Post-cosecha:** en el manejo post-cosecha las siguientes prácticas fueron claves.

Selección por flotado: Los granos que flotaban se descartaron.

*Fermentación cerrada:* Se fermentó el café durante 48 a 150 horas. Se midió la temperatura, el pH y los grados Brix del mosto fermentado.

Secado: el café fermentado se pesó y se colocó en camas africanas durante un periodo de hasta 30 días, evaluando la humedad hasta alcanzar un 10-12%.

Almacenamiento: los granos se almacenaron en bolsas Ecotac durante 30 días, a una temperatura de 20-24°C y 65% de humedad.

Trillado y cata: se trilló una muestra para la cata y se trasladó el resto para su procesamiento final.

## RESULTADOS

El área de estudio presenta suelos franco-arcillosos, ácidos, con baja capacidad de intercambio catiónico y alto contenido de aluminio, los cuales son factores inciden directamente en las condiciones de los cultivos.

**Caracterización de los Microlotes.** El Microlote 3 (bosque natural) fue establecido como punto de referencia debido a sus condiciones naturales. Las plantas de café en esta área tienen 5 años, pero no han producido granos. Su altura promedio es de  $1.14 \pm 0.48$  m. La falta de producción se atribuye a la densa sombra del bosque y a la baja fertilidad del suelo, caracterizado por un pH ácido de 4.2 y buen contenido de materia orgánica y nitrógeno (Tabla 1).

**Tabla 1.** Características nutricionales en los suelos del cultivo de café.

Microlotes	pH	% M.O	% C	mg/N	% N	K (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Humedad (%)	DA (g/cm <sup>3</sup> )
3	4.2	0,73	0,42	0,66	0,743	ND	ND	ND	ND
2	5.1	0,59	0,34	0,044	0,047	0,006 ± 0,001	0,114 ± 0,028	17,90 ± 2,07	0,85 ± 0,06
1	5.5	0,78	0,45	0,044	0,047	0,009 ± 0,003	0,351 ± 0,097	13,07 ± 2,62	0,96 ± 0,11

En el Microlote 1, la introducción de *Croton gossypiifolius* ha generado una sombra de excelente calidad. Se registró una caída de hojarasca de 19.95 g/m<sup>2</sup> por mes y un contenido de nitrógeno en hojas senescentes de 10.5 mg N/g. La tasa de descomposición de la hojarasca fue del 98% en 5 meses. El análisis de suelo mostró una mejora significativa en las condiciones de la rizosfera de las plantas de café en comparación con las áreas fuera de ella, con valores de pH y conductividad eléctrica más favorables (Tabla 2).

**Tabla 2.** Comparativa nutricional dentro y fuera de las rizosferas.

Localidad	pH	μs/cm	H. %	P. ppm	mgN/g suelo	Acidez total	AI
Dentro de la rizósfera	5.5	79.76 ± 11.07	22.37 ± 2.97	0.423 ± 0.13	0.205 ± 0.06	0.034 ± 0.021	0.219 ± 0.323
Fuera de la rizósfera	4.8	86.3 ± 6.73	21.85 ± 4.93	0.354 ± 0.053	0.301 ± 0.102	0.017 ± 0.01	0.134 ± 0.037

**Variables de Crecimiento y Producción.** Se obtuvo una altura promedio de 2.26 m y 1.79 m para los Microlotes 1 y 2, respectivamente. El número promedio de ramas por planta fue de 41 en el Microlote 1 y 47 en el Microlote 2. En cuanto a la fructificación, se contabilizaron 86 frutos por rama en el Microlote 1 y 89 en el Microlote 2. El peso promedio de las semillas fue de 1.90 g en el Microlote 1 y 2.28 g en el Microlote 2. El contenido de azúcares en la pulpa de café osciló entre 15% y 19% grados Brix en ambos Microlotes.

En la cosecha 2023-2024, el Microlote 2 produjo 375 kg de cerezas maduras, mientras que el Microlote 1 produjo 197 kg (Figura 2). Para la segunda cosecha 2024-2025, se observó un incremento notable en ambos Microlotes, alcanzando 680 kg en el Microlote 2 y 500 kg en el Microlote 1 (Figura 3).

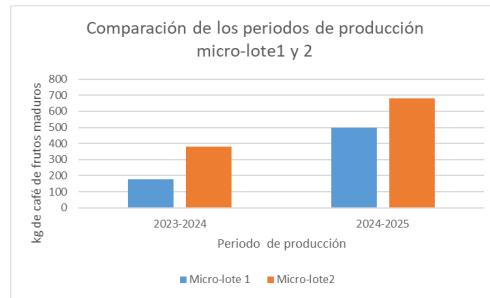


**Figura 2.** Producción de café en los microlotes 1 y 2 para el periodo (2023-2024).



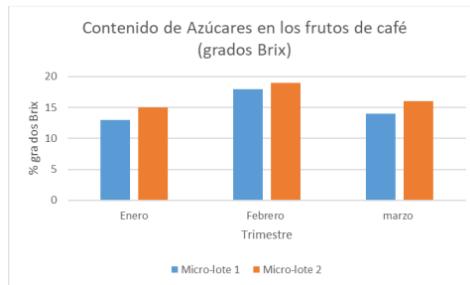
**Figura 3.** Producción de café en los microlotes 1 y 2 para el periodo (2024-2025).

En la Figura 4, se observa que para la segunda cosecha 2024-2025, hubo un incremento considerable en la producción en el microlote 2, donde se cosecharon 680 kg de cerezas maduras y en el microlote 1, la producción, alcanzó los 500 kg de frutos maduros.



**Figura 4.** Comparación de la producción en los microlotes 1 y 2 (2023-2025).

En la Figura 5 se muestra el comportamiento de los grados brix del grano de café a lo largo del primer trimestre de 2025. Se observó que los valores de grados brix en microlote 2 se conservaron durante todo el período de cosecha por encima de los valores obtenidos para el microlote 1.



**Figura 5.** Porcentaje de azúcares en los frutos cosechados durante el primer trimestre de 2025.

El proceso de fermentación cerrada de 72 a 168 horas resultó en un mosto fermentado con un pH de 4.5 y 13 grados brix, el cual se utilizó como atrayente en las trampas para la broca del café.

## DISCUSIÓN

La literatura científica a menudo sugiere que la guama (*Inga edulis*) es la mejor sombra para la producción de café debido a sus beneficios en la nutrición del suelo (Cardona y Sadeghian-Kh, 2005). Sin embargo, este estudio demuestra que es posible lograr resultados favorables incluso bajo especies arbóreas introducidas con efectos negativos conocidos, como el pino y el eucalipto, los cuales pueden acidificar el suelo y reducir la materia orgánica (Carimentrand, 2002).

La falta de producción en el Microlote 3 es un hallazgo clave; si bien no se puede atribuir una sola causa, la combinación de un pH extremadamente ácido (4.2), que está por debajo del rango ideal de 5.5 a 6.5 para el cultivo de café (Monge, 1999), y la densa sombra del bosque nublado son factores limitantes. La poca penetración de luz solar afecta directamente la fotosíntesis, un factor crucial para el desarrollo y la producción de frutos de café (Virginio Filho *y col.*, 2013).

En contraste, los Microlotes 1 y 2 demuestran la viabilidad de la producción agroecológica en condiciones subóptimas. La incorporación del *Croton gossypifolius* en el Microlote 1 fue un factor determinante. Su naturaleza caduca y rápida descomposición de su hojarasca permitieron una mejora significativa en la calidad del suelo, al aportar materia orgánica y nitrógeno, mitigando los efectos negativos de los eucaliptos y pinos.

El proceso de fermentación, el cual es crucial para la calidad del café, es un proceso complejo que involucra levaduras y bacterias (Puerta, 2012). Los valores obtenidos en el mosto fermentado (pH 4.5 y 13 grados Brix) son el resultado de la degradación de azúcares por los microorganismos. Un control estricto del tiempo y las condiciones de fermentación son esenciales para evitar la sobre fermentación, lo que podría desmejorar la calidad de la taza final.

## **CONCLUSIONES**

Este estudio demuestra que, a pesar de las condiciones desfavorables generadas por la presencia de eucaliptos y pinos, es factible establecer y mantener una producción agroecológica de café en pequeños lotes en entornos urbanos. La incorporación estratégica de especies como el *C. gossypifolius* resultó fundamental para mejorar las condiciones nutricionales del suelo y mitigar el impacto negativo de los árboles exóticos.

El éxito de la producción de café con un enfoque de especialidad se logró gracias a la ubicación altitudinal favorable (>1600 m s. n. m.) y a la implementación de metodologías de manejo agroecológico y postcosecha como la fermentación controlada y el secado en camas africanas. La renovación del antiguo cafetal con la variedad INIA 01 no solo ha generado una producción significativa, sino que también ha promovido la conservación de la biodiversidad local y la transformación de estos espacios en unidades productivas sostenibles.

## **LITERATURA CITADA**

- Alvarado S., M., Rojas C., G. 2007. El cultivo y beneficiado del café. Editorial Universidad estatal a Distancia. 1 edición, San José, Costa Rica, 184 pág.  
Beer, J.W., R.G. Muschler, D. Kass y E. Somarriba, E. 1998. Shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* 38:139-164.

- Cardona, D. y S. Sadeghian-Kh. 2005. Beneficios del sombrío de guamo en suelo cafeteros. *Avances Técnicos CENICAFE*, 335.
- Farfán, F. 2020. Administración del cultivo del café en sistemas agroforestales - SAF. En: Cenicafé, ed. Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café. Colombia: En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed), pp. 73-123.
- Flores S., M.L. Forister, H. Sulbarán, R. Diaz y L.A. Dyer. 2023. Extreme drought disrupts plant phenology: Insights from 35 years of cloud forest data in Venezuela. *Ecology* 104, Issue 5, e4012.
- Herrera, R., J. Aranguren, E. Escalante, G. Cuenca, A. Accardi, E. Navidad y M. Toro. 1985. Plantaciones de cacao y café bajo árboles de sombra de Venezuela. *Memorias del seminario Avances en la Investigación Agroforestal*. Editado por J.W.Beer.
- Jackson, M.L. 1964. Análisis químico de suelos (Traducido por J. Bertrán). Ediciones Omega, S. A. Barcelona.
- Julien, C. 2002. Efectos Inducidos en los Suelos, por las Plantaciones de Eucalipto en el Estado Portuguesa, Venezuela. *Rev. For. Lat.* 17:101-120.
- Mclean, E.O. 1965. Aluminium in Methods of Soil Analysis. America Science Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 978-998.
- Monge, L.F. 1999. Manejo de la nutrición y fertilización del cultivo del café orgánico en Costa Rica. 3 ed. Costa Rica: Grupo Café Britt - Tierra Madre, S.A.
- Montagnini, F., E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fasola y B. Eibl. 2015. Sistemas agroforestales: Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454 p.
- Orozco, C. y F.J. 1986. Descripción de especies y variedades de café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Subgerencia General Técnica. Centro Nacional de Investigaciones de Cafe CENICAFE. Colombia. Pág. 1 y 2.
- Pozo, M. 2014. Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000-2011. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Puerta Q., G.I., J. Marín M., J. y G.A. Osorio B. 2012. Microbiología de la fermentación del mucílago de café según su madurez y selección. *Revista Cenicafé* 63(2): 58-78.
- Stotzky, G. 1964. Determination of the microbial biomass of soil and a method for measuring soil respiration. *Plant and Soil* 21(3):329-340.
- Thomas, G. 1982. Exchangeable Cations. En: A.L. Page, R.H.Miller and D.R.Keeney (Eds.) Methods of soil analysis. Part. 2. Agron. Monog. 9. p.p. 159-165. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
- USDA Foreign Agricultural Service. U.S. Department of Agriculture. 2025. [fas.usda.gov/data/production/commodity/071110100](http://fas.usda.gov/data/production/commodity/071110100).
- Virgilio Filho, E. de M., C. Caicedo, S. Orozco, C. Villanueva y C. Astorga. 2013. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. CATIE-INIAP. 7 p.

# ABV

## SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA *Lactuca sativa L.* CON BIOL DE GALLINAZA EN SISTEMA HIDROPÓNICO

Víctor González<sup>1,3\*</sup>, Antonio Samudio<sup>2,3</sup>, Héctor Nakayama<sup>2,3</sup> y  
Rebecca Ortiz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Unidad Pedagógica Carapeguá, Paraguay. <sup>2</sup>Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas,

Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. <sup>3</sup>Grupo de investigación. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Unidad Pedagógica Carapeguá, Paraguay. \*victor201095@gmail.com

### RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay, específicamente en el departamento de Paraguari, Distrito de Carapeguá, con el objetivo de evaluar los efectos del biol a base de gallinaza en la producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa L.*). Se empleó un diseño experimental de tratamiento único, con enfoque mixto y nivel explicativo, se trabajó con una población de 100 plantas de lechuga y una muestra del 10%. Este trabajo analiza la producción de lechuga hidropónica, evaluando tanto la rentabilidad como los parámetros agronómicos con el biol de gallinaza y la solución nutritiva comercial un estudio ya realizado con anterioridad. Se estudiaron parámetros como el diámetro de la roseta foliar, el peso fresco total por planta y el tiempo de terminación del cultivo. Los resultados mostraron que el tratamiento alcanzó un diámetro de roseta de 30 cm y un tiempo de cultivo de 45 días, igual a la solución nutritiva comercial. Sin embargo, la solución nutritiva comercial superó al biol en peso fresco, con 205 g frente a 183 g. La rentabilidad con la solución nutritiva comercial mostró un 30,9 % de rentabilidad, mientras que el biol de gallinaza alcanzó un 33 %. A pesar de esta diferencia, ambos enfoques demostraron ser viables y efectivos en la producción de lechuga de alta calidad. Los parámetros agronómicos, como el porte de la planta, el follaje y la uniformidad, se mantuvieron consistentes, lo que indica que ambos métodos son capaces de producir lechugas con buena apariencia, color y textura.

**Palabras clave:** Biol, Gallinaza, Hidroponía, Lechuga, rentabilidad.

### Sustainability in the production of lettuce (*Lactuca sativa L.*) with chicken manure biol in a hydroponic system

### ABSTRACT

This study was conducted at the Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay, specifically in the department of Paraguari, Carapeguá District, to evaluate the effects of chicken manure-based bioslurry on hydroponic lettuce (*Lactuca sativa L.*) production. A single-treatment experimental design with a mixed approach and explanatory level was used, working with a population of 100 lettuce plants and a 10% sample. This work analyzes hydroponic lettuce production, evaluating both profitability and agronomic parameters with chicken manure bioslurry and the commercial nutrient solution, a previously conducted study. Parameters such as leaf rosette diameter, total fresh weight per plant, and crop completion time were studied. The results showed that the treatment achieved a rosette diameter of 30 cm and a cultivation time of 45 days, equal to the commercial nutrient solution. However, the commercial nutrient solution outperformed the bioslurry in fresh weight, with 205 g versus 183 g. The profitability of the commercial nutrient solution was 30.9%, while the chicken manure bioslurry reached 33%. Despite this difference, both approaches proved viable and effective in producing high-quality lettuce. Agronomic parameters such as plant habit, foliage, and uniformity remained consistent, indicating that both methods are capable of producing lettuce with good appearance, color, and texture.

**Keywords:** Biol, Chicken manure, Hydroponics, Lettuce, profitability.

## INTRODUCCIÓN

La producción hidropónica de hortalizas ha ganado relevancia en Paraguay en las últimas décadas debido a la creciente demanda de alimentos. La lechuga (*Lactuca sativa L.*), como uno de los cultivos más consumidos a nivel mundial, se convirtió en un foco de investigación para optimizar su producción utilizando la técnica de la hidroponía. Según Altieri (2018), la producción hidropónica promovió un enfoque que integró la biodiversidad y respetó los ciclos naturales, lo que resultó en un sistema de producción más sostenible.

El uso del biol de gallinaza, emergió como una alternativa viable en la agricultura sostenible. La agricultura sostenible se define como un enfoque que busca satisfacer las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Se basa en prácticas que promueven la salud del ecosistema, conservan recursos, y utilizan métodos que son económicamente viables y socialmente justos. Este tipo de técnica de producción es amigable con el ambiente y el biol cumple con las necesidades nutricionales de la planta. De acuerdo con Martínez *y col.* (2020), la gallinaza es rica en nitrógeno, fósforo y potasio, elementos fundamentales para el desarrollo óptimo de las hortalizas.

Los sistemas hidropónicos, que permiten el cultivo de plantas sin suelo, demostraron ser una opción eficiente para la producción de lechuga. Estos sistemas utilizaron soluciones nutritivas que aportaron todos los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas. Según Resh (2019), los sistemas hidropónicos ofrecieron ventajas como un mejor control de las condiciones de cultivo y un uso más eficiente del agua en comparación con la agricultura tradicional.

La combinación de biol con sistemas hidropónicos potencializó los beneficios de ambos enfoques. Al utilizar la gallinaza como solución nutritiva, se pudo reducir la dependencia de fertilizantes químicos, contribuyendo a un sistema más sostenible por su bajo costo y amigable con el medio ambiente. Un estudio, realizado por Pérez *y col.* (2021), encontró que el uso de biol en cultivos hidropónicos incrementó significativamente la calidad y el rendimiento de la lechuga.

La producción hidropónica de lechuga en Paraguay enfrentó retos específicos, siendo el principal el acceso limitado a soluciones nutritivas. Según López y González (2022), es esencial desarrollar modelos de producción hidropónicos que consideren las condiciones locales y promovieran la autosuficiencia de los agricultores, entendida como la capacidad de aprovechar recursos en el proceso de producción. La implementación de técnicas hidropónicas en la producción de lechuga contribuyó no solo a tener buenos rendimientos, sino también a generar

beneficios económicos. La diversificación de técnicas de producción y el uso de biol ayudarán a los agricultores a adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado y a reducir costos (Silva, 2023). En esta investigación fue fundamental investigar más sobre la interacción entre biol y sistemas hidropónicos, especialmente en el contexto paraguayo, donde la agricultura enfrenta desafíos únicos. La investigación en esta área no solo ayuda a mejorar la producción de lechuga, sino también a fomentar nuevas prácticas agrícolas en la región (García y col., 2021).

De acuerdo con Arias y col. (2016), el uso de un diario de campo es esencial, ya que constituye una herramienta de investigación que organiza los datos obtenidos en el trabajo de campo. Este registro permite recoger información sobre el funcionamiento del sistema y debe utilizarse para describir quién, qué, por qué, dónde, cuándo y cómo suceden los eventos, actividades o procesos que se desean analizar como parte de la pregunta de investigación.

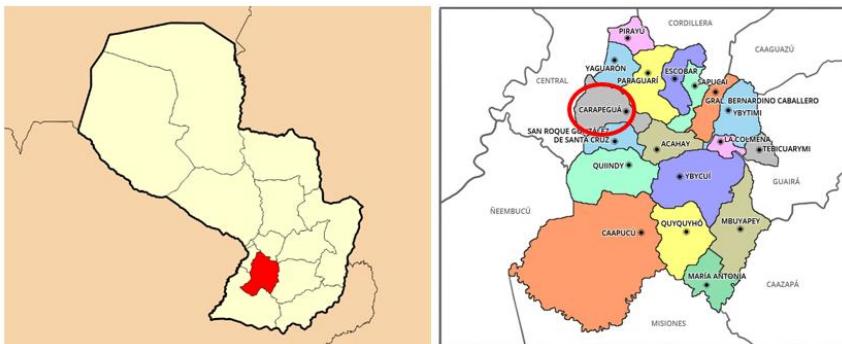
El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa L.*) utilizando biol de gallinaza como solución nutritiva, con el fin de determinar su efectividad en la mejora del rendimiento y la calidad del cultivo. A través de esta investigación, se buscó establecer un enfoque que minimizara el uso de fertilizantes químicos, promoviera prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente y contribuyera a la seguridad alimentaria en Paraguay. Este estudio también pretendió analizar las ventajas del uso de biol en la producción de hortalizas, fomentando así un modelo agrícola que beneficie tanto a los productores como al ecosistema local.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de corte transversal, con estudios observacionales que carecen de direccionalidad. Su finalidad es estimar la característica en una muestra de una población en un momento determinado, por lo que se conocen también como estudios de prevalencia. Para llevarlos a cabo, se define la población de estudio, de la que se extrae una muestra representativa en la que se mide la frecuencia de la variable que se quiere estudiar (Molina y Ochoa, 2013).

**Área de estudio.** La ejecución del presente trabajo se llevó a cabo en el campus de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay, específicamente en el departamento de Paraguarí, Distrito de Carapeguá. Esta institución se encuentra a aproximadamente 87 km de la ciudad de Asunción, lo que la sitúa en una región con características agroecológicas favorables, como la buena temperatura y humedad, con agua de calidad que favorecen la investigación en producción agrícola hidropónica (González y Torres, 2021).

El campus está ubicado en las coordenadas S -25° 46' 54", W -57° 14' 53", lo que le otorga un clima subtropical propicio para el cultivo de hortalizas como la lechuga (*Lactuca sativa L.*). Las condiciones climáticas de la región incluyen temperaturas moderadas, que oscilan entre 25 °C y 35 °C, y una precipitación anual adecuada de aproximadamente 1.200 mm, con una humedad relativa promedio del 70%. Estos factores son determinantes para la producción hidropónica (Castro *y col.*, 2022).



**Figura 1.** Ubicación geográfica del experimento. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Unidad Pedagógica Carapeguá.

**Métodos.** Este trabajo se basó en un enfoque mixto que, según Hernández *y col.*, (2014), también conocido como metodología mixta o investigación mixta, se refiere a la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o proyecto de investigación. La investigación se clasificó como explicativa, ya que su objetivo es detallar fenómenos, especificando sus propiedades y características y buscando comprender las relaciones entre las variables en análisis. Este tipo de investigación se centra en establecer relaciones de causa-efecto, permitiendo identificar cómo una variable influye en otra (Hernández *y col.*, 2014). Se empleó un diseño experimental de tratamiento único, pero se comparó con un experimento realizado con anterioridad de Galeano y González (2023) de producción de lechuga con solución nutritiva comercial.

El estudio se llevó a cabo a nivel de invernadero o microcosmo con dimensiones de 4 metros de largo, 4 metros de ancho y 3 metros de altura, con capacidad para 150 plantas en la fase intermedia y 100 plantas en la fase final. Los diseños de investigación explicativa en el ámbito agrario se caracterizan por enfocarse en la observación, explicación del suceso y análisis detallado de los sistemas de producción, prácticas, recursos y fenómenos agropecuarios, permitiendo la manipulación de variables para determinar relaciones causales (Miranda, 2016).

El ensayo consistió en producir lechugas en un sistema hidropónico mediante la utilización de biol a base de gallinaza; para empezar, se optó por la selección del lugar para el posterior montado del invernadero, se utilizó parantes de eucalipto para la estructura, con el techo de carpas de polietileno que es un plástico de baja densidad que tiene una durabilidad de entre dos a cuatro años (Almería, s.f.).

El manejo del invernadero se dividió en 3 etapas: maternidad 15 días, (Fase 1) consistió en una producción intermedia, donde las plantas de lechuga permanecieron también 15 días, hasta alcanzar el tamaño ideal para ser trasplantados; posteriormente (Fase 2) las plantas terminaron su ciclo productivo en unos 45 días. En cuanto al manejo de los niveles de nutrientes, recién en la fase 1 se utilizó la solución nutritiva que estuvo entre los rangos de 600 a 900 mg/kg, y en la fase 2 donde rondó los 1000 a 1200 mg/kg, en ambos casos el pH (potencial de hidrógeno), se mantuvo entre 5,5 y 6,5.

A continuación, se señalan los materiales e ingredientes para preparar el biol, los cuales se mezclan en tanques de plástico de 250 litros de capacidad, con aro metálico o tapas roscadas, con la finalidad de que quedaran herméticamente cerradas para que se dé una buena fermentación del biol, ya que la fermentación del biol es anaeróbica, se realiza sin la presencia de oxígeno, por un mínimo de 45 días (Tabla 1).

**Tabla 1.** Ingredientes y cantidades para elaboración de biol\* a base de gallinaza.

Ingredientes	Cantidades	Ingredientes	Cantidades
Agua	180 litros		
Excremento de gallina	50 kilos		

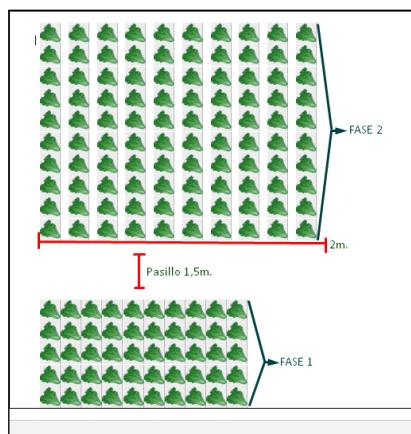
\* Elaboración basada en Martínez, y col. (2020).

La utilización de biol a base de gallinaza se ajustó a los requerimientos nutricionales de la planta, estableciendo concentraciones en dos fases: fase 1 (600 a 900 mg/kg) y fase 2 (1000 a 1200 mg/kg). Las etapas del trabajo comenzaron con la medición del terreno y la construcción del invernadero, seguidas de los cuidados culturales. Posteriormente, se llevaron a cabo las evaluaciones de campo para obtener resultados, culminando con la redacción del informe final.

El procedimiento de recolección de datos del estudio sobre la producción de lechuga en un sistema hidropónico con biol de gallinaza se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de las concentraciones en los comportamientos agronómicos de la lechuga. Se midieron el volumen, el peso y el tiempo de terminación, además de determinar la rentabilidad de la producción. Se establecieron diferentes niveles de concentración de biol en dos etapas: fase 1 (600 a 900 mg/kg) y fase 2 (1000 a 1200 mg/kg). Se

realizaron observaciones y mediciones diarias de la concentración de nutrientes y agua, así como de los comportamientos agronómicos de la lechuga, incluyendo la altura de la planta, el número de hojas y el diámetro de la roseta. En cuanto a la medición del volumen, peso y tiempo de terminación, se cuantificó el volumen de cada lechuga cosechada y se registró su peso. Además, se anotó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha. La concentración de nutrientes se midió diariamente, mientras que el volumen, el peso y el tiempo de terminación se documentaron al final del ciclo. Todos estos datos se consolidaron en una base de datos para su posterior procesamiento.

Es relevante destacar que se utilizó el trabajo de Galeano y González (2023), el cual proporciona datos sobre los rendimientos de la variedad de lechuga empleada en este sistema en la universidad. Estos datos abarcan distintas estaciones del año y formaron parte fundamental de la investigación. Para determinar la rentabilidad de la producción, se registró los costos asociados a la producción, incluyendo insumos, mano de obra y energía, y calculó los ingresos obtenidos por la venta de las lechugas cosechadas, utilizando los precios de mercado. Posteriormente, aplicó indicadores de rentabilidad como el margen bruto, la relación beneficio-costo y la tasa de retorno, con el fin de determinar la viabilidad económica del sistema de producción. En la Figura 2 se observa el método de recolección.



**Figura 2.** Superficie de cosecha de la unidad experimental.

En esta investigación, la población consistió en 100 plantas de lechuga, capacidad con que cuenta el invernadero. De acuerdo con Arias *y col.* (2016), la población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados.

La muestra consistió en sacar un 10% de la población que consisten en 10 plantas del total o la población. La población se define como un conjunto de objetos y sujetos procedentes de una población, un sub grupo de la población, cuando esta es definida como un conjunto de elementos que cumplen con unas determinadas especificaciones, de una población se pueden seleccionar varias muestras (Monje, 2011). La unidad de muestreo fue probabilística aleatoria, el trabajo de investigación consistió en tomar muestras completamente al azar. Tomando como muestra las plantas que indican las características que se desea investigar.

Para la elaboración del biol, se consideraron los siguientes procedimientos:

- Composición: Se utilizaron 180 litros de agua y 50 kilos de excremento de gallina.
- Tratamiento previo: La gallinaza recibió un tratamiento previo, dejándose en reposo durante 30 días para asegurar un secado completo del abono antes de su uso en la elaboración del biol.
- Proceso de fermentación: La fermentación tuvo una duración de 45 días, dependiendo de las condiciones ambientales, manteniendo una temperatura media de 30 °C y una humedad relativa del 65%.
- Método de preparación: La mezcla se realizó en un bidón de 250 litros, donde se combinaron 180 litros de agua con 50 kilos de excremento de gallina. Durante el proceso de fermentación, el bidón se mantuvo completamente sellado para evitar la entrada de contaminantes y asegurar un ambiente anaeróbico.

A continuación, se detalla el manejo de las plantas durante el trabajo de investigación:

Prácticas culturales: se implementaron diversas prácticas de cultivo, que incluyen la medición del consumo de nutrientes, el monitoreo del pH del agua, el control de la temperatura del sistema hidropónico, el consumo de agua por las plantas y el monitoreo de plagas y enfermedades.

Condiciones ambientales: las condiciones ambientales durante el cultivo fueron controladas, con una temperatura promedio de 32°C, un régimen de luz de 10 horas diarias y una humedad relativa del 60%.

Variables analizadas: se analizaron varias variables, incluyendo el volumen, el peso y el tiempo de terminación de las lechugas cosechadas, lo que permitió evaluar el rendimiento del cultivo.

Épocas de muestreo o evaluación: las evaluaciones del rendimiento se realizaron en las fases final de crecimiento de las plantas durante el mes de abril 45 días después del inicio.

Procesamiento de los datos: esta etapa implicó la recolección, organización, representación y la síntesis de la información observacional y numérica, transformando los datos crudos en información comprensible para la interpretación y la toma de decisiones basadas en la información obtenida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Parámetros agronómicos de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) con la aplicación de biol a base de gallinaza.** Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la aplicación del biol a base de gallinaza tuvo efectos favorables sobre los principales parámetros agronómicos evaluados en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*). Estos hallazgos sugieren que el uso de este tipo de fertilizantes puede representar una alternativa viable para el crecimiento, desarrollo y calidad de este importante cultivo hortícola. Estos datos contribuyen a generar información relevante para el manejo agronómico de la lechuga y el aprovechamiento de residuos orgánicos en la formulación de bioles. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en esta investigación (Tabla 2).

**Tabla 2.** Descripción de los comportamientos agronómicos en la producción de lechuga hidropónica con biol. Escala: 1: Muy malo, 2: Malo, 3: Regular, 4: Bueno, 5: Muy bueno.

Parámetro Agronómico	Efecto del Biol de gallinaza (1-5)	Efecto de Solución nutritiva comercial (1-5)	Comparación
Porte de la Planta	4	4	Similar
Follaje	4	4	Similar
Tamaño de la Roseta	4	4	Similar
Apariencia General	4	4	Similar
Color de las hojas	4	4	Similar
Textura de las hojas	4	4	Similar
Uniformidad	4	4	Similar

Los resultados del estudio indican que tanto el biol a base de gallinaza como los fertilizantes químicos (datos obtenidos de Galeano y González 2023) tienen un efecto positivo y comparable en los parámetros agronómicos de las plantas de lechuga cultivadas en sistemas hidropónicos, con una puntuación uniforme de 4 en todas las categorías evaluadas. Esto sugiere que ambos métodos son efectivos para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas en este tipo de sistema.

**Resultados obtenidos en cuanto a diámetro, peso y tiempo de terminación.** La búsqueda de alternativas sostenibles para mejorar la productividad de los cultivos hortícolas es un desafío constante. En este contexto, se realizó un estudio explicativo para evaluar los efectos de la aplicación de un biol a base de gallinaza sobre los principales parámetros agronómicos de la lechuga (*Lactuca sativa L.*). A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos en cuanto a estos parámetros dentro de la investigación (Tabla 3).

Diámetro de la Roseta Foliar: Ambos tratamientos, tanto el biol de gallinaza como la solución nutritiva comercial, mostraron un diámetro promedio de la roseta foliar de 30 cm. Esto sugiere que, en términos de

este parámetro específico, ambos métodos son igualmente efectivos para promover el crecimiento de la lechuga. La consistencia en este resultado indica que el biol de gallinaza puede ser una alternativa viable a las soluciones comerciales en cuanto al desarrollo foliar.

**Tabla 3.** Presentación de parámetros estudiados en la producción de lechuga hidropónica.

Parámetros	Efecto del Biol de gallinaza	Efecto de Solución nutritiva comercial
Diámetro de la Roseta Foliar	Presentaron un diámetro promedio de la roseta foliar de 30 cm.	Presentaron un diámetro promedio de la roseta foliar de 30 cm.
Peso Fresco Total por Planta	El peso fresco total promedio de las plantas fertilizadas fue de 183 g.	El peso fresco total promedio de las plantas fertilizadas fue de 205 g.
Tiempo de Terminación del Cultivo	Alcanzaron el punto de cosecha en 45 días.	Alcanzaron el punto de cosecha en 45 días.

**Peso Fresco Total por Planta:** Las plantas fertilizadas con solución nutritiva comercial presentaron un peso fresco total promedio de 205 g, superando al promedio de 183 g de las plantas tratadas con biol de gallinaza. Esta diferencia de 22 g sugiere que la solución nutritiva comercial puede ofrecer una mayor disponibilidad de nutrientes o un mejor equilibrio de los mismos, resultando en un crecimiento más robusto en términos de peso. Este hallazgo es relevante para los productores que buscan maximizar la producción de lechuga.

**Tiempo de Terminación del Cultivo:** Tanto el biol de gallinaza como la solución nutritiva comercial alcanzaron el punto de cosecha en 45 días. Esto indica que, en términos de tiempo, ambos tratamientos son equivalentes y permiten un ciclo de cultivo similar. Esta coincidencia podría ser ventajosa para los productores, ya que ofrece flexibilidad en la elección del tipo de fertilización, sin comprometer el tiempo de producción.

Los resultados indican que, aunque el biol de gallinaza es efectivo para lograr un diámetro de roseta foliar comparable al de las soluciones comerciales, hay diferencias en el peso fresco total, donde la solución nutritiva comercial resulta ser más eficaz. Sin embargo, ambos tratamientos presentan el mismo tiempo de terminación del cultivo. Esto sugiere que, mientras que el biol de gallinaza puede ser una opción sostenible, la solución nutritiva comercial podría ser preferida para maximizar el rendimiento en términos de peso. La elección entre ambos tratamientos dependerá de los objetivos del productor, ya sea priorizar la sostenibilidad o el rendimiento. Gómez y col. (2020) evaluaron el crecimiento de lechuga en sistema hidropónico utilizando solución nutritiva comercial, reportando un diámetro de roseta foliar promedio de 25 a 35 cm. Esto indica que los estudios están dentro de los parámetros mencionados del desarrollo promedio de la parte foliar de la lechuga.

En cuanto al peso fresco total por planta, Sandoya *y col.* (2022) evaluaron el rendimiento de lechuga en sistema hidropónico con solución nutritiva comercial, obteniendo un peso fresco promedio por planta de 150 a 250 gr. Estos resultados sugieren que en cuanto al peso están dentro del rango. Respecto al tiempo de terminación del cultivo, Sánchez *y col.* (2020) reportaron un tiempo de terminación de 30 a 35 días para lechuga cultivada en sistema hidropónico con solución nutritiva comercial. Esto indica que se puede perfeccionar el ciclo de producción de la lechuga con respecto al trabajo de investigación.

**Costo beneficio de la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en hidroponía con la utilización de biol a base de gallinaza.** En esta sección se analiza el costo beneficio y la viabilidad económica de la producción de 100 plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en un sistema hidropónico, utilizando un biol a base de gallinaza. Se han considerado los principales rubros de ingresos y costos de producción, así como diversos indicadores que permiten evaluar la rentabilidad del proyecto (Tabla 4).

El análisis parte de una superficie de producción de 16 m<sup>2</sup>, donde se encuentra las diferentes fases: maternidad, fase 1 y fase 2, donde se produce a lo que equivale a 100 plantas. Es importante mencionar que el sistema de comercialización en Paraguay es por planta, no por peso, con un precio de venta de 0,45 dólares por planta.

**Tabla 4.** Análisis del costo beneficio de la producción de lechuga hidropónica con biol.

Rubro	Descripción	Total (dólares)
<b>Ingresos</b>		
Área de Producción	16 m <sup>2</sup>	100 plantas
Precio de Venta	0,45 dólares	0,45 \$
Ingreso Total	0,45 x 100 kg	45 \$
<b>Costos de Producción por ciclo</b>		
Semillas o Plantines	100 plantines	6,37 \$
Sustrato	16 m <sup>2</sup> x 1500 Gs	3,06 \$
Agua	10 L	0,13 \$
Biol a base de Gallinaza	1 litro	1,27 \$
Energía eléctrica	45 días	0,64 \$
Mano de Obra	10 hs	16,01 \$
Valor por producción de prorratoe	Valor de infraestructura	6,37 \$
Costo Total de Producción	Suma de Costos	33,85 \$
<b>Análisis de Rentabilidad por ciclo de producción</b>		
Ingreso Total		45 \$
Costo Total de Producción		33,85 \$
Margen Bruto	Ing. Total - Costo Total (Margen Bruto / Costo Total) x 100	11,15 g 33 %
Rentabilidad (%)		
Relación Beneficio/Costo	Ing. Total / Costo Total	1,31
Punto de Equilibrio	Costo Total / Precio Venta	76 plantas
Retorno de la Inversión (años)	Costo Total / Margen Bruto	3,15
Costo de infraestructura		
Caños	25 m	31,85 \$
Invernadero	4 x 4 m	127,39 \$
bombas de agua	3	76,43 \$
Instalaciones	1	19,10 \$
Costo Total	Valor	254,78 \$
Prorratoe	Costo total/5 años/8 ciclos anuales	6,37 \$

El análisis financiero de la producción de lechuga hidropónica muestra un ingreso total de \$45 por ciclo, generado a partir de 100 plantas vendidas a \$0,45 por kg. Los costos de producción, que suman \$33,85, incluyen insumos como semillas, sustrato, biol a base de gallinaza y mano de obra. Esto resulta en un margen bruto de \$11,15, lo que refleja una diferencia favorable entre ingresos y costos, indicando que la operación es económicamente viable. La rentabilidad del 33% con el uso de biol de gallinaza es un indicador positivo, sugiriendo que por cada dólar invertido en producción se generan \$1,31 en ingresos. En comparación, el uso de solución nutritiva comercial alcanza una rentabilidad del 30,9%, lo que, aunque es ligeramente inferior, sigue siendo atractivo. Además, el punto de equilibrio se establece en 76 plantas, lo que implica que este es el mínimo necesario para cubrir todos los costos de producción, permitiendo a los productores planificar y ajustar sus estrategias de venta. En cuanto a la inversión inicial en infraestructura, que asciende a \$254,78, el prorrataeo de este costo a lo largo de cinco años y ocho ciclos anuales resulta en un costo adicional de \$6,37 por ciclo. Con un retorno de inversión estimado de 3,15 años, el análisis sugiere que la producción de lechuga hidropónica no solo es rentable, sino que también ofrece un plazo razonable para recuperar la inversión, lo que la convierte en una opción atractiva para los productores que buscan maximizar sus ganancias en un mercado en crecimiento.

## CONCLUSIONES

La producción de lechuga hidropónica ofrece una oportunidad significativa para promover prácticas agroecológicas, especialmente mediante el uso de desechos orgánicos, como el biol de gallinaza. Este enfoque no solo permite prescindir de soluciones nutritivas comerciales, sino que también contribuye a una agricultura más sostenible y resiliente.

Aunque la solución nutritiva comercial logra un mayor peso fresco total por planta, alcanzando 205 g frente a los 183 g del biol, es importante considerar que el sistema de comercialización en Paraguay prioriza la venta por planta. En este contexto, el biol de gallinaza se presenta como una alternativa viable y rentable, con un 33% de rentabilidad, que, aunque ligeramente inferior al 30,9% de la solución comercial, tiene la ventaja de ser un recurso local y renovable.

El uso de desechos orgánicos no solo reduce la dependencia de insumos externos, sino que también promueve el reciclaje de nutrientes, alineándose con los principios de la agroecología. Además, los parámetros agronómicos, como el porte, el follaje y la uniformidad, se mantienen estables entre ambos tratamientos, lo que indica que el biol puede producir lechugas de alta calidad.

En síntesis, al integrar el uso de desechos orgánicos en la producción de lechuga hidropónica, se puede lograr una agricultura más sostenible, que no solo satisface las necesidades del mercado, sino que también contribuye a la salud del ecosistema y al bienestar de las comunidades productoras.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al equipo de investigadores, por el arduo trabajo y la dedicación que han demostrado en el proyecto "Producción Agroecológica de Lechuga (*Lactuca sativa L.*) con BioL de Gallinaza en Sistema Hidropónico". Su compromiso y esfuerzo colectivo han sido fundamentales para el éxito de esta investigación. Cada uno de ustedes ha aportado su conocimiento y habilidades, lo que ha permitido no solo alcanzar los objetivos planteados, sino también profundizar en el entendimiento de prácticas agroecológicas sostenibles. Su colaboración y entusiasmo han hecho de este proyecto una experiencia enriquecedora.

## LITERATURA CITADA

- Almería, S. H. s.f. Plástico para invernadero. [www.sistemashorticolasalmeria.com/plasticos-para-invernaderos/](http://www.sistemashorticolasalmeria.com/plasticos-para-invernaderos/).
- Altieri, M.A. 2018. Agroecología: la ciencia de la agricultura sostenible. Siglo XXI Editores.
- Arias-Gómez, J., M.A. Villasis-Keever y M.G. Miranda-Novales. 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* 63(2):201-206.
- Castro, J., M. López y S. Rodríguez. 2022. Condiciones climáticas y su impacto en la agricultura. *Revista de Ciencias Agrarias* 18(1):34-45.
- Galeano, Á.H. y V. González. 2023. Producción de diferentes variedades lechuga en sistema hidropónico. Universidad Católica. Carapeguá.
- García, J., R. López y M. Pérez. 2021. Efectos de biofertilizantes en cultivos hidropónicos. *Revista de Agricultura Sostenible* 15(2):85-93.
- Gómez, E., A. Márquez y N. Castillo. 2020. Efecto de diferentes sustratos en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*) en clima mediterráneo. *Horticultura Internacional* 54:18-25.
- González, P. y A. Torres. 2021. Innovaciones en agroecología: un enfoque práctico. *Agricultura y Sociedad* 9(2):112-126.
- Hernández, R., Fernández, M. y J. Rodríguez. 2014. Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
- Hernández, R., L. Pérez y O. Martínez. 2021. Estrategias para la seguridad alimentaria en Paraguay. *Boletín de Desarrollo Rural* 15(3):58-70.
- López, A., y C. González. 2022. Desafíos de la agricultura sostenible en Paraguay. *Revista Paraguaya de Ciencias Agrarias* 10(1):45-60.
- Martínez, A. 2023. Impacto de la agroecología en comunidades locales. *Revista de Desarrollo Sustentable* 10(1):23-37.
- Martínez, A., J. Ramírez y L. Torres. 2020. Nutrientes en la gallinaza: un análisis para su uso en biofertilizantes. *Agricultura Ecológica* 12(3):123-130.
- Miranda, E. 2016. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. A4 Diseños.

- Molina, A.M. y S.C. Ochoa. 2013. Estudios observacionales (I). Estudios transversales. Medidas de frecuencia. Técnicas de muestreo. Fundamentos de Medicina Basada en la Evidencia: <https://evidenciasenpediatria.es/>.
- Monje, Á. 2011. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad Surcolombiana, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.
- Pérez, R., M. Silva y J. Castro. 2021. Uso de biofertilizantes en lechuga hidropónica. *Journal of Hydroponics* 8(4):201-210.
- Ramírez, J. y C. Díaz. 2020. Sistemas hidropónicos y su aplicación en la agricultura moderna. *Revista de Tecnología Agrícola* 14(4):77-85.
- Resh, H.M. 2019. *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*. CRC Press.
- Sánchez, M., J. Ramírez y C. Benítez. 2020. Optimización de la fertilización en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*) en la Región Occidental de Paraguay. *Ciencia Agropecuaria* 18(1):23-34.
- Sandoya, G., J. Bosque y V. Vassilaros. 2022. La producción de lechuga en sistemas hidropónicos. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1433>.
- Silva, R. 2023. Beneficios socioeconómicos de la agricultura sostenible. *Revista de Desarrollo Rural* 9(1):77-89.

# ABV

## LOS SABORES DE LA AGROECOLOGÍA

Diego Griffon

Laboratorio de Evolución y Ecología Teórica, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. griffondiego@gmail.com

### RESUMEN

En este ensayo se reflexiona sobre la Agroecología utilizando como punto de anclaje algunas de las definiciones que han sido propuestas para esta palabra. Siguiendo este acercamiento, se pueden identificar, lo que podría ser llamado niveles de la Agroecología. Niveles que no son independientes, estando en realidad profundamente relacionados. Se propone que estos niveles son: (1) La Agroecología como un conjunto de técnicas, (2) La Agroecología como ciencia, (3) La Agroecología como resistencia cultural, (4) La Agroecología como filosofía de vida y (5) La Agroecología como movimiento de transformación social. Conceptualizada como un conjunto de técnicas, la Agroecología se basa en el empleo de prácticas como el compostaje o el control biológico, para sustituir insumos químicos tóxicos. Como ciencia, aplica principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sostenibles. Como resistencia cultural, se vincula con la agricultura ancestral, incorporando saberes tradicionales en su cuerpo de conocimientos. Como una filosofía de vida, rechaza el antropocentrismo y el reduccionismo, promoviendo una visión holística que resalta la interconectividad entre los componentes de los sistemas agroalimentarios. Como un movimiento social, vincula la lucha por la tierra y la sustentabilidad con valores como autonomía, participación y solidaridad. En conclusión, la agroecología es un enfoque transdisciplinario y participativo que busca construir sistemas alimentarios alternativos, desafiando las estructuras de poder establecidas.

**Palabras clave:** Agricultura ecológica, conceptos de agroecología, niveles de la agroecología.

### ABSTRACT

This essay reflects on Agroecology using some of the definitions that have been proposed for this word as an anchor point. Following this approach, what could be called levels of Agroecology can be identified. Levels that are not independent, but are actually deeply related. It is proposed that these levels are: (1) Agroecology as a set of techniques, (2) Agroecology as a science, (3) Agroecology as cultural resistance, (4) Agroecology as a philosophy of life, (5) Agroecology as a social transformation movement. Conceptualized as a set of techniques, agroecology employs practices such as composting or biological control to replace toxic chemical inputs. As a science, it applies ecological principles to design sustainable agroecosystems. As cultural resistance, it is linked to ancestral agriculture, incorporating traditional knowledge into its body of knowledge. As a philosophy of life, it rejects anthropocentrism and reductionism, promoting a holistic vision that highlights the interconnectivity between the components of agrifood systems. As a social movement, it links the struggle for land with values such as participation, autonomy, and solidarity. In conclusion, agroecology is a transdisciplinary and participatory approach that seeks to build alternative food systems, challenging established power structures.

**Keywords:** Ecological agriculture, concepts of Agroecology, Agroecology levels.

### INTRODUCCIÓN

La Agroecología ha surgido como una alternativa ante los retos que enfrenta el sistema alimentario de la humanidad (Gliessman, 2018). Por esto buena parte del movimiento campesino y ecologista internacional ha cifrado sus esperanzas de construcción de un futuro mejor en el desarrollo

y expansión de esta otra forma de hacer agricultura (IAASTD, 2009; IPES Food, 2016; ETCC Group, 2017; FoEI, 2018; FAO, 2019; Van der Ploeg *y col.*, 2019). Por estas razones, entre otras, se hace conveniente intentar sistematizar algunas de las ideas, visiones y teorías que se encuentran entorno a eso que llamamos Agroecología.

Tal vez un lugar adecuado desde dónde comenzar la sistematización sea el nivel conceptual. Son múltiples las propuestas de definición que se han intentado de la palabra Agroecología (Sevilla *y col.*, 1996; Altieri y Nicholls, 2000; 2020; Giessman, 2001, 2018; López y López, 2003), diversidad que lejos de representar una debilidad, es un síntoma de la vitalidad que existe en el seno del pensamiento agroecológico. También es un indicativo de la pluralidad de puntos de vista desde donde se están abordando las conceptualizaciones (Warner, 2008; Tomich *y col.*, 2011; Toledo, 2012; Altieri y Toledo, 2010; Giessman, 2013; Gómez *y col.*, 2015, Norder *y col.*, 2016). En efecto, un análisis de las propuestas nos revela que operan en lo que podríamos llamar diferentes niveles o sabores de la Agroecología. Niveles que desde ningún punto de vista son independientes, estando en realidad subsumidos los unos en los otros, como las muñecas de una matrioska. Cuando pensamos en la Agroecología de esta manera, considerando sus sabores, podemos imaginarla como el bulbo de una cebolla, formado por capas que cubren unas a otras. De esta manera podemos intentar apreciar uno a uno los diferentes niveles, como quien deshoja los pétalos una rosa, hasta llegar a su corazón. Este es precisamente el ejercicio que vamos a realizar aquí: la descripción de cada uno de los sabores metafóricos de la agroecología.

## LA AGROECOLOGÍA COMO UN CONJUNTO DE TÉCNICAS

Es muy común encontrar opiniones que plantean que la Agroecología consiste en un conjunto de técnicas de agricultura ecológica (Wezel *y col.*, 2009). Este es, efectivamente, un primer nivel de definición. Este nivel, fundamentalmente aplicado, no debe ser bajo ningún respecto despreciado, ya que a él se debe en buena medida el crecimiento en la aceptación y práctica que ha experimentado la Agroecología en los años recientes (Wezel *y col.*, 2014; Hawes *y col.*, 2021; Akanmu *y col.*, 2023; Dassou *y col.*, 2024). Esta situación es una muestra, en sí misma, de la eficacia que tienen las técnicas agroecológicas en el ámbito de la producción de alimentos. A este nivel pertenecen todas las experiencias que se fundamentan en la implementación de técnicas agroecológicas concretas, como la asociación de cultivos, compostaje o uso de controladores biológicos (Altieri y Nicholls, 2000; Núñez, 2005). Es decir, es un nivel basado en la práctica de una agricultura de sustitución de insumos (lo que significa, cambiar insumos químicos tóxicos, por insumos biológicos amigables con el ambiente).

Cuando la Agroecología se realiza solamente a este nivel, sin ir más allá, se encuentra propensa a convertirse en un paquete tecnológico que puede llegar a ser aplicado de forma indiscriminada en cualquier situación (Patel, 2012). Sobra decir que esta es una situación peligrosa, ya que repite uno de los más grandes errores de la Revolución Verde: homogenizar la agricultura, desconociendo el carácter local (idiosincrático) de esta actividad (Ray, 2023). En contraste, en los otros niveles de la Agroecología se reconoce que la agricultura es el resultado de la coevolución entre grupos sociales particulares y los ecosistemas en los cuales estos se encuentran, produciéndose de esta manera una adaptación en el tiempo de los sistemas agrícolas a las peculiaridades socio-ecológicas de la localidad; es decir, generando una idiosincrasia basada en la agrobiodiversidad local (Toledo y Barrera-Bassol, 2008).

Es también importante señalar que en este nivel no existe mecanismo alguno que proteja a la Agroecología de ser cooptada por el sistema industrial de producción de alimentos y, por lo tanto, por su racionalidad económica: el agronegocio (Alonso-Fradejas *y col.*, 2020). Evidencias de este peligro las encontramos en el desarrollo que ha experimentado la agricultura orgánica en los últimos tiempos (Held, 2021). Agricultura que en alguna medida ha sido utilizada como una estrategia de mercadeo por las grandes transnacionales de la alimentación (Philip, 2009). En este sentido debemos reconocer que muchas experiencias que funcionan en este nivel se han planteado explícitamente como objetivo principal, tener acceso a los mercados preferenciales que existen para la agricultura alternativa (Bonzi, 2017; Fernández, 2018; Baldini y Mendizábal, 2019), lo que es completamente válido. Finalmente, es importante señalar que desconocer el carácter agroecológico de la agricultura practicada a este nivel es una pretensión arrogante y arbitraria, que lejos de fortalecer, debilita a la Agroecología.

## **LA AGROECOLOGÍA COMO CIENCIA**

En este nivel se comprende a la Agroecología como la aplicación de conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Gliessman, 1998, p. 13). Una característica central en este nivel, es que su práctica se fundamenta en la interpretación de un conjunto de principios. Estos principios representan el corazón de la Agroecología entendida como ciencia aplicada (Gliessman, 1998; Altieri y Nicholls, 2000). Es importante comprender que los principios se emplean en el manejo del agroecosistema y en este sentido también son instrumentales. Por lo tanto, son principios de manejo, no principios éticos transversales a todos los niveles. Esta situación ha causado mucha confusión, ya que en numerosas ocasiones se ha intentado introducir artificialmente en los principios, valores que son propios de otros niveles (por ejemplo, aspiraciones en el orden social) (ver, por ejemplo: Wezel *y col.*, 2020).

Si bien los principios de la Agroecología son centrales, no existe una lista única de ellos (ver Gliessman, 1998; Altieri y Nicholls, 2000; Núñez, 2005, FAO, 2018; Wezel *y col.*, 2020). Sin embargo, las diferentes postulaciones de principios convergen en unos que son instrumentales, primordiales y comunes a todas, estos son: (a) Diversificar el agroecosistema; (b) Adaptarse a las condiciones locales; (c) Balancear el flujo de nutrientes y energía; (d) Conservar los recursos; (e) Incrementar las relaciones sinérgicas y (f) Manejar holísticamente el sistema.

Para entender el origen de los principios de manejo de la Agroecología debemos hacer primero un análisis de algunas de las características de los sistemas en los cuales se aplican, los agroecosistemas. Empecemos por recordar que un agroecosistema es un ecosistema constantemente perturbado por la acción del ser humano (Vandermeer, 1992; Odum, 1997). Estas perturbaciones se traducen en que:

(1) El sistema se mantiene en los estados tempranos de la sucesión ecológica, con una biodiversidad reducida artificialmente (Altieri y Nicholls, 2000). Recordemos que la sucesión ecológica es el proceso de recambio de especies que ocurre en un ecosistema luego de una perturbación. Un ejemplo de esto lo encontramos en el conjunto de especies que van apareciendo en un terreno, luego que se remueve su vegetación (en este caso, la eliminación de la vegetación es la perturbación). De esta forma, se favorece la entrada al sistema de especies con características invasoras o pioneras (ciclos de vida cortos, altas tasas de reproducción, rusticidad, etc.). Que son características frecuentes en las especies que luego catalogamos de plagas, enfermedades o malezas (es decir, estos problemas están asociados a un tipo de manejo particular del sistema).

(2) El ecosistema es cíclicamente llevado a un estado de diversidad mínima (máxima perturbación) al inicio de cada ciclo de cultivo durante las labores del suelo (Altieri y Nicholls, 2000).

(3) Las especies que se encuentran en el agroecosistema como parte del diseño (agrobiodiversidad planificada) son escogidas por el ser humano y no el producto del proceso histórico de co-evolución de un ecosistema. Razón por la cual estas especies pueden presentar características poco adaptadas a las condiciones locales (Vandermeer y Perfecto, 1995).

(4) Los flujos de energía y nutrientes son alterados por el ser humano. Se introduce energía y nutrientes externos al sistema para incrementar la producción de materia (biomasa) comercializable y se retiran contantemente nutrientes del sistema en forma de cosecha (Odum, 1997; Gliessman, 1998, 2015).

(5) La redundancia es casi inexistente. La agricultura intenta reorientar los flujos naturales de la energía y nutrientes del sistema con el fin de incrementar el porcentaje de energía y nutrientes que son cosechados (Griffon, 2008). Esto implica transformar la compleja red interacciones de los ecosistemas naturales, en sistemas simplificados (lineales) llamados monocultivos (un monocultivo consiste en la siembra en una gran extensión de terreno de una sola especie).

Todos los principios de la Agroecología pueden ser correctamente entendidos como formas de atenuar el efecto de las perturbaciones ocasionadas por el ser humano en los agroecosistemas (Gliessman, 1998; Altieri y Nicholls, 2000). En este marco de ideas, ensayemos algunas posibles interpretaciones de los principios:

I. Diversificar el agroecosistema es una forma de atenuar el efecto (esto es, la disminución de la diversidad) que tiene el mantener al sistema en etapas tempranas de la sucesión y llevarlo cíclicamente a un estado de máxima perturbación.

II. Adaptarse a las condiciones locales, es una manera de aproximar la composición de la fauna y flora del agroecosistema a las especies propias de la localidad. Esto puede llevarse a cabo utilizando variedades locales adaptadas.

III. Balancear el flujo de nutrientes-energía y conservar los recursos intenta disminuir los desbalances ocasionados por el aporte extra de energía y nutrientes hechos al sistema y la degradación de sus componentes (por ejemplo, el suelo) debido a la fuga de nutrientes en forma de cosecha. Esto se puede lograr, entre otras, utilizando como insumos de cada uno de los subsistemas (por ejemplo, subsistema animal, subsistema vegetal, subsistema forestal, etc.) los subproductos generados en otros subsistemas (por ejemplo, restos de cosecha, excretas animales, etc.). El efecto final de estas prácticas es disminuir las entradas y salidas artificiales del sistema.

IV. Incrementar las relaciones mutuamente positivas (sinérgicas), apunta hacia aumentar las relaciones complejas entre los componentes de la agrobiodiversidad. Esto involucra abandonar (el ya comentado) esquema lineal en el diseño de las relaciones ecológicas en el sistema y favorecer la redundancia de funciones y las vías alternativas al flujo de nutrientes-energía. Para lograr este objetivo, es indispensable cumplir con el principio de diversificar el agroecosistema. Pero esta diversificación se debe diseñar de forma que se favorezcan complementariedades y sinergismos entre los componentes. Esto se traduce, entre otras cosas, en el afloramiento de auto-control de las poblaciones (por ejemplo, de insectos que se alimentan de plantas) (Griffon y Hernandez, 2019). Lo que a su vez disminuye la necesidad de perturbar el sistema mediante controles externos de estas poblaciones.

V. Manejar holísticamente el sistema, hace referencia a un entendimiento profundo del agroecosistema. Este entendimiento se fundamenta en reconocer que el agroecosistema es un ecosistema y no una fábrica de alimentos. Al igual que cualquier otro ecosistema, el agroecosistema consiste en un conjunto de elementos (bióticos y abióticos) que interactúan de diferentes maneras. El agroecosistema es un sistema complejo, en donde las perturbaciones que sufren algunos de sus componentes pueden tener efectos desproporcionados sobre otros componentes del sistema. De esta manera, el manejar por separado los diversos componentes, impide tener una visión de las propiedades que emergen de su interacción. Por lo tanto, cualquier manejo que intente ser exitoso debe considerar el sistema como un todo (es decir, holísticamente).

Estas no son más que algunas propuestas de interpretación ecológica de los principios de la Agroecología. Interpretaciones más profundas son posibles y es una tarea necesaria realizarlas. Es de gran importancia comprender que, si bien los principios son universales, su interpretación y sobre todo su traducción en esquemas de manejo son particulares a cada situación (Gliessman, 2015). De esta manera nos damos cuenta que los principios son una brújula que nos ayuda a encontrar soluciones a los problemas relacionados al manejo del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2000). La correcta lectura de esta brújula depende de un previo análisis ecológico de las particularidades de cada agroecosistema (Vandermeer y Perfecto, 2017). De este análisis y de su interpretación en términos de los principios se desprende el diseño agroecológico del predio, así como su manejo (Altieri y Nicholls, 2000). Por lo tanto, este nivel se fundamenta en la puesta en práctica de conocimientos amplios de ecología (tanto teórica como aplicada), los cuales permiten desarrollar diseños y programas de manejo exitosos.

## **LA AGROECOLOGÍA COMO RESISTENCIA CULTURAL**

Si bien es cierto que el lenguaje que se utiliza en el nivel anterior es sumamente especializado (adoptado fundamentalmente de la ecología), no es menos cierto que la manifestación tangible en el agroecosistema de estos conocimientos (por ejemplo, los patrones de siembra, las asociaciones de cultivos, etc.) son en muchos aspectos indistinguibles de los sistemas ancestrales de agricultura (Toledo, 1993). Esto es algo sumamente interesante, sobre lo cual bien vale la pena desarrollar algunas ideas. El punto central es que los sistemas agrícolas diseñados de acuerdo a la aplicación de modernos conceptos y teorías ecológicas, convergen de manera sorprendente con los diseños propios de la agricultura ancestral (Griffon *y col.*, 2021).

Mas allá de la sorpresa inicial que esta coincidencia pudiese causar, su explicación es sumamente simple. Los conceptos y teorías ecológicas que se encuentran detrás de los diseños agroecológicos son el producto del estudio de procesos y patrones que se observan en los ecosistemas naturales (Altieri, 1992; 2004; 2021; Altieri y Nicholls, 2000; Koohafkan y Altieri, 2017). Por lo tanto, los diseños agroecológicos son estrategias biomiméticas (es decir, que imitan a la biología) que buscan reproducir en los agroecosistemas propiedades de los ecosistemas no intervenidos. Por su parte, una característica central de los sistemas agrícolas ancestrales, es que son el fruto de un proceso paulatino de experimentación, en el cual las técnicas utilizadas en la agricultura se van adaptando gradualmente a las características de los ecosistemas circundantes (Nigh y Ford, 2019). Un resultado de esto, es que la agroecología utiliza estrategias profundamente eficientes en términos ecológicos, que logran emular muchas de las propiedades de los ecosistemas no intervenidos (Toledo, 1993; Ricardo *y col.*, 2016; Levis *y col.*, 2017; Griffon *y col.*, 2021).

La agroecología en este nivel está compuesta en condiciones iguales por conocimientos y teorías ecológicas, como por saberes agrícolas tradiciones. En este sentido, Altieri y Nicholls (2020, p. 209) han planteado explicitamente que la agroecología combina: “*el conocimiento agrícola tradicional con la ecología moderna*”. De esta manera, no es sorpresa que (FAO, 2018, p. 2): “*las innovaciones agroecológicas se basan en la co-creación de conocimiento, combinando la ciencia con el conocimiento tradicional, práctico y local*”.

La sinergia antes descrita, entre conocimientos tradicionales y ecología moderna, ha traído como consecuencia; por una parte, el reconocimiento en el seno de la Agroecología del inmenso valor y profundidad existente en la agricultura ancestral (Altieri, 1992; 2004; 2021) y, por otra parte, la aceptación de la Agroecología como algo propio entre los agricultores campesinos e indígenas (Rivera, 2021; Bezerra *y col*, 2023). Es en este sentido, que la lucha por la Agroecología es reconocida y conceptualizada en diversos espacios como una lucha por la agricultura autóctona (Toledo y Barrera-Bassol, 2008). De esta manera, gracias al auge que experimenta la Agroecología en la actualidad, en muchas comunidades rurales se está produciendo una re-valoración y un re-descubrimiento de una agricultura que en última instancia es un patrimonio cultural (Toledo y Barrera-Bassol, 2008). Este proceso también ha ido acompañado de reflexiones críticas sobre el papel profundamente invasivo culturalmente que ha jugado la Revolución Verde, identificando a este tipo de agricultura con una forma de colonización intelectual (Montenegro de Wit, 2021). También es importante decir, que estos procesos de reflexión permiten que se generen emancipaciones que trascienden el plano agrícola (Figueroa-Helland *y col*, 2028).

En este nivel la Agroecología es concebida y valorada por sus practicantes en dimensiones instrumentales, éticas, estéticas y simbólicas, como una forma de resistencia cultural (Toledo y Barrera-Bassol, 2008). Situación que permite comprender los altos niveles de entrega y militancia observada entre los agricultores agroecológicos (Gliessman, 2013).

La alta valoración que reciben los conocimientos indígenas y campesinos en la Agroecología significa un alejamiento de la postura académica según la cual solamente es conocimiento válido aquel obtenido mediante la aplicación del método científico (Rivera, 2021; Bezerra *y col*, 2023); esto representa un quiebre conceptual (paradigmático) tan grande, que en efecto significa una discontinuidad (*sensu* Foucault, 2010) en la evolución de la agricultura contemporánea occidental. De esta manera, considerando a la Agroecología como una ciencia, pero además como una forma de resistencia cultural, se puede entender por qué se ha planteado que en ella existe un enfoque múltiple a la construcción de conocimiento (pluripeistemológico). Esto significa que la Agroecología toma elementos de las ciencias convencionales (por ejemplo, aproximaciones convencionales al análisis de suelos), de las ciencias no

convencionales (por ejemplo, la teoría de la complejidad) y de las no ciencias (conocimientos ancestrales), teniendo de esta forma múltiples referentes en su aproximación al conocimiento (Sevilla, 2009).

## LA AGROECOLOGÍA COMO FILOSOFÍA DE VIDA

Sin disminuir la enorme importancia que tienen los niveles (o sabores) discutidos hasta ahora, indudablemente estos no son suficientes para entender la irrupción de la Agroecología en el ámbito de la agricultura actual (Hernández, 2020). Para entender esto es indispensable referirse al despertar de la conciencia ecológica ocurrido en las sociedades occidentales en la década de los años 70 del siglo pasado (Tyrrell, 2002). No es de menospreciar, el que este despertar fuese iniciado gracias al debate público que se entabló entorno a los efectos del uso de insecticidas como el DDT (Kroll, 2001). El surgimiento del movimiento ecologista tuvo profundos impactos en la sociedad occidental, donde impulsó la organización de movimientos sociales que buscaban explícitamente la construcción colectiva de estilos de vida que se desvincularan de los desequilibrios ecológicos propios de la modernidad (Coglianese, 2001).

La formulación y concreción de estos nuevos estilos de vida fue influída por diferentes ideologías, donde encontramos desde teorías no ortodoxas de izquierda, hasta filosofías orientales (Hecht, 1997; Shiva, 1991, 2005; Sevilla, 2011). Sin embargo, sin desconocer otras influencias (Hecht, 1997), en lo que a la Agroecología se refiere, son particularmente importantes los aportes de la Ecología Radical, esto a pesar de que estas influencias no se materializaran de forma directa, sino mediante la intermediación del movimiento ecologista (Taylor, 2008; Tokar, 2008; Woodhouse, 2018).

Dentro de la diversidad de corrientes de pensamiento de la Ecología Radical, son tres las que mayor impacto han tenido en la configuración de la Agroecología como una filosofía de vida (Woodhouse, 2018). En este sentido, sin lugar a dudas, la crítica al antropocentrismo realizada desde la Ecología Profunda ha ejercido una importante influencia en la cosmovisión de la Agroecología en este nivel (Klemmer y McNamara, 2020). Esto se ha traducido en una valoración más equilibrada de la posición del ser humano en el conjunto de la naturaleza (Naess, 1993). Muy relacionado al anterior, otro concepto tomado de la Ecología Profunda de gran impacto en la Agroecología, es la noción de interconectividad e interdependencia entre los componentes de la trama de la vida (Capra, 1998; Capra y Luisi, 2016). Es importante destacar, que estos elementos tomados de la Ecología Profunda no solamente han tenido efectos a nivel del diseño de agroecosistemas, donde se resalta el carácter sistemático (holístico) del predio como unidad orgánica (Altieri, 1993). Es aún más importante el efecto que estos conceptos han tenido en la configuración del ideal de la Agroecología como un estilo y filosofía de vida (Wolff y Wittman, 2023).

Otra influencia importante en la configuración de la Agroecología en este nivel, es la Ecología Social (Tokar, 2008). En particular, es relevante el análisis histórico realizado en esta corriente de pensamiento sobre el surgimiento y desarrollo de los sistemas de jerarquías (Bookchin, 1982). Resalta en este análisis el correlato entre el surgimiento de las jerarquías humanas y la noción de dominación de la naturaleza (Strome, 2023). Correlato que empieza precisamente con la aparición de la agricultura en la Revolución Neolítica, momento en el cual se hace explícita la división social del trabajo, las jerarquías, la domesticación y la pretensión de dominio de la naturaleza, todos procesos íntimamente relacionados (Bookchin, 1982). Este análisis permite constatar cómo con el devenir de la historia, se hacen cada vez más sofisticados los sistemas de dominación a lo interno de las sociedades, y los intentos de éstas por dominar al resto de la naturaleza (Strome, 2023). Este proceso es particularmente tangible en la historia de la agricultura, donde se observa un constante incremento en la artificialización y control coercitivo de los agroecosistemas, aunado al surgimiento de estructuras sociales cada vez más jerárquicas y excluyentes (Bellwood, 2023). Lo realmente importante es que, de este relato se desprende la existencia de una estrecha relación entre la dominación en las sociedades humanas y los intentos de dominación de éstas para con el resto de la naturaleza. Esto implica, entre otras cosas, que posiblemente para solucionar uno de estos problemas, sea también necesario solventar el otro (Bookchin, 1982).

Por su parte, el Ecofeminismo también ha contribuido sustancialmente a la configuración de la posición filosófica de la Agroecología (Shiva, 2005). Esta corriente comparte con la Ecología Social muchos aspectos del análisis histórico esquematizado anteriormente. En el Ecofeminismo se plantea que en la configuración de la sociedad occidental moderna se han establecido una serie de estructuras sociales jerárquicas que van desde el patriarcado y la gerontocracia, hasta las divisiones de clases (Leff, 2004). En particular, el patriarcado divide la realidad en pares jerarquizados: Cultura-Naturaleza, Razón-Emoción, Mente-Cuerpo, Público-Doméstico, asociando la primera parte de estos pares con lo masculino y la segunda con lo femenino (Ortner, 1972; Leff, 2004). Este dualismo conlleva a los intentos de dominio y explotación de la naturaleza, aunados a la subordinación de la mujer a favor del hombre y de los valores considerados masculinos. El Ecofeminismo identifica la preponderancia de los “valores” masculinos en la sociedad occidental con el origen de buena parte de la problemática social y ambiental actual (Salleh, 1984). Por ejemplo, es interesante apreciar cómo, en el transcurso de la historia de la agricultura, en la medida que la mujer ha sido excluida de esta actividad, en esa misma medida ha aumentado la homogenización, los enfoques belicistas (por ejemplo, el uso de venenos) y la artificialización de los agroecosistemas; todas estrategias orientadas a minimizar la diversidad (biológica y cultural) existente en la agricultura (Shiva, 2005).

El Ecofeminismo engloba a un conjunto amplio de diferentes posturas, que en algunos niveles pueden ser contradictorias entre sí (Escobar, 2010). En este sentido, sin lugar a dudas, de este conjunto el que más ha aportado en la configuración de la Agroecología, es el Ecofeminismo vinculado al sur global (Escobar, 2000; 2010). Es precisamente a éste al que se debe otro elemento de fundamental importancia, la noción de desacralización de la naturaleza o desencantamiento del mundo. Si bien esta idea fue formulada originalmente por Max Weber (1905), es realmente en el Ecofeminismo donde ha sido desarrollada en profundidad (Merchant, 1980). El desencantamiento del mundo hace referencia a los efectos que ha traído consigo el predominio de la racionalidad instrumental occidental en nuestra relación con el resto de la naturaleza (Merchant, 1980). En particular, las nociones que plantean que la naturaleza puede ser entendida como un inmenso mecanismo, inteligible si se realiza su disección en partes y se analiza cada una de ellas por separado (Capra, 1998; Capra y Luisi, 2016). Esta idea pretende hacer obsoleta toda noción no materialista del conjunto del entorno, ciertamente desencantando a la naturaleza (Merchant, 1980). El desencantamiento de la naturaleza implica que nuestra relación con el resto de la naturaleza se limita al ámbito de lo utilitario, lo que abre el camino que permite que la naturaleza se reduzca a un recurso y la tierra a un factor de producción (Capra, 1998). Nociones que en gran medida se encuentran detrás de la crisis ambiental en general y de la agricultura moderna en lo particular (Shiva, 2005). La Agroecología rechaza explícitamente esta visión reduccionista de la naturaleza, por lo cual comúnmente rescata referentes simbólicos tangibles o intangibles no comprensibles en el marco de la racionalidad científica occidental (Altieri, 1992).

De esta manera vemos cómo, filtrado a través de la influencia del movimiento ambientalista, la Agroecología se ha enriquecido gracias al aporte de diversas escuelas de pensamiento de la Ecología Radical. Esto ha permitido que se configure una visión de mundo que va mucho más allá de lo planteado en los dos niveles anteriormente discutidos (i.e., la agroecología como ciencia y como resistencia cultural). Es de esta forma cómo se establecen delineamientos éticos y estéticos que configuran a la Agroecología como una filosofía de vida y como un estilo de vida propio del altermundismo que, como tal, busca explícitamente la construcción de otra realidad (Gliessman, 2018, p. 599): *“La agroecología es la integración de la investigación, la educación, la acción y el cambio que aporta sostenibilidad a todas las partes del sistema alimentario: ecológica, económica y social. Es transdisciplinaria en el sentido de que valora todas las formas de conocimiento y experiencia en el cambio del sistema alimentario. Es participativa en el sentido de que requiere la participación de todas las partes interesadas, desde la granja hasta la mesa y todos los que están en el medio. Está orientada a la acción porque confronta las estructuras de poder económico y político del actual sistema alimentario industrial con estructuras sociales alternativas”.*

## LA AGROECOLOGÍA COMO MOVIMIENTO DE TRANSFORMACIÓN SOCIAL

En este nivel, el más profundo de todos, se imbrican los demás (Anderson *y col.*, 2021). Para comprender cómo ocurre esto, es necesario considerar que cuando se produjo el reconocimiento (ya mencionado) entre la Agroecología como ciencia y como resistencia cultural, sucedió en un contexto en el cual la agricultura campesina era (y todavía lo es) objeto de un arrinconamiento por parte del sistema hegemónico de producción de alimentos (IAASTD, 2009). Sistema que efectivamente ha logrado acaparar las mejores tierras, desplazando a la agricultura campesina a terrenos marginales (Wittman y James, 2022). Este proceso de exclusión pudo ser correctamente analizado gracias a los referentes teóricos tomados de la Ecología Radical (Shiva, 2005). De esta manera, muy temprano en el surgimiento de la Agroecología, se hizo evidente que para poder practicar esta “otra agricultura” y así resistir culturalmente al avance de la Revolución Verde, era indispensable primero tener un lugar en donde desarrollar esta actividad; es así como la lucha por la Agroecología se vinculó a la lucha por el derecho a la tierra (Wittman y James, 2022).

En este sentido, se entiende que cuando se define a la Agroecología desde este nivel, se lo haga en los siguientes términos (Sevilla *y col.*, 1996, p. 42): *“Es el manejo ecológico de los recursos naturales que, incorporando una acción social colectiva de carácter participativo, permite el diseño de métodos de desarrollo sostenible. Ello se realiza a través de un enfoque holístico y una estrategia sistemática que reconduzca el curso alterado de la coevolución social y ecológica. Esto se logra mediante el establecimiento de mecanismos de control social de las fuerzas productivas para frenar las formas de producción degradantes y explotadoras de la naturaleza y de la sociedad, causantes de la actual crisis ecológica.”*

De esta manera, en este nivel se incorporan a la Agroecología una serie de características que efectivamente la diferencian de todas las demás corrientes de agricultura alternativa (Tittonell *y col.*, 2022). La vinculación que existe en este nivel, entre la actividad agrícola y la lucha social (peculiaridad de la Agroecología) conduce al establecimiento de una serie de valores que son fundamentales (van den Berg *y col.*, 2019). Muchos de estos valores son erróneamente buscados en los principios de manejo propios del nivel, en el cual hemos descrito a la Agroecología como una ciencia. Sin embargo, estos valores solamente tienen sentido en el nivel más incluyente, en el cual la Agroecología muta en un movimiento de transformación social. Estos valores son (Tokar, 2008): (1) Participación; (2) Autonomía y autogestión; (3) Unidad en la diversidad; (4) Apoyo mutuo, solidaridad y (5) Ausencia de jerarquías.

Es particularmente interesante constatar en la práctica cómo muchas de las experiencias reales en Agroecología, tienden implícita o explicitamente hacia estos valores (van den Berg *y col.*, 2019). Las experiencias reales tienen una gran importancia en la Agroecología, porque son una manifestación del principio ético que plantea que los fines y los medios deben ser coherentes (Tokar, 2008). De esta manera, para promover “otra agricultura” posible, es importante comenzar por desarrollar experiencias reales que demuestren que esta agricultura es efectivamente viable. Esto es, por una parte, un llamado a la acción, y por otra, una acción prefigurativa. La Agroecología entendida como acción prefigurativa es fundamental, puesto que delinea en el presente aspectos de una sociedad futura posible.

## **CONCLUSIÓN: EN DEFINITIVA, MUCHOS SABORES...**

La Agroecología es un conjunto de técnicas, pero también una ciencia, además está relacionada con una forma de resistencia cultural, a aspectos particulares de ciertas filosofías ecológicas radicales y en su nivel más profundo, encontramos que promociona la transformación de aspectos claves de la sociedad moderna. Estos son los diferentes sabores metafóricos de la agroecología, que como ocurre en la cocina, no son necesariamente agradables para todos los gustos. Pero, algunos de ellos, posiblemente nos despierten el paladar...

## **LITERATURA CITADA**

- Akanmu, A.O., A.M. Akol, D.O. Ndolo, F.R. Kutu y O.O. Babalola. 2023. Agroecological techniques: adoption of safe and sustainable agricultural practices among the smallholder farmers in Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7:1143061
- Alonso-Fradejas, A., L.F. Forero, D. Ortega-Espés, M. Drago y K. Chandrasekaran. 2020. Agroecología chatarra. La captura corporativa de la agroecología para una transición ecológica parcial y sin justicia social. ATI, TNI, *Crocevia* Publicación Electrónica: <https://www.tni.org/>.
- Altieri, M.A. 1993. Agroecología: bases científicas de la Agricultura Sostenible. CEPAL.
- Altieri, M.A. 1992. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional? Agroecología y Desarrollo CLADES. 1.
- Altieri, M.A. y C.I. Nicholls 2020. Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *The International Journal of Agriculture and Natural Resources* 47(3):204-215.
- Altieri, M.A. y C.I. Nicholls. 2000. Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Altieri, M.A. y V.M. Toledo. 2010. La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *El Otro Derecho*. 42.
- Altieri. M.A. 2004. Linking Ecologists and Traditional Farmers in the Search for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2(1):35-42.

- Altieri, M.A. 2021. La agricultura tradicional como legado agroecológico para la humanidad. Revista PH Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. 104:180-197.
- Anderson, C. R., J.M. Bruil, j. Chappell, C. Kiss y M.P. Pimbert. 2021. Agroecology now! Transformations towards more just and sustainable food systems. *The Agriculture, Food, & Human Values Society* 39(2):839-840.
- Baldini, C. y A. Mendizábal. 2019. Entre los commodities, el agronegocio y una población que demanda avanzar hacia la agroecología: pensar las políticas públicas agroecológicas en Argentina a partir de la reflexión sobre experiencias en Francia. *Revista del Departamento de Geografía* 7(13):82-116.
- Bellwood, P. 2023. *First farmers: the origins of agricultural societies*. Wiley.
- Bezerra, F., J.R. Correia, M.M. Petrantonio, N. Barrera-Bassols y R.R. Kubo. 2023. Agroecología e povos tradicionais na América Latina e Caribe. EMBRAPA.
- Bonzi, A. 2017. Alternativas de comercialización de productos agroecológicos en Asunción, Paraguay. Situación y perspectiva del comercio justo y de la agroecología desde las organizaciones sociales. 20.
- Bookchin, M. 1982. La ecología de la libertad: el surgimiento y la disolución de la jerarquía. Nossa y Jara.
- Capra, F. 1998. La Trama de la Vida: Una Nueva Perspectiva de los Sistemas Vivos. Anagrama.
- Capra, F. y P.L. Luisi. 2016. The Systems View of Life: A Unifying Vision? Cambridge University Press.
- Coglianese, C. 2001. Social Movements, Law, and Society: The Institutionalization of the Environmental Movement. *University of Pennsylvania Law Review* 150(1):85-118.
- Dassou, A.G., S. Tovignan, F. Vodouhè y S.D. Vodouhè. 2024. Meta-analysis of agroecological technologies and practices in the sustainable management of banana pests and diseases. *Environment, Development and Sustainability* 26:21937-21954.
- Escobar, A. 2010. Postconstructivist political ecologies". En: Redclift M., G. Woodgate. *The international handbook of environmental sociology*. Edward Elgar Publishing. 91-105.
- Escobar, A. 2000. El lugar de la naturaleza y la naturaleza del lugar: ¿globalización o postdesarrollo? En: Lander, E. *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales*. Perspectivas latinoamericanas CLACSO. 155-200.
- ETC Group. 2017. Who will feed us? The Industrial food chain vs the peasant food web. ETC Group. Publicación Electrónica: <https://www.etcgroup.org/content/who-will-feed-us-industrial-food-chain-vs-peasant-food-web>.
- FAO. 2019. Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition. FAO. Publicación Electrónica: <http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf>.
- FAO. 2018. The 10 elements of agroecology. FAO. Publicación Electrónica: <http://www.fao.org/3/i9037en/I9037EN.pdf>.
- Fernández, R. 2018. Sistemas Participativos de Garantía Agroecológicos en la Argentina. Publicación Electrónica: [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4836/INTA\\_CICPES\\_InstdeProspectiva\\_Fernandez\\_R\\_Sistemas\\_participativos\\_garantia\\_agroecol.pdf](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4836/INTA_CICPES_InstdeProspectiva_Fernandez_R_Sistemas_participativos_garantia_agroecol.pdf).
- Figueroa-Helland, L. E., C. Thomas y A. Perez-Aguilera. 2018. Decolonizing Food Systems: Food Sovereignty, Indigenous Revitalization, and Agroecology as Counter-Hegemonic Movements. *Perspectives on Global Development and Technology* 17:173-201.
- Foucault, M. 2010. *La arqueología del saber*. Siglo Veintiuno.

- FoEI. 2018. Agroecology: Innovating for sustainable agriculture & food systems. FOEI. Publicación Electrónica: <https://www.foei.org/wp-content/uploads/2021/05/Agroecology-innovation-EN.pdf>.
- Gliessman, S. 2015. *Agroecology the Ecology of Sustainable Food Systems*. Third Edition. CRC Press.
- Gliessman, S. 2018. Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42(6):599-600.
- Gliessman, S. 1998. *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Sleeping Bear/ Ann Arbor Press.
- Gliessman, S. 2013. Agroecology: Growing the Roots of Resistance. *Journal Agroecology and Sustainable Food Systems*. 1(37).
- Gómez, L.F., L.A. Ríos-Osorio y M.L. Eschenhagen-Durán. 2015. Las bases epistemológicas de la agroecología. *Agrociencia* 6(49).
- Griffon, D. y M.J. Hernandez. 2019. Some theoretical notes on agrobiodiversity: spatial heterogeneity and population interactions. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. Doi: 10.1080/21683565.2019.1649781.
- Griffon, D. 2008. Estimación de la biodiversidad en la Agroecología. *Agroecología* 3:25-31.
- Griffon, D., M.J. Hernandez y D. Ramírez. 2021. Theoretical clues for agroecological transitions: The Conuco legacy and the Monoculture trap. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.529271>.
- Hawes, C., P.P.M. Iannetta y G.R. Squire. 2021. Agroecological practices for whole system sustainability. *CAB Reviews*. 16(005). Doi: 10.1079/PAVSNNR202116005.
- Hecht, S. 1997. La evolución del pensamiento agroecológico. En: Altieri, M.A. *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Centro de investigación, educación y desarrollo. CIED - Secretariado rural Perú Bolivia. 3-16.
- Held, L. 2021. Is Agroecology Being Co-Opted by Big Ag?. *Civil Eats*. Publicación Electrónica: <https://civileats.com/2021/04/20/is-agroecology-being-co-opted-by-big-ag/>.
- Hernandez, A. 2020. The emergence of agroecology as a political tool in the Brazilian Landless Movement. *Local Environment* 25(3):205-227.
- Howard, P.H. 2009. Consolidation in the north american organic food processing sector, 1997 to 2007. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food* 6(1):13-30.
- IAASTD. 2009. Agriculture at a Crossroads: Global Report. Island Press.
- IPES Food. 2016. From University to Diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. Publicación Electrónica: <https://ipes-food.org/report/from-uniformity-to-diversity/>.
- James, D., R. Wolff y H. Wittman. 2023. Agroecology as a Philosophy of Life. *Agric Hum Values*. 40:1437-1450.
- Klemmer, C.L. y K.A. McNamara. 2020. Deep Ecology and Ecofeminism: Social Work to Address. *Global Environmental Crisis* 35(4):503-515.
- Koohaifkan, P. y M.A. Altieri. 2017. *Forgotten agricultural heritage: reconnecting food systems and sustainable development*. Routledge.
- Kroll, G. 2001. The "Silent Springs" of Rachel Carson: mass media and the origins of modern environmentalism. *Public Understanding of Science*. Doi: 10.1088/0963-6625/10/4/304.
- Leff, E. 2004. *Ecofeminismo: el género del ambiente*. Polis.
- Levis, C., F.R. C. Costa, F. Bongers, M. Peña-Claros, C.R. Clement, A.B. Junqueira, y col. 2017. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science* 355:925-931.

- López, D. y J.A. López. 2003. *Con la comida no se juega*. Alternativas autogestionarias a la globalización capitalista. Traficantes de sueños.
- Merchant, C. 1980. *The death of nature: Women, ecology and the scientific revolution*. Harper & Row.
- Montenegro de Wit, M. 2021. *Abolitionist Agroecology, Food Sovereignty and Pandemic Prevention*. Daraja Press.
- Naess, A. 1983. *Ecology, Community and Lifestyle: Outline of an Ecosophy*. Cambridge University Press.
- Nigh, R. y A. Ford, 2019. El Jardín forestal maya. Ocho milenios de cultivo sostenible de los bosques tropicales. Fray Bartolomé de las Casas/CIESAS/Exploring Solutions Past the Maya Forest Alliance.
- Norder, L. A., C. Lamine, S. Bellon y A. Brandenburg. 2016. Agroecology: Polysemy, pluralism and controversies. *Ambiente & Sociedade* 19(3):1-20.
- Núñez, M.A. 2005. Bases científicas de la agricultura tropical sustentable. In Motion Magazine.
- Odun, E. 1997. *Ecology: A bridge between Science and Society*. Sinauer.
- Ortner, S. 1972. Is female to male as nature is to culture? *Feminist Studies* 1:5-31.
- Patel, R. 2012. The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies* 40(1), 1-63.
- Ray, A. 2023. The Decline of Agrobiodiversity: Process of Crop Improvement, Consequent Homogenization, and Impacts. En: Ghosh, S., A. Kumari-Panda, C. Jung, S. Singh- Bisht. *Emerging Solutions in Sustainable Food and Nutrition Security*. Springer.
- Ricardo, N.E., A.M. Álvarez y L. Álvarez. 2016. Conucos y rastrojos de la etnia Piaroa en la cuenca media del río Cataniapo, estado Amazonas, Venezuela. *Acta Botánica Cubana* 3:336-344.
- Rivera, L.C. 2021. *Agroecología: recuperando saberes para reconstruir territorialidades*. Fundación Heinrich Böll.
- Salleh, A.K. 1984. Deeper than deep ecology: the eco-feminist connection. *Environmental Ethics* 6(4):339-345.
- Sevilla, E. 2009. La agroecología como estrategia metodológica de transformación social. Publicación Electrónica: [https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/la\\_agroecologia\\_comoEduardo-Sevilla.pdf?iv=40](https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/la_agroecologia_comoEduardo-Sevilla.pdf?iv=40).
- Sevilla, E. 2011. Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista y libertario. Plural Editores.
- Sevilla, E., G. Guzman y J. Morales. 1996. La Acción Social Colectiva en Agroecología. Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural. II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Publicación Electrónica: [http://bah.ourproject.org/IMG/pdf/agroecologia\\_y\\_accion\\_social.pdf](http://bah.ourproject.org/IMG/pdf/agroecologia_y_accion_social.pdf).
- Shiva, V. 1991. Abrazar la vida. Instituto del Tercer Mundo.
- Shiva, V. 2005. Earth democracy: justice, sustainability and peace. South End Press.
- Strome, R. 2023. On Hierarchy: Bookchin, Social Ecology, and the Potential for Egalitarianism. Publicación Electrónica: [http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc\\_num=ksuhonors1689013904596189](http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ksuhonors1689013904596189).
- Taylor, B. 2008. The Tributaries of Radical Environmentalism. *Journal for the Study of Radicalism* 2(1):27-61. Doi: 10.1353/jsr.2008.0028.
- Tittonell, P., V. El Mujtar, G. Felix, Y. Kebede, L. Laborda, R. Luján-Soto y J. de Vente. 2022. Regenerative agriculture—agroecology without politics?. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6:844261.
- Tokar, B. 2008. On Bookchin's Social Ecology and its Contributions to Social Movements. *Capitalism Nature Socialism* 19(1):51-66.

- Toledo, V. 1993. *La racionalidad ecológica de la producción campesina*. En Sevilla, E., M. González de Molina. Ecología, campesinado e historia. La Piqueta.
- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassol. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria.
- Toledo, V.M. 2012. La agroecología en Latinoamérica: Tres revoluciones, una misma transformación. *Agroecología* 6:37-46.
- Tomich, T.P., S. Brodt, H. Ferris, R. Galt y W.R. Horwath. 2011. Agroecology: A Review from a Global-Change Perspective. *Annual Review of Environment and Resources* 36:193-222.
- Tyrrell, I. 2002. Modern Environmentalism. En: Rosenzweig, R., J.C. Agnew. *The Blackwell's Companion to Post-1945 American History*. Oxford: Basil Blackwell. 328-42.
- van den Berg, L., M.B. Goris, J.H. Behagel, G. Verschoor, E. Turnhout, M.I.V. Botelho e I. Silva-Lopes. 2019. Agroecological peasant territories: resistance and existence in the struggle for emancipation in Brazil. *The Journal of Peasant Studies* 48(3):658-679.
- Van der Ploeg, J.D., D. Barjolle, J., Bruil, G. Brunori, L.M. Costa-Madureira, J. Dessein, y col. 2019. The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. *Journal of Rural Studies* 71:46-61.
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 1995. *Breakfast of biodiversity*: the truth about rainforest destruction. Food First Books.
- Vandermeer, J. 1992. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 2017. *Ecological Complexity and Agroecology*. Routledge.
- Warner, K.D. 2008. Agroecology as Participatory Science: Emerging Alternatives to Technology Transfer Extension Practice. *Science, Technology, & Human Values*. 6(33).
- Weber, M. 2003 (originalmente en 1905). La ética protestante y el espíritu del capitalismo. Fondo de Cultura Económica.
- Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod y C. David. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29(4):503-515.
- Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J-F. Vian, A. Ferrer y J. Peigné. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34:1-20.
- Wezel, A., B.G. Herren, R.B. Kerr, E. Barrios y A.L. Rodrigues-Gonçalves. 2020. Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 40. Doi: 10.1007/s13593-020-00646-z.
- Wittman, H. y D. James. 2022. Land governance for agroecology. *Elementa: Science of the Anthropocene* 10 (1):00100.
- Woodhouse, K.M. 2018. *The Ecocentrists: A History of Radical Environmentalism*. Columbia University Press.

## ANÁLISIS DE LA INVASIÓN A UN AGROECOSISTEMA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA

Diego Griffon<sup>1,2\*</sup> y Carlos Pino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Evolución y Ecología Teórica, Facultad de Ciencias, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. <sup>2</sup>Centro I+D Agroecología, Curicó, Chile. \*griffondiego@gmail.com

*El tiempo es aquello en lo que se producen acontecimientos.*  
Martin Heidegger (1924)

### RESUMEN

Para realizar un manejo ecológico de plagas efectivo, es importante disponer de la mayor cantidad de información posible sobre las poblaciones objetivo. Dentro de esta información, es particularmente relevante identificar las fuentes a partir de las cuales inmigran estas poblaciones al agroecosistema. En este trabajo se presenta una nueva metodología, sencilla y económica que permite obtener esta información. Se muestra un ejemplo de su empleo en un caso que involucra a la Polilla de la Manzana (*Cydia pomonella*) en un huerto de manzanos bajo manejo orgánico en Chile. La metodología se basa en el uso de trampas ubicadas en el interior y el exterior de un agroecosistema, y en el cálculo de las correlaciones cruzadas entre las series de tiempo de las capturas obtenidas en las trampas. Los resultados del ejemplo presentado indican que la metodología es efectiva. En particular, mediante ésta se pudo identificar una dinámica tipo fuente-sumidero entre un cultivo de membrillo abandonado y el manzanal bajo manejo orgánico.

**Palabras clave:** Agroecología; correlación cruzada; fuente–sumidero; manejo ecológico de plagas; *Cydia pomonella*; agroecología a gran escala; transición hacia la agroecología.

### Analysis of invasion into an agroecosystem: A methodological proposal

### ABSTRACT

For effective ecological pest management, it is essential to have as much information as possible about target populations. Within this information, a particularly relevant aspect is identifying the sources from which these populations immigrate into the agroecosystem. This paper presents a new, simple, and low-cost methodology that allows such information to be obtained. An example of its application is provided for the Codling Moth (*Cydia pomonella*) in an organically managed apple orchard in Chile. The methodology is based on the use of traps placed both inside and outside the agroecosystem and on the calculation of cross-correlations between the time series of trap captures. The results of the case study indicate that the methodology is effective. In particular, it enabled the identification of a source–sink dynamic between an abandoned quince orchard and the organically managed apple orchard.

**Keywords:** Agroecology; cross-correlation analysis; source–sink dynamics; ecological pest management; *Cydia pomonella*; large-scale agroecology; agroecological transition.

## INTRODUCCIÓN

El manejo ecológico de plagas es una de las áreas de la agricultura alternativa que más desarrollo ha experimentado (Pimentel, 1976; Levins y Wilson, 1980; Kumar y Pant, 1982; Altieri, 1984; Tshernyshev, 1995; Pérez y Vázquez, 2002; Vázquez y Álvarez, 2011; Altieri y Nicholls, 2018). Hoy en día se cosechan y comercializan millones de toneladas de alimentos libres de agroquímicos tóxicos, gracias a estos conocimientos (Reganold y Wachter, 2016; Durham y Mizik, 2021). Sin embargo, el cambio climático y otras amenazas hacen necesario que esta área se siga desarrollando (Scialabba y Müller-Lindenlauf. 2010; Meemken y Qaim, 2018).

En la evolución de cualquier rama de la ciencia, un paso crucial para su éxito e implementación masiva, es su matematización (May, 2004; Tomazella y Silva. 2020; Weyl, 2021). Los ejemplos de esto abundan, pero tal vez el más contundente sea la física y el desarrollo posterior de las diferentes ingenierías (Principe, 2011; Wootton, 2016; Shapin, 2018; Jacob, 2019). Este desarrollo fue posible, sin lugar a dudas, gracias al camino originalmente emprendido por Newton en la matematización de esta área ciencia (Massimi, 2010; Kvasz, 2016, van Hemmen, 2021). De igual forma, vale la pena considerar que, el sorprendente crecimiento que experimentó la agricultura de Revolución Verde en el siglo pasado, se debió en gran medida al desarrollo de la genética cuantitativa y del diseño de experimentos (Patel, 2012; Harwood, 2019; John y Babu, 2021). Estas dos, son áreas del conocimiento que hacen uso extensivo de las matemáticas (Steel y Torrey, 1988; Futuyma, 1986; Daniel, 1994; Falconer y Mackay, 1996; Hamilton, 2009; Hart, 2020). La matematización de una ciencia le brinda rigor y generalidad, lo que facilita su implementación (Massimi, 2010; Kvasz, 2016, van Hemmen, 2021).

Más allá de cualquier idealismo ingenuo, si se quiere que la agricultura ecológica experimente una expansión significativa (Jouzi *y col.*, 2017), es importante incluir en ella un cierto grado de formalismo matemático (Vandermeer y Perfecto, 2018). En este sentido, para trascender lo anecdótico y enfrentar el problema real: la gran escala, es evidentemente necesario disponer de herramientas de manejo ecológico que permitan tomar decisiones bien fundamentadas, sobre las gigantescas superficies asociadas a este tipo agricultura (Reganold y Wachter, 2016; Pino y Griffon, 2024). Herramientas de este tipo son indispensables para enfrentar la transición del sector que es realmente responsable de la huella ecológica de la agricultura (Pandey y Agrawal, 2014; Ozlu *y col.*, 2022). El desarrollo masivo de estos instrumentos pudiera permitir un crecimiento de la agricultura ecológica nunca antes visto y significar una reducción sustantiva del área dedicada a la agricultura de Revolución Verde y, por lo tanto, de sus impactos ambientales (Kremen *y col.*, 2012; Struik y Kuyper, 2017).

Para conseguir este objetivo, es necesario el desarrollo de una agricultura ecológica, con fundamentos bio-matemáticos (Vandermeer y Perfecto, 2018; Vandermeer, 2020; Benítez y col., 2022). Esto involucra dos aspectos: (1) El desarrollo de una teoría agroecológica matematizada, que explique los procesos claves que ocurren en los agroecosistemas, y (2) La creación de herramientas cuantitativas propias, sobre las cuales basar las decisiones en campo. Respecto al primer punto, aunque falta mucho trabajo por realizar, la agroecología cuenta con importantes aportes, por ejemplo, los hechos por Richard Levins y John Vandermeer (ver: Levins, 1969, 2006; Levins y Wilson, 1980; Levins y Vandermeer, 1990; Vandermeer, 1992; Levins y Miranda, 2007; Vandermeer y Perfecto, 2018, Vandermeer, 2020).

El segundo punto necesita mayor atención y es necesario trabajar en su desarrollo (Griffon, 2008). En este sentido, el presente trabajo brinda un nuevo instrumento cuantitativo, sencillo y económico, que puede ser utilizado para orientar decisiones de manejo en campo. En específico, aquí se presenta una metodología para ser incorporada a la caja de herramientas del manejo ecológico de plagas. Esta está pensada para obtener información relevante, sobre insectos voladores, con potencial como controladores biológicos o que puedan generar daño como plagas. A continuación, primero se presenta de forma breve la metodología propuesta, para luego desarrollar en profundidad un ejemplo de su uso.

## **PROUESTA METODOLÓGICA**

El objetivo de esta metodología es identificar las rutas principales de ingreso, a un agroecosistema particular, utilizadas por una especie relevante. En este sentido, para emplear la metodología primero se debe establecer esta especie. Una vez identificada la especie objetivo (ya sea porque es un importante fitófago o porque presenta potencial para el control biológico), la implementación de la propuesta se fundamenta en la captura de datos en campo, y en el posterior análisis de estos. En específico, la metodología involucra los siguientes 5 elementos:

- (1) Colocar trampas específicas para la población objetivo dentro del agroecosistema.
- (2) Colocar trampas específicas para la población objetivo en el exterior del agroecosistema. Esto es, en los potenciales puntos de entrada al agroecosistema y en sectores más lejanos que se identifiquen como importantes.
- (3) Construir series de tiempo a partir de las capturas de las trampas.
- (4) Establecer asociaciones entre todos los pares de series de tiempo.
- (5) Analizar las asociaciones con la ayuda de grafos.

Para establecer las asociaciones entre las capturas de las trampas, se utilizan correlaciones cruzadas (Venables y Ripley, 2002; Shumway y Stoffer, 2017, 2019) entre las series de tiempo obtenidas de cada trampa.

Las correlaciones cruzadas permiten obtener una medida de la similitud entre las diferentes series de tiempo y de esta manera proponer relaciones espacio-temporales entre las distintas áreas del campo (Chatfield y Haipeng, 2019). Es decir, de esta forma se puede estudiar la influencia de las diferentes áreas evaluadas, en la dinámica poblacional de la especie objetivo.

Para conseguir la correlación cruzada entre dos series de tiempo discretas particulares ( $x$  y  $y$ ), en primer lugar, se calcula la siguiente expresión (Chatfield y Haipeng, 2019):

$$C_{XY}(l) = \sum_{i=0}^{N-1} x(i)y(i-l), \quad i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Donde,  $C_{xy}(l)$  representa el valor de la sumatoria de los productos escalares de las entradas (realizaciones) de las series de tiempo  $x$  e  $y$ , alineadas de acuerdo a un retardo igual a  $l$ . Mientras que  $N$  representa la longitud de las series de tiempo. Finalmente, la correlación cruzada se obtiene estandarizado el resultado de la operación anterior, para que tome valores entre: -1 y 1. Para esto último, se divide  $C_{xy}(l)$  por el producto de las desviaciones estándar de las dos series de tiempo. De esta manera se asegura que el resultado tome valores entre los antes mencionados, gracias a la desigualdad de Cauchy-Schwarz (Shumway y Stoffer, 2019). Estas operaciones se repiten para los valores de retardo ( $i$ ) que se consideren pertinentes (Brockwell y Davis, 1991; Venables y Ripley, 2002; Chatfield y Haipeng, 2019).

En este trabajo se utiliza un número de retardos igual al tamaño de las series de tiempo, menos tres. Se hace de esta forma, para que las correlaciones se calculen con no menos de 3 realizaciones de las series de tiempo. El empleo de retardos permite: (1) Establecer el mayor valor de correlación posible entre las dos series de tiempo evaluadas, (2) Obtener una medida del desfase temporal asociado al mayor valor de correlación obtenido.

En definitiva, para aplicar la metodología se debe, en primer lugar, determinar una especie de interés (fitófaga, depredadora, parásitoide, etc.); para luego identificar trampas adecuadas para la especie de interés (e.g., trampas de feromonas). Posteriormente, establecer las trampas al interior de agroecosistema de forma correcta (e.g., de acuerdo a las indicaciones del fabricante). Es importante que su disposición espacial incluya todos los sectores relevantes. También se debe ubicar puntos en la periferia del campo de cultivo por donde se considere posible que ingrese el organismo bajo estudio. No es necesario que se cubra totalmente el contorno del agroecosistema, los puntos solo deben permitir realizar un monitoreo de las posibles áreas de ingreso al agroecosistema. De existir, ubicar también otros puntos de interés (reservorios de vegetación no intervenida, campos de cultivo cercanos, etc.). Colocar trampas en los puntos anteriormente determinados.

Una vez hecho esto, es necesario realizar conteos periódicos del número de individuos encontrados en cada trampa, para establecer la cantidad de individuos nuevos hallados en cada conteo y posteriormente construir series de tiempo con los datos obtenidos de cada trampa. Luego de obtenidas las series de tiempo, se establece la captura total de cada una, es muy importante identificar las series de tiempo (trampas) asociadas a los primeros conteos de la especie objetivo y también aquellas con los mayores conteos totales. Posteriormente se procede a realizar correlaciones cruzadas entre los pares de series de tiempo que contengan señal (i.e., donde existan capturas). Para cada par de series de tiempo, guardar el valor de su correlación máxima, así como el valor absoluto del retardo asociado a esta. Finalmente, se construye una tabla con los resultados obtenidos y también se presentan los resultados en forma de grafos.

En los grafos, los nodos deben representar las trampas y sus capturas, mientras que los vínculos deben mostrar atributos de las correlaciones (su valor máximo y su retardo asociado). Para esto, se sugiere construir tres grafos: (i) Un primer grafo, donde el color de los nodos esté asociado a su ubicación (e.g., interior o exterior del agroecosistema) y donde el grosor de los vínculos esté asociado al valor de su correlación máxima. (ii) Un segundo grafo igual al anterior, pero que, además muestre con diferentes colores en los vínculos, la magnitud del retardo asociado a la correlación máxima. (iii) Un tercer grafo igual al anterior, pero que presente los nodos de diferentes tamaños, para reflejar las capturas totales obtenidas en cada trampa.

Finalmente se deben analizar los resultados en forma global. En primer lugar, se establecen las trampas asociadas a las primeras capturas, y en cuáles trampas se obtuvieron las mayores capturas totales. Luego, se establece cuáles trampas externas presentan mayor correlación con las internas. Posteriormente, con los retardos, se determina la dinámica de estas últimas asociaciones (e.g., cuáles trampas externas presentan asociaciones más inmediatas con las internas). Por último, con base en los resultados obtenidos, se establece la importancia relativa de cada trampa para la dinámica del sistema.

Con todos estos elementos, se puede construir un relato relevante sobre la dinámica de la especie en estudio en el agroecosistema. Para mostrar esto, a continuación, se presenta de forma detallada un ejemplo del empleo de esta metodología en un caso real.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utiliza como ejemplo a la Polilla de la Manzana (*Cydia pomonella*). La larva de este insecto puede causar pérdidas económicas muy importantes en el cultivo del manzano (Pajač et al., 2011; Konopka et al., 2012; Walker et al., 2013). Esta situación se ve acentuada en campos orgánicos, debido a las severas restricciones que establecen las diferentes certificaciones al

uso de insumos en su manejo (Blackman y Rivera, 2011; Niggli, 2015; Fouilleux, 2017). Por estas razones, toda información relevante sobre esta especie en situación de campo, puede ser crucial para el éxito de las estrategias de control.

Una importante alternativa para el manejo de la Polilla del Manzano, es el uso de feromonas de confusión sexual. Estas sustancias son permitidas en la agricultura orgánica, para su uso en trampas y emisores. Por ejemplo, en la Unión Europea están permitidas de acuerdo al reglamento número 1165/2021 (UE, 2021). Esta técnica interfiere el apareamiento de las polillas, gracias a la confusión de los machos, logrando de esta manera inhibir su reproducción (Hussain *y col.*, 2014; Adams *y col.*, 2017; Curtiss *y col.*, 2023). La técnica consiste en utilizar la feromona sexual femenina (sintética), para evitar que los machos encuentren a las hembras (Hussain *y col.*, 2014; Adams *y col.*, 2017). La feromona utilizada es específica de la especie, por lo que no afecta el resto de la biodiversidad presente en el agroecosistema (Horner *y col.*, 2020). El componente principal de la feromona sintética es la codlemona ((E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol), que es un alcohol que se degrada rápidamente en el ambiente (Roelofs *y col.*, 1971; Horner *y col.*, 2020).

El uso de esta técnica puede disminuir significativamente las densidades poblaciones del insecto (Hussain *y col.*, 2014; Adams *y col.*, 2017; Horner *y col.*, 2020; Curtiss *y col.*, 2023). Sin embargo, debido a la presencia de poblaciones en áreas no manejadas circundantes a los agroecosistemas, estos pueden recibir un flujo de polillas inmigrantes en etapas críticas de manejo. Por esta razón, es importante poder determinar las rutas principales y las fuentes de invasión del agroecosistema, para poder hacer un manejo realmente eficaz de este insecto. Con este objetivo, se aplicó la metodología aquí plateada a este caso real.

**Ubicación.** El trabajo de campo se realizó en una plantación de manzanos ubicada en Camino a Abranquil, comuna de Yeras Buenas, Región del Maule (Chile). En esta plantación existen dos cuarteles de manzanos bajo manejo orgánico. En Chile, un cuartel consiste en un lote de terreno con condiciones homogéneas, en el cual se realiza un manejo uniforme. En un cuartel de manzanos, típicamente se planta una única variedad/portainjerto comercial (con su polinizante) y se lleva a cabo un manejo fitosanitario, de suelo y de riego presurizado uniforme en toda su extensión. Los cuarteles orgánicos antes mencionados, están plantados con la variedad Gala Buckeye, sobre el portainjerto M9-33, a una distancia de plantación 3,5m x 0,8m y ambos fueron plantados el año 2013. Uno de los cuarteles, llamado 6, tiene una superficie total de 3,86 ha, mientras que el otro, llamado 7, tiene una superficie de 3,75 ha.

Como se puede apreciar, ambos cuarteles presentan condiciones similares. Sin embargo, para establecer si estos efectivamente presentan características equivalentes, en términos de la especie objetivo (C.

*pomonella*), se realizó un experimento. Para esto se utilizó un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 2004) para evaluar si existen diferencias, en términos de frutos dañados por la Polilla de la Manzana, entre los dos cuarteles. Se realizaron evaluaciones de 90 plantas escogidas al azar por cuartel. A cada planta escogida se le evaluaron todos los frutos en busca de daños, de esta manera, la variable respuesta estudiada fue el número de frutos dañados por planta.

Los datos obtenidos no se ajustaron a una distribución normal (con valores de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov iguales a  $D = 0,53$  y  $p$ -valor  $< 2,2e^{-16}$ ). Se intentó aplicar a los datos una transformación de Box-Cox (Dag y Ilk, 2017), pero no se encontró un exponente adecuado. Por esta razón, se evaluaron mediante la prueba no paramétrica por rangos de Mann-Whitney (Montgomery, 2004). También se analizaron utilizando un modelo lineal generalizado (Bolker *y col.*, 2009, Bates *y col.*, 2015). Dado que la variable respuesta es un conteo (número de frutos dañados) y que ésta presenta sobre-dispersión (razón de sobre-dispersión = 1,222;  $\chi^2$  de Pearson = 217,429;  $p$ -valor = 0,023), se utilizó una distribución de errores tipo cuasi-poisson (empleando la función de vínculo canónica de esta distribución). Además, los datos también se evaluaron mediante un análisis de varianza por permutación (Permanova) (Anderson, 2001).

Todos los análisis se realizaron en el ambiente de programación R (R Core Team, 2021), de acuerdo con los protocolos planteados en Lawson (2015), Bates y colaboradores (2015) y Oksanen y colaboradores (2020) para los análisis indicados.

**Trampas, series de tiempo y correlaciones cruzadas.** Se colocaron trampas de feromona en el interior y exterior de los cuarteles con el objetivo de establecer las relaciones espacio - temporales entre las capturas de polillas. Se utilizaron trampas con una concentración de feromona 10 veces mayor a la producida por una polilla hembra. Se emplearon trampas tipo delta y cebos comerciales (emisores de feromona femenina) ampliamente utilizados, marca Suterra®. En específico, se colocaron trampas tipo 14943 Large Plastic Delta (LPD) y en el interior de estas, se utilizó el cebo comercial CM 10x BioLure (BioLure®).

El monitoreo de las trampas se realizó 2 veces a la semana, desde el 28 de septiembre del 2023 hasta el 15 de febrero del 2024, para un total de 41 registros. Con la información obtenida de estas trampas se elaboraron las series de tiempo. Se instalaron trampas en los Cuarteles 6 y 7 de acuerdo a la distribución que se presenta en la Figura 1. Es decir, se instalaron tres trampas por cuartel, las cuales fueron llamadas: Norte, Medio y Sur, de acuerdo a su ubicación en cada cuartel (ver Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de trampas de feromonas en los cuarteles 6 y 7. Perímetros de colores: Cuarteles. Círculos: Trampas de feromonas (Imagen: modificada de Google Earth 35°43'59"S 71°34'01"W).

Las trampas en la periferia se ubicaron según la distribución que se presenta en la Figura 2. Para determinar la ubicación de estas, se tomaron en cuenta las siguientes características del campo: (1) Los Cuarteles 6 y 7 forman una sola estructura (bajo manejo orgánico), que es el agroecosistema de foco de este trabajo. (2) El agroecosistema de foco presenta una geometría aproximadamente rectangular (resaltada de color azul en la Figura 2). Por esta razón, se colocó una trampa en la parte exterior media de cada uno de sus 4 lados, para de esta forma monitorear el ingreso de polillas al agroecosistema.



**Figura 2.** Distribución de trampas de feromonas externas al agroecosistema de foco. Perímetro azul: Agroecosistema de foco. Círculos azules: Trampas de feromonas (Imagen: modificada de Google Earth 35°43'59"S 71°34'01"W).

De esta manera, encontramos que la trampa con la ubicación más al Sur, está asociada a una bodega en la cual se encuentra un farol que se enciende de noche (por esta razón se denomina a esta trampa Bodega, ver Figura 2). Es importante mencionar que la luz genera atracción sobre las polillas adultas (estas son de hábitos típicamente crepusculares). Por su parte, la trampa que se encuentra en el lado Oeste del agroecosistema, se denomina Centro Poniente (dado que se encuentra en el lado poniente del agroecosistema). Esta delimita con un campo de cultivos anuales. Es importante acotar, que la larva de la Polilla de la Manzana no se alimenta de cultivos anuales, sino de fruta de plantaciones de Manzanos, Perales, Membrilleros y Nogales. A continuación, se encuentra la trampa ubicada en el lado Este de la periferia. Es importante señalar que esta se ubica en un manzanal bajo manejo convencional (i.e., donde se aplican insecticidas sintéticos), plantado con la variedad Pink Lady (por esto se llama a esta trampa Pink Lady). Finalmente tenemos la trampa ubicada en el extremo Norte del agroecosistema, la cual se encuentra en un campo de Cerezos (por esto se la denomina Cerezos) bajo manejo convencional. Es importante acotar que la Polilla de la Manzana no se alimenta de este cultivo.

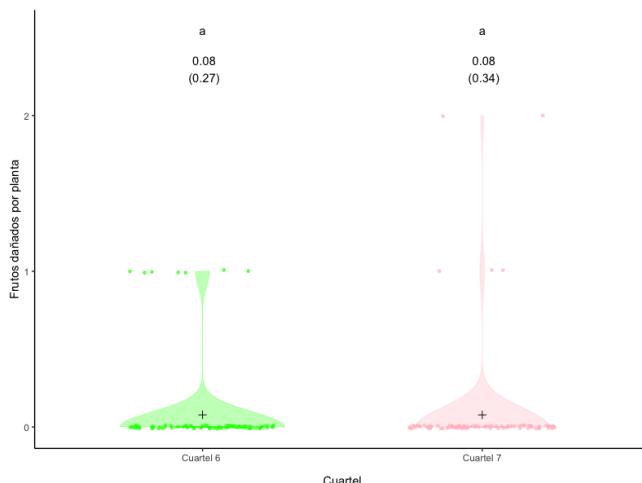
También se colocaron dos trampas en el exterior del agroecosistema, más allá de su periferia. Estas se ubicaron en sitios considerados importantes desde un punto de vista agroecológico. Se ubicó una trampa en un reservorio de vegetación no intervenida, denominado Isla Cerezos (ya que se encuentra en gran parte rodeado por este cultivo). Por esta razón se llamó a esta trampa Isla Cerezos. Es relevante señalar que este reservorio de vegetación presenta la mayor complejidad estructural vegetal (mayor riqueza de especies) de todo el predio. También es importante acotar que la Polilla de la Manzana no se alimenta de las especies presentes en este reservorio de vegetación. Finalmente, se ubicó una trampa en una plantación de membrilleros abandonada (por esa razón, esta trampa se denomina Membrillero). Se debe señalar que la Polilla de la Manzana se alimenta de este cultivo.

Producto del monitoreo de cada una de las trampas (internas y externas) antes mencionadas, se construyeron series de tiempo de las capturas obtenidas en ellas. A partir de estas series de tiempo se realizaron correlaciones cruzadas, entre aquellas que presentaron señal. Es decir, entre las series de tiempo asociadas a las trampas en las cuales se obtuvieron capturas.

Las correlaciones cruzadas que se presentan en este trabajo, se consiguieron utilizando la librería ASTSA (Stoffer y Poison, 2023) del ambiente de programación R (R Core Team, 2021), de acuerdo al protocolo planteado en Shumway y Stoffer (2019). Las series de tiempo que se utilizan en este artículo, así como el código empleado para su análisis, se encuentran disponibles en GitHub (<https://n9.cl/zb82y>).

## RESULTADOS

**Comparación entre cuarteles.** El resultado de la comparación entre los cuarteles se resume con gráficos de violín, en estos se muestran los valores de las observaciones particulares como puntos. Se ha incluido una cruz para representar los valores de los promedios por cuartel. También incluye en los gráficos los resultados de las comparaciones en esquema de letras. En todos los casos las pruebas se efectuaron con un valor de alfa igual al 0,05. Además, se presenta con números el valor del promedio y entre paréntesis la desviación estándar. Como se puede apreciar en la Figura 3 (iguales letras sobre los cuarteles) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cuarteles (ver resultados de las pruebas en la Tabla 1). Por lo tanto, se concluye que ambos cuarteles (en términos de Polilla de la Manzana) están asociados a una sola población del insecto (Montgomery, 2004).

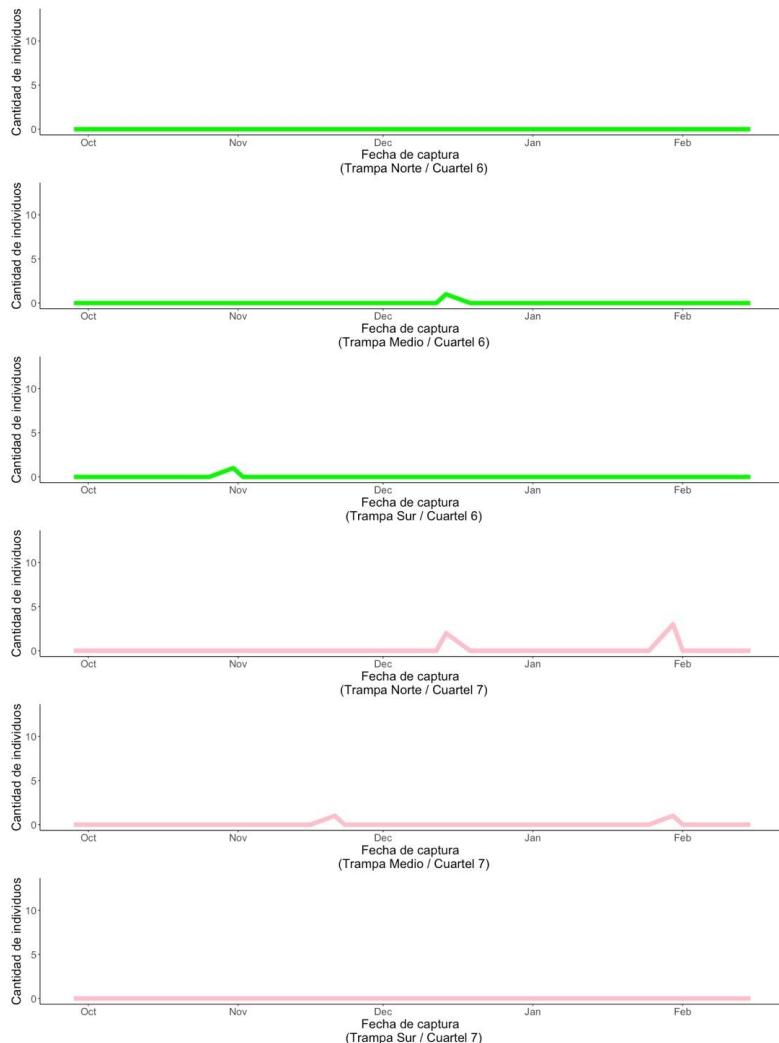


**Figura 3.** Número de frutos dañados por Polilla de la Manzana por árbol. Se presentan los datos con gráficos de violín. En cada caso los círculos representan las observaciones y el ancho de las curvas que forman los violines corresponde a la frecuencia aproximada de los datos en cada región.

**Tabla 1.** Resultados de las pruebas.

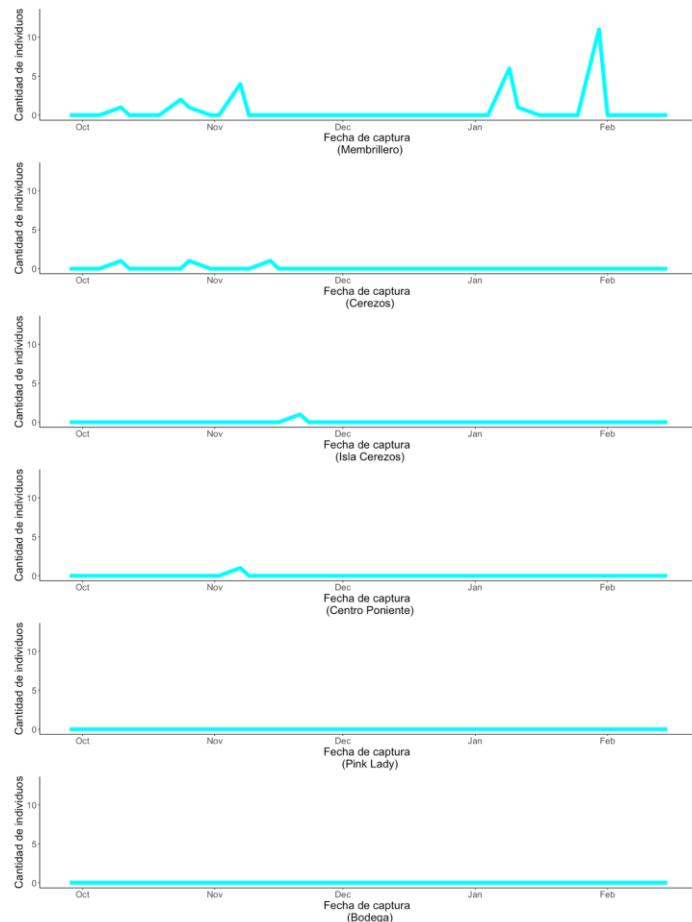
Prueba	Estadístico	P-valor
Suma de rangos de Mann-Whitney	W = 4133	0,59
Bondad de ajuste del Modelo Lineal Generalizado	$\chi^2 \approx 0$	0,85
Permanova	Pseudo-F = 0,038	0,86

**Trampas y series de tiempo.** En la Figura 4 se muestran las series de tiempo asociadas a las trampas internas a los cuarteles. En ambos cuarteles hubo trampas en las cuales no se realizaron capturas (i.e., Trampa Norte en el Cuartel 6 y Trampa Sur en el Cuartel 7). Las primeras capturas en los cuarteles ocurrieron en el Cuartel 6 a finales de octubre, siendo todas las demás posteriores a este mes.



**Figura 4.** Series de tiempo de las capturas realizadas en las trampas de los cuarteles 6 y 7.

En la Figura 5 se presentan las series de tiempo asociadas a las trampas colocadas en el exterior de los cuarteles. En la figura se aprecia que no se obtuvieron capturas en las trampas ubicadas en la Bodega y en el cuartel de manzanas de la variedad Pink Lady bajo manejo convencional. Esta última observación es importante, porque sugiere que ese cuartel no actuó como fuente de polillas de la manzana durante el periodo muestreado. En la figura también se aprecia que las primeras capturas se realizaron a inicios de octubre en las trampas ubicadas en el Membrillero y en la plantación de Cerezos. Es importante destacar, que las mayores capturas están asociadas al Membrillero (ver Tabla 2). Estos dos, son los datos más importantes en este paso: (1) Ubicación de las primeras capturas. (2) Ubicación de las mayores capturas.



**Figura 5.** Series de tiempo de las capturas realizadas en las trampas exteriores.

**Tabla 2.** Captura total de Polilla de la Manzana por trampa.

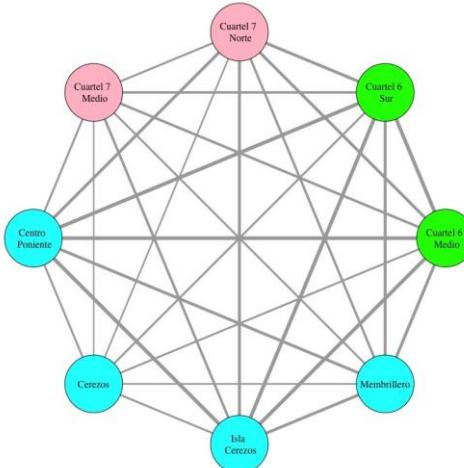
Cuartel 6 Norte	Cuartel 6 Medio	Cuartel 6 Sur	Cuartel 7 Norte	Cuartel 7 Medio	Cuartel 7 Sur
0	1	1	5	2	0
Bodega	Centro Poniente	Pink Lady	Cerezos	Isla Cerezos	Membrillero
0	1	0	3	1	26

**Resultados de las correlaciones cruzadas tabulados.** En la Tabla 3 se muestran los valores de las correlaciones cruzadas. Se presentan los valores de las correlaciones cruzadas máximas entre las series de tiempo y los valores de retardo a los cuales estas ocurrieron. Solo se presentan correlaciones entre series de tiempo en las cuales ocurrieron capturas (i.e., series de tiempo que presentan señal). Se muestra el valor absoluto de los retardos. Se resaltan en negritas las combinaciones de valores altos de correlación (mayores a 0,9) y bajos de retardo (menores a 10). Esto quiere decir, que son trampas que están muy asociadas y que la relación entre ambas ocurre en poco tiempo (rápidamente). También se resalta en cursivas, la asociación existente entre el Membrillero y la Isla Cerezos, la cual presenta un valor de correlación importante, pero un retardo grande.

**Tabla 3.** Correlaciones cruzadas y retardos.

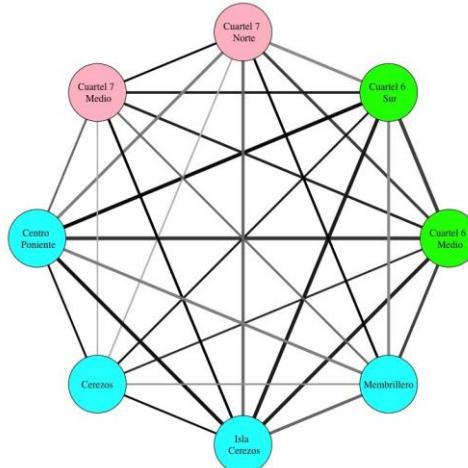
Trampas	Correlación	Retardo
Cuartel 6 (Medio)	0,991	13
<b>Cuartel 6 (Medio)</b>	<b>0,815</b>	<b>13</b>
Cuartel 6 (Medio)	0,71	7
Cuartel 6 (Medio)	0,993	11
Cuartel 6 (Medio)	0,551	9
<b>Cuartel 6 (Medio)</b>	<b>0,995</b>	<b>7</b>
Cuartel 6 (Medio)	0,819	13
Cuartel 6 (Sur)	0,818	26
Cuartel 6 (Sur)	0,692	6
<b>Cuartel 6 (Sur)</b>	<b>0,999</b>	<b>2</b>
Cuartel 6 (Sur)	0,573	4
<b>Cuartel 6 (Sur)</b>	<b>0,996</b>	<b>6</b>
Cuartel 6 (Sur)	0,802	26
Cuartel 7 (Norte)	0,567	0
Cuartel 7 (Norte)	0,82	24
Cuartel 7 (Norte)	0,463	32
Cuartel 7 (Norte)	0,809	20
Cuartel 7 (Norte)	0,662	0
Cuartel 7 (Medio)	0,573	20
Cuartel 7 (Medio)	0,392	32
Cuartel 7 (Medio)	0,698	0
Cuartel 7 (Medio)	0,573	20
Centro Poniente	0,56	2
<b>Centro Poniente</b>	<b>0,997</b>	<b>4</b>
Centro Poniente	0,804	24
Cerezos	0,56	2
Cerezos	0,466	27
<i>Isla Cerezos</i>	<i>Membrillero</i>	<i>0,81</i>

**Grafo de correlaciones.** En la Figura 6 se presenta de forma gráfica las correlaciones entre las trampas. En la figura, los nodos de la red representan las trampas y el grosor de los vínculos entre estas, el grado de correlación. De esta manera se puede apreciar, por ejemplo, una alta correlación (vínculos gruesos) entre la trampa llamada Isla Cerezos con la trampa denominada Centro Poniente y con las trampas del Cuartel 6. En la figura también se aprecia una gran correlación (aunque menor a las anteriores) entre las trampas denominadas Isla Cerezos y Membrillero.



**Figura 6.** Correlaciones máximas entre las trampas. En esta figura los nodos representan las distintas trampas y el grosor de los vínculos entre los nodos, la magnitud de la correlación entre las trampas (vínculos más gruesos representan correlaciones mayores). Los colores de los nodos representan: Azul = Trampas externas, Verde = Trampas en el Cuartel 6 y Rosado = Trampas en el Cuartel 7.

**Grafo de correlaciones y retardos.** En la Figura 7 se incorporan los retardos, estos aparecen representados en la intensidad del tono de los vínculos. Los valores se representan en una escala de negro a gris. Retardos menores aparecen en negro intenso, mayores retardos se presentan en grises tenues. En esta figura se aprecia, por ejemplo, que hay poco retardo entre las trampas denominadas Cerezos e Isla Cerezos (el vínculo entre estas es de color negro intenso). En la Figura 2 (mapa del predio con la ubicación de las trampas externas), se puede constatar que estas trampas se encuentran muy cercanas. Además, en la Figura 2 también se aprecia que estas trampas se encuentran entre El Membrillero y los cuarteles 6 y 7. Es de hacer notar, que estas trampas (Cerezos e Isla Cerezos) están muy cercanas a los cuarteles, pero se encuentran distantes del Membrillero. Posiblemente por esta última razón, existe un retardo importante entre el Membrillero y la trampa presente en los Cerezos y también, aunque menor, con la trampa llamada Isla Cerezos.

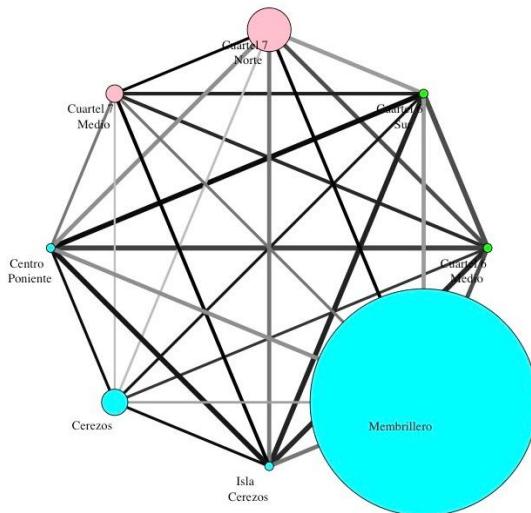


**Figura 7.** Correlaciones máximas y retardos entre las trampas. En esta figura los nodos representan las distintas trampas y el grosor de los vínculos entre los nodos, la magnitud de la correlación entre las trampas (vínculos más gruesos representan correlaciones mayores). El tono de los vínculos representa el valor del retardo asociado a la correlación. Retardos menores aparecen en tonos negros, retardos mayores en tonos grises. Los colores de los nodos representan: Azul = Trampas externas, Verde = Trampas en el Cuartel 6 y Rosado = Trampas en el Cuartel 7.

**Grafo de correlaciones, retardos y capturas.** En la Figura 8 se incluyen las capturas totales por trampa. Las capturas totales son representadas por el tamaño de los nodos (a mayor captura, mayor tamaño del nodo). Se aprecia que, con mucho, las mayores capturas se encuentran asociadas al Membrillero, seguido por las trampas del Cuartel 7 Norte y en los Cerezos.

En este último grafo se aprecia que las mayores capturas están asociadas al Membrillero (donde además ocurren las primeras capturas, ver Figuras 4 y 5). En este sentido, queda claro que es un nodo importante en este sistema. Es relevante acotar, que los mayores valores de correlación del Membrillero se establecen con la Trampa Media del Cuartel 6 (0,819) y con la trampa denominada Isla Cerezos (0,81).

La correlación del Membrillero con la Trampa Media del Cuartel 6, presenta un retardo de 13. Mientras que la correlación del Membrillero con respecto a la trampa llamada Isla Cerezos, presenta un retardo de 20. De esta manera, se aprecia que la asociación del Membrillero es más importante y rápida con el Cuartel 6, que con la trampa denominada Isla Cerezos. Esto posiblemente se debe a que en el reservorio de vegetación denominado Isla Cerezos no existen fuentes de alimento para las polillas (aunque este espacio pudiera funcionar como un refugio contra depredadores).



**Figura 8.** Capturas totales por trampas, correlaciones máximas y retardos entre las trampas. En esta figura los nodos representan las distintas trampas y el grosor de los vínculos entre los nodos, la magnitud de la correlación entre las trampas (vínculos más gruesos representan correlaciones mayores). El tono de los vínculos representa el valor del retardo asociado a la correlación. Retardos menores aparecen en tonos negros, retardos mayores en tonos grises. El tamaño de los nodos indica la cantidad de individuos capturados en cada trampa. Nodos grandes indican mayores capturas, nodos pequeños representan menores capturas. Los valores de las capturas totales por trampa son: Cuartel 6 Medio = 1, Cuartel 6 Sur = 1, Cuartel 7 Norte = 5, Cuartel 7 Medio = 2, Centro Poniente = 1, Cerezos = 3, Isla Cerezos = 1, Membrillero = 26. Los colores de los nodos representan: Azul = Trampas externas, Verde = Trampas en el Cuartel 6 y Rosado: = Trampas en el Cuartel 7.

Es interesante mencionar, que existe una correlación bastante menor a las discutidas anteriormente, entre la trampa denominada Isla Cerezos y la trampa presente en el cultivo de cerezos (0,56). Lo mismo ocurre con la correlación entre el Membrillero y la trampa presente en el cultivo de cerezos (0,466). Este conjunto de resultados, sugiere que las polillas evitan detenerse en los espacios en los cuales no encuentran fuertes de alimento, aunque si éstos presentan complejidad estructural (como en el caso del reservorio de vegetación llamado Isla Cerezos) lo pueden hacer. Finalmente, es importante destacar que existe una altísima correlación entre la Trampa Sur del Cuartel 6 y a la trampa denominada Isla Cerezos (0,995). De esta forma, tomando en cuenta la información presentada, pareciera que este reservorio de vegetación juega un papel relevante en la dinámica del sistema.

## DISCUSIÓN

**Sobre el caso estudiado.** Con base en los resultados presentados anteriormente, se puede construir una explicación posible de las dinámicas observadas en el conjunto de trampas evaluadas. En este

sentido, como se mostró en la comparación de los cuarteles, no existen diferencias entre estos en términos de frutos afectados. Por lo tanto, las polillas del manzano encontradas en estos cuarteles, pueden considerarse una sola población (Montgomery, 2004), que habita en lo que hemos denominado el agroecosistema de foco.

En las Figuras 4 y 5 se evidencia que las primeras capturas ocurrieron en las trampas del Membrillero y los Cerezos. Esta información, en conjunto con la magnitud de las capturas en el Membrillero (las mayores observadas), permiten postular que este sector (Membrillero) funciona como una fuente de polillas de la manzana en el sistema.

Tomando en cuenta los valores de las correlaciones y sus retardos (Tabla 3 y Figura 7) se puede proponer que este sistema funciona como una metapoblación. Es decir, como un conjunto de subpoblaciones locales, conectadas por eventos de migración (Hastings, 1998; Case, 1999; Vandermeer y Goldberg, 2003). En este caso, el sistema metapoblacional está compuesto por dos subpoblaciones, una en el Membrillero y otra en el agroecosistema de foco. Estas subpoblaciones están separadas por una matriz hostil (campo de cerezos, donde no hay fuentes de alimento y se aplican agrotóxicos), a través de la cual migran las polillas, desde Membrillero hacia el agroecosistema de foco (los cuales están separados por 322 metros entre sus bordes más cercanos). En este sentido, las capturas en las trampas en el campo Cerezos y en la Isla Cerezos, son evidencias de la migración antes mencionada.

Entonces, se propone que en este sistema existe una relación tipo fuente-sumidero de polillas de la manzana, entre Membrillero y el agroecosistema de foco, que es mediada por la matriz conformada por el campo de cerezos. De esta manera, queda claro que un objetivo de manejo es impedir la reproducción de las polillas en el Membrillero (Hussain *y col.*, 2014; Adams *y col.*, 2017; Curtiss *y col.*, 2023). Por lo tanto, para manejar adecuadamente la metapoblación de este insecto, es indispensable incluir en el esquema de manejo al Membrillero.

**Sobre la metodología.** Como se puede constatar en el ejemplo presentado, la aplicación de la metodología permite construir un relato útil sobre la invasión de la especie objetivo al agroecosistema. Es importante resaltar que para lograr esto es indispensable ubicar de forma acertada las trampas en campo (Vázquez y Álvarez, 2011; Altieri y Nicholls, 2018). Para lo cual es necesario hacer una lectura agroecológica del paisaje (León-Sicard, 2021.), que tome en cuenta: (1) Las características internas del agroecosistema, para de esta manera determinar la especie objetivo y los lugares en donde ubicar las trampas; (2) La relación del agroecosistema con su entorno, para determinar los puntos en los cuales ubicar las trampas de la periferia y (3) Conocimiento del entorno, para poder identificar los potenciales puntos externos que pueden jugar un rol relevante en la

dinámica de la especie objetivo. En este sentido, se recomienda asignar nombres a las trampas que hagan referencia a aspectos ecológicos y/o espaciales del lugar en el cual se encuentran, porque de esta manera se facilita mucho la interpretación de los resultados.

También es importante resaltar, que se obtuvieron pocas capturas en las trampas, pero que a pesar de esto la metodología permitió identificar la dinámica general del sistema. Esto habla bien se la sensibilidad de la metodología, con la cual, a partir de una baja señal (Venables y Ripley, 2002; Shumway y Stoffer, 2017, 2019; Stoffer y Poisón, 2023) se puede construir un relato agroecológico que permite informar el manejo de una especie relevante.

Estos resultados nos reiteran, “*la irracional efectividad de las matemáticas*” para ayudarnos a comprender la naturaleza (Wigner, 1960). Esta indiscutible efectividad es la razón fundamental por la cual es necesario construir herramientas matemáticas, como la presentada aquí, para de esta manera impulsar la adopción de la agroecología a gran escala (Levins y Miranda, 2007; Vandermeer y Perfecto, 2018, Vandermeer, 2020). El uso de este tipo de herramientas facilita mucho la implementación del manejo ecológico a una escala, donde ha tenido bajo impacto hasta ahora (Reganold y Wachter, 2016; Pino y Griffon, 2024). Es importante tomar en cuenta que, a gran escala, existen decisiones de carácter logístico, que involucran grandes costos de producción, pero también la posibilidad de beneficiarse de economías de escala (Crowder y Reganold, 2015). Por lo que, a ese nivel, la optimización del uso de los recursos es importante, para lo cual es indispensable disponer de información adecuada. Esta información puede obtenerse mediante el desarrollo de eco-tecnologías específicas.

Finalmente, es importante destacar que los grafos que se obtienen mediante esta metodología, no son redes causales (Pearl, 2010; McElreath, 2016; Hernán y Robins, 2024) y se debe tener la cautela de no interpretarlos de esta manera. Las interpretaciones válidas de estos grafos, pasan en primer lugar por vincular los nodos a su ubicación espacial real, y luego, por unir esta información con los valores fundacionales que la metodología genera: (1) Lugares donde se realizan las primeras capturas, (2) Lugares donde se obtienen las mayores capturas y (3) Magnitudes y retardos obtenidos en las correlaciones cruzadas. Como se ha mostrado en el ejemplo presentado, una lectura ecológica adecuada de esta información, permite establecer aspectos fundamentales de la dinámica espacio-temporal de una especie en estudio.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de la metodología propuesta, permitió determinar la presencia de una estructura poblacional relevante para el manejo de una especie de importancia económica. En específico, en el sistema estudiado

se pudo establecer que la especie *Cydia pomonella* presenta una dinámica tipo fuente-sumidero, en la cual el agroecosistema de interés es invadido por individuos que migran a partir de un campo aledaño no manejado. Es importante destacar que, para obtener este tipo de resultados, la metodología presentada solo necesita datos fáciles de conseguir de forma económica. Gracias a la metodología propuesta se pueden tomar decisiones de manejo bien informadas sobre superficies de terreno de cualquier escala. Esto muestra su potencial para el manejo ecológico de plagas a gran escala. También señala los beneficios del desarrollo de eco-tecnologías, con basamento matemático, para impulsar la transición a gran escala hacia la agricultura ecológica.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Pilar Browne, Raúl Cordero y al equipo técnico de Agrícola Yerbas Buenas por permitirnos y ayudarnos realizar esta investigación. A Natalie Moreno y Maximiliano Muñoz por su ayuda en el trabajo de campo. A Suterra® por donar las trampas utilizadas en este trabajo y por orientarnos en su correcto empleo.

## **LITERATURA CITADA**

- Adams, C.G., J.H. Schenker, P.S. McGhee, L.J. Gut, J.F. Brunner y J.R. Miller. 2017. Maximizing Information Yield From Pheromone-Baited Monitoring Traps: Estimating Plume Reach, Trapping Radius, and Absolute Density of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in Michigan Apple. *Journal of Economic Entomology* 110(2):305-318.
- Altieri, M.A. 1984. The ecology of insect pest control in organic farming systems: Toward a general theory. *Proc. 5th IFOAM International Conference*.
- Altieri, M.A. y C.I. Nicholls. 2018. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Taylor Francis.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26(1):32-46.
- Bates, D., M. Mächler, B. Bolker y S. Walker. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*. 67(1):1-48.
- Benítez, M., J.A. Rosell e I. Perfecto. 2022. Editorial: Mathematical Modeling and Complex Systems in Agroecology. *Front. Sustain. Food Syst.* 6:829551. doi: 10.3389/fsufs.2022.829551.
- Blackman, A. y J. Rivera. 2011. Producer-level benefits of sustainability certification. *Conservation biology* 25(6):1176-1185.
- Bolker, B.M., M.E. Brooks, C.J. Clark, S.W. Geange, J.R. Poulsen, H.H. Stevens y J.S. White, 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 24(3):127-135.
- Brockwell, P.J. y R.A. Davis. 1991. *Time Series: Theory and Methods*. Springer.
- Case, T.J. 1999. *An illustrated guide to theoretical ecology*. Oxford University Press.
- Chatfield, C. y X. Haipeng. 2019. *The Analysis of Time Series An Introduction with R*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Crowder, D.W. y J.P. Reganold. 2015. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *PNAS* 112 (24):7611-7616.

- Curtiss, R.T., I. Nottingham, C.G. Adams y L.J. Gut. 2023. Estimating plume reach and trapping radii for male and female *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) captured in pheromone-kairomone baited traps in Washington State apple orchards under mating disruption. *Journal of Economic Entomology* 116(5):1592–1603.
- Dag, O. y O. Ilk, 2017. An Algorithm for Estimating Box-Cox Transformation Parameter in ANOVA. *Communications in Statistics - Simulation and Computation* 46(8):6424–6435.
- Daniel, W. 1994. *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud*. Uteha.
- Durham, T.C. y T. Mizik. 2021. Comparative Economics of Conventional, Organic, and Alternative Agricultural Production Systems. *Economies*. 9, 64. <https://doi.org/10.3390/economies9020064>.
- Falconer, D.S. Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longmans Green, Harlow, Essex, UK.
- Fouilleux, E., A. 2017. Loconto, Voluntary standards, certification, and accreditation in the global organic agriculture field: a tripartite model of technopolitics. *Agric Hum Values*. 34:1–14.
- Futuyma, D.J. 1986. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates.
- Griffon, D. 2008. Estimación de la biodiversidad en la Agroecología. *Agroecología* 3: 25–31.
- Hamilton, M.B. 2009. *Population Genetics*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Hart, D.L. 2020. *A Primer of Population Genetics and Genomics*. Oxford University Press.
- Harwood, J. 2019. Was the Green Revolution intended to maximise food production? *International Journal of Agricultural Sustainability*. 17(4):312–325.
- Hastings, A. 1998. *Population biology concepts and models*. Springer.
- Heidegger, M. (originalmente publicado en 1924) 2008. *El concepto de tiempo*. Barcelona: Herder.
- Hernán, M.A. y J.M. Robins. 2024. Causal inference. CRC Press /Taylor & Francis Group.
- Horner, R.M., P.L., Lo, D.J., Rogers, J.T.S. Walker y D.M. Suckling. 2020. Combined Effects of Matting Disruption, Insecticides, and the Sterile Insect Technique on *Cydia pomonella* in New Zealand. *Insects* 11:837.
- Hussain, B., B. Ahmad y S. Bilal. 2014. Monitoring and Mass Trapping of the Codling Moth, *Cydia pomonella*, by the Use of Pheromone Baited Traps in Kargil, Ladakh, India. *International Journal of Fruit Science*. 15(1), 1–9. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.819207>.
- Jacob, M.C. 2019. *The Newtonians and the English revolution, 1689-1720*. Branch Line.
- John, D.A. y G.R. Babu. 2021. Lessons From the Aftermaths of Green Revolution on Food System and Health. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:644559. doi: 10.3389/fsufs.2021.644559.
- Jouzi, Z., H. Azadi, F. Taheri, K. Zarafshani, K. Gebrehiwot, S. Van Passel y P. Lebailly. 2017. Organic Farming and Small-Scale Farmers: Main Opportunities and Challenges, *Ecological Economics* 132: 144–154.
- Konopka, J.K., I.M. Scott y J.N. McNeil. 2012. Costs of Insecticide Resistance in *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae), *Journal of Economic Entomology* 105(3):872–877.
- Kremen, C., A. Iles y C. Bacon. 2012. Diversified Farming Systems: An Agroecological, Systems-based Alternative to Modern Industrial Agriculture. *Ecology and Society* 17(4).
- Kumar, S. y N.C. Pant. 1982. Ecological approach to pest problems. *Agricultural entomology* 1: 18–43.

- Kvasz, L. 2016. Revisiting the Mathematisation Thesis: Galileo, Descartes, Newton, and the Language of Nature. *International Studies in the Philosophy of Science*. 30(4):399–406.
- Lawson, J. 2015. *Design and Analysis of Experiments with R*. Chapman & Hall/CRC.
- León-Sicard, T. 2021. *La Estructura Agroecológica Principal de los agroecosistemas, Perspectivas teórico-prácticas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237–240.
- Levins, R. 2006. A whole-system view of agriculture, people, and the rest of nature. En: *Agroecology and the struggle for food sovereignty in the Americas* (A. Cohn, J. Cook, M. Fernández, R. Reider y C. Steward, Eds.). Nottingham, Russell Press, pp. 34–49.
- Levins, R. y J. Vandermeer. 1990. The agroecosystem embedded in a complex ecological community. En: Carroll R.C., Vandermeer J. and Rosset P., eds., *Agroecology*, New York: Wiley and Sons.
- Levins, R. y M. Wilson. 1980. Ecological theory and pest management. *Annual Review of Entomology*. 25: 287–308.
- Levins, R. e I. Miranda. 2007. Mathematical models in crop protection. *Rev. Protección Veg.* 22:1-17.
- Massimi, M. 2010. Galileo's Mathematization of Nature at the Crossroad between the Empiricist and the Kantian Tradition. *Perspectives on Science* 18(2):152–188.
- May, R.M. 2004. Uses and abuses of mathematics in biology. *Science*. 303(5659):790-3.
- McElreath, R. 2016. *Statistical Rethinking A Bayesian Course with Examples in R and Stan*. Chapman and Hall/CRC.
- Meemken, E. y M.M. Qaim. 2018. Organic Agriculture, Food Security, and the Environment. *Annual Review of Resource Economics* 10:39–63.
- Montgomery, D.C. 2004. *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa Wiley.
- Niggli, U. 2015. Sustainability of organic food production: challenges and innovations. *Proceedings of the Nutrition Society* 74(1):83–88.
- Oksanen, F.J. y col. 2020. *Vegan: Community Ecology Package*. R package Version 2.4-3. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Ozlu, E., F.J. Arriaga, S. Bilen, G. Gozukara y E. Babur. 2022. Carbon Footprint Management by Agricultural Practices. *Biology* 11:1453.
- Pajač, I., I. Pejić y B. Barić. 2011. Codling Moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – Major Pest in Apple Production: An Overview of its Biology, Resistance, Genetic Structure and Control Strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 76(2):87–92.
- Pandey, D. y M. Agrawal. 2014. Carbon Footprint Estimation in the Agriculture Sector. En: Muthu, S. *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*. Volume 1. EcoProduction. Springer, Singapore.
- Patel, R. 2012. The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies* 40(1): 1–63.
- Pearl, J. 2010. An Introduction to Causal Inference. *The International Journal of Biostatistics* 6(2).
- Perez, N. y L.L. Vazquez. 2002. Ecological pest management. *Sustainable agriculture and resistance: transforming food production in Cuba* 109–143.
- Pimentel, D. 1976. The ecological basis of insect pest, pathogen and weed problems Origins of pest, parasite, disease and weed problems. *18th Symposium of the British Ecological Society*. 3–31.
- Pino, C. y D. Griffon. 2024. Scaling up: microbiome manipulation for climate change adaptation in large organic vineyards. *Front. Sustain. Food Syst.* 8:1285981.

- Principe, L. 2011. *The scientific revolution: A very short introduction*. Oxford University Press.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. <https://www.R-project.org>.
- Reganold, J. y J. Wachter. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2:15221.
- Roelofs, W., A. Comeau y A. Hill. 1971. Sex Attractant of the Codling Moth: Characterization with Electroantennogram Technique. *Science*. doi:10.1126/science.174.4006.297.
- Scialabba, N.E.-H. y M. Müller-Lindenlauf. 2010. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems* 25(2):158-169.
- Shapin, S. 2018. The scientific revolution. University of Chicago Press.
- Shumway, R.H. y D.S. Stoffer. 2019. Time Series: A Data Analysis Approach Using R. Chapman-Hall.
- Steel, R. y J. Torrey. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill.
- Stoffer, D. y N. Poison, 2023. *Applied Statistical Time Series Analysis*. <https://github.com/nickpoison/astsa>.
- Struik, P.C. y T.W. Kuyper. 2017. Sustainable intensification in agriculture: the richer shade of green. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37:39.
- Tomazella, C.T. y C.C. Silva. 2020. The Roles of Mathematics in the History of Science: The Mathematization Thesis. *Transversal: International Journal for the Historiography of Science* (8):6-25.
- Tshernyshev, W.B. 1995. Ecological pest management General approaches. *Journal of Applied Entomology*. 119(5):379-381.
- UE. 2021. Reglamento de ejecución (UE) 2021/1165 de la comisión de 15 de julio de 2021 por el que se autorizan determinados productos y sustancias para su uso en la producción ecológica y se establecen sus listas (Texto pertinente a efectos del EEE). Diario Oficial de la Unión Europea. Document 32021R1165. <https://eur-lex.europa.eu/legal>.
- van Hemmen, J.L. 2021. Mathematization of nature: how it is done. *Biol Cybern* 115:655–664.
- Vandermeer, J. 1992. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
- Vandermeer, J. 2020. Confronting Complexity in Agroecology: Simple Models From Turing to Simon. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:95.
- Vandermeer, J. e I. Perfecto. 2018. *Ecological Complexity and Agroecology*. Routledge.
- Vandermeer, J.H. y D.E. Goldberg. 2003. *Population Ecology: First Principles*. Princeton University Press.
- Vázquez, L. y J.M. Álvarez. 2011. *Control ecológico de poblaciones de plagas*. CIDISAV.
- Venables, W.N. y B.D. Ripley. 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer-Verlag.
- Walker, J., P. Lo. R. Horner, N. Park, J. Hughes y T. Fraser. 2013. Codling moth (*Cydia pomonella*) mating disruption outcomes in apple orchards. *New Zealand Plant Protection*. 66:259–263.
- Weyl, H. 2021. *Philosophy of mathematics and natural science*. Princeton University Press.
- Wigner, E.P. 1960. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. *Communications on Pure and Applied Mathematics*. 13(1):1–14.
- Wootton, D. 2016. *The invention of science: A new history of the scientific revolution*. Harper Perennial.

# INFLUENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE COBERTURAS EN SISTEMAS DE SIEMBRA DIRECTA CON MAÍZ SOBRE LAS FRACCIONES DE FÓSFORO EN EL SUELO DE UNA SABANA BIEN DRENADA

Ismael Hernández-Valencia<sup>1\*</sup>, Rosa Mary Hernández-Hernández<sup>2</sup>, Zenaida Lozano<sup>3</sup> y Carlos Bravo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Instituto de Zoología y Ecología Tropical. <sup>2</sup>Universidad Simón Rodríguez, Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos. <sup>3</sup>Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía, Instituto de Edafología. <sup>4</sup>Universidad Estatal Amazónica.\*ismael.hernandez@ciens.ucv.ve.

## RESUMEN

Las prácticas agrícolas intensivas en las sabanas de Venezuela generan degradación de los suelos, lo que hace necesario evaluar e implementar nuevos sistemas de producción con una concepción agroecológica para un uso más sostenible la tierra. En suelos arenosos del estado Guárico se estableció un ensayo en donde se evaluaron diferentes coberturas (vegetación espontánea, *Urochloa brizantha* y *Centrosema macrocarpa*) en asociación con maíz bajo siembra directa, pastoreo de ovinos y fertilización con roca fosfórica y se compararon las variaciones en las fracciones de fósforo luego de cuatro años de establecidas las coberturas respecto a una sabana nativa como control. Los resultados indican que, bajo las asociaciones evaluadas, se favorece una disminución de las formas más resistentes del P (Pi-HCl, P-residual), mientras que se incrementa las fracciones inorgánicas disponibles a mediano plazo (Pi-NaOH). Algunas asociaciones pueden generar una reducción del capital de P del suelo, por lo cual debieran ser reformuladas para estas condiciones agroecológicas, una vez que se evalúen los rendimientos de las coberturas y el maíz, las ganancias de peso del ganado ovino, así como los impactos ambientales derivados de su implementación. *Centrosema macrocarpa* es el tratamiento que procura mayor economía del fósforo del suelo, ya que no reduce el P total y mantiene o aumenta las reservas de mayor disponibilidad.

**Palabras clave:** fraccionamiento de fósforo, suelos arenosos, roca fosfórica, agroecología.

## Influence of different types of cover crops in direct sowing systems with maize on phosphorus fractions in the soil of a well-drained savanna

### Abstract

Intensive agricultural practices in the savannas of Venezuela generate soil degradation, which makes necessary to evaluate and implement new production systems with an agroecological conception for more sustainable land use. In sandy soils of the Guárico state, a trial was established where different covers crops were evaluated in association (spontaneous vegetation, *Urochloa brizantha* and *Centrosema macrocarpa*) with maize under direct sowing, sheep grazing and fertilization with phosphate rock and the variations in phosphorus fractions were compared after four years with respect to a savanna native as control. The results indicate that under the associations evaluated, a decrease in the most resistant forms of P (Pi-HCl, P-residual) is favored, while the inorganic fractions available in the medium term (Pi-NaOH) increase. Some associations can generate a reduction in the soil P stock, which is why they should be reformulated for these agroecological conditions, once the effects are evaluated yields of covers crops and maize, weight gains of sheep, as well as the environmental impacts derived from its implementation. *Centrosema macrocarpa* treatment provides the greatest economy of soil phosphorus, since it does not reduce the total P and maintains or increases the reserves of greater availability.

**Keywords:** phosphorus fractionation, sandy soils, phosphate rock, agroecology.

## INTRODUCCIÓN

El clima estacional y la pobreza nutricional de los suelos restringen el desarrollo de una ganadería intensiva, rentable y ecológicamente sustentable en las sabanas de Suramérica. El sobrepastoreo, la introducción de maquinaria, el uso de altas dosis de fertilizantes y biocidas para el control de malezas y plagas y la sustitución de los pastos nativos por pastos introducidos, más productivos, pero con mayor demanda de nutrientes son los factores más frecuentes que generan esta situación. A ello se suma la degradación de los suelos por su pobreza estructural y el fuerte poder erosivo de las lluvias. Como consecuencia de ello, los suelos se degradan y la productividad de los cultivos disminuyen, produciendo el abandono de la tierra e iniciando un nuevo ciclo de intervención en áreas que no han sido cultivadas y que posiblemente son menos aptas para este fin (Lozano, 2007). Por su extensión e importancia económica, se hace necesario estudiar diversas prácticas agronómicas adaptadas a las condiciones ecológicas de las sabanas, con el fin de seleccionar aquellas que permitan una mayor sustentabilidad económica y ecológica y una menor degradación de estos ecosistemas. Las denominadas “prácticas agroecológicas” (como el uso de labranza conservacionista, cultivos asociados, abonos verdes y compostaje, entre otras) pueden ser una alternativa que genere menor degradación del suelo, y por ello deben ser estudiadas en campo y laboratorio para conocer su factibilidad técnica, económica y social en la procura de una agricultura más sostenible.

En suelos de sabanas, la deficiencia de fósforo es considerada una de las más importante (San José y García Miragaya, 1981; Goedert, 1983; López-Hernández, 2019) y se produce por la alta reactividad del fosfato inorgánico con los oxihidróxidos de hierro y aluminio, situación que favorece una merma de P disponible para las plantas (Fontes y Weed, 1996; López Hernández, 2019). El uso de fuentes convencionales de fósforo (super fosfato triple, fosfato de calcio, fosfato de potasio, fosfato de amonio, etc.) es poco eficiente, ya que estos son fijados en el suelo debido a su alta reactividad ya mencionada (López Hernández, 1977; 2019). A este respecto, se estima que del P aplicado como fertilizante para los cultivos sólo el 10-20% es aprovechado durante el primer año, debido a que la mayor parte es rápidamente fijado o precipitado a formas de baja solubilidad (Vance, 2001; Vu *y col.*, 2008). En este sentido, el uso de roca fosfórica como fuente de P puede ser una alternativa, ya que él mismo se libera más lentamente respecto a las fuentes convencionales y eventualmente pudiera ser más aprovechable por las plantas (Bettoni Telles *y col.*, 2020).

El suelo presenta varias formas o fracciones de P, que en forma general se pueden discriminar como fósforo inorgánico (Pi) y el orgánico (Po) y a su vez cada uno de estos compartimientos pueden ser discriminados en otras formas más específicas dependiendo del tipo de técnica de fraccionamiento utilizado (Tiessen y Moir, 1993; Hernández Valencia 1996;

2008). Las fracciones de Po pueden constituir una fuente importante de P disponible para las plantas, el cual usualmente no es considerado en los análisis de rutina con fines de diagnóstico de fertilidad (Tiessen y Moir, 1993; López y col., 2006). La cuantificación de los diferentes reservorios de P en el suelo proporciona información respecto al destino del elemento después de la adición de fertilizante. Esto puede contribuir a un mejor entendimiento de su dinámica para desarrollar sistemas de manejo más eficientes en el uso de los fertilizantes fosfatados (Boschetti y col., 2004).

En el presente trabajo se estudiaron los cambios en los tenores de las fracciones de P en el suelo por el establecimiento de diferentes coberturas como barbechos mejorados asociados con maíz bajo siembra directa y fertilizados con roca fosfórica. Ello permitirá determinar cómo estos sistemas afectan la disponibilidad y transformaciones del P en el suelo y contribuirá a la selección de sistemas de producción de mayor productividad y menor impacto ambiental y económico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental La Iguana, Estado Guárico, Venezuela ( $65^{\circ} 15' O$ ,  $8^{\circ} 40' N$ ). La precipitación anual del sitio es de 1369 mm, distribuida en una época seca bien marcada y una lluviosa de 6 a 7 meses, comprendida entre los meses de marzo a noviembre. La temperatura promedio anual es de  $27,5^{\circ} C$ . La vegetación nativa corresponde a una sabana de *Trachypogon* arbolada, que se desarrolla sobre suelos arenosos, fuertemente ácidos y de baja fertilidad natural identificados como Ustoxic Quartzipsamments (Matheus, 1986).

Previo a la instalación del ensayo se realizó un estudio de variabilidad espacial que permitió estimar el tamaño óptimo, orientación de las parcelas y número de muestras necesarias para evaluar el contenido de fósforo en el suelo. El diseño utilizado correspondió al de parcelas grandes sin repetición con un área de  $900\ m^2$ , con 12 muestras por tratamiento. Las evaluaciones se realizaron en un ensayo instalado a nivel de campo con tres tratamientos de coberturas usadas como barbechos mejorados para el sistema maíz en siembra directa y posterior pastoreo con ganado ovino. Las coberturas utilizadas fueron la vegetación espontánea que se desarrolla después del laboreo (Ve) y que está compuesto principalmente por las especies *Hyptis suaveolens*, *Trachypogon spicatus*, *Axonopus* sp., e *Indigofera indica*, entre otras, *Urochloa dyctioneura* (Ud) y *Centrosema macrocarpa* (Cm), además de una parcela testigo en donde se encuentra la sabana nativa de *Trachypogon spicatus* (Sn). Para el establecimiento de las coberturas se usó labranza convencional y roca fosfórica como enmienda y fuente de fósforo. En mayo del segundo año se sembró el maíz y en la época seca (diciembre-enero) se realizó el pastoreo con ganado ovino mestizo tropical ( $3\ ua\ ha^{-1}$ ). Un resumen del manejo realizado se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Descripción de las actividades y labores culturales realizadas en el ensayo (Adaptado de Lozano, 2007).

Actividades y labores culturales	Establecimiento de coberturas (mayo 1999)	Primer ciclo (abril 2000-febrero 2001)	Segundo ciclo (junio 2001-marzo 2002)	Tercer ciclo (mayo 2002-marzo 2003)	Cuarto ciclo (Julio 2003-febrero 2004)
Mecanización	2 pasos cruzados de rastra	1 pase de rotativa a las coberturas	1 pase de rotativa a las coberturas	1 pase de rotativa a las coberturas	1 pase de rotativa a las coberturas
Control de malezas		4 L ha <sup>-1</sup> Paraquat	4 L ha <sup>-1</sup> Paraquat	4 L ha <sup>-1</sup> Paraquat	4 L ha <sup>-1</sup> Paraquat
Siembra	4 kg ha <sup>-1</sup> para la gramínea y 3 kg ha <sup>-1</sup> para la leguminosa	Siembra directa de maíz híbrido Selvarca 02 tratado con Thiodicarb (86750 pta ha <sup>-1</sup> )	Siembra directa de maíz híbrido Selvarca 02 (73300 pta ha <sup>-1</sup> )	Siembra directa de maíz híbrido INIA 2002 tratado con Thiodicarb (79300 pta ha <sup>-1</sup> )	Siembra directa de maíz híbrido INIA 2002 tratado con Thiodicarb (83300 pta ha <sup>-1</sup> )
Fertilización básica al momento de la siembra	0 - 120 - 50 kg ha <sup>-1</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (roca fosfórica-cloruro de potasio)	70 - 90 - 90 kg ha <sup>-1</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (urea, fosfato diamónico, cloruro de potasio)	70 - 90 - 90 kg ha <sup>-1</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (urea, fosfato diamónico, sulfato doble de potasio y magnesio)	60 - 100 - 40 kg ha <sup>-1</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (urea, fosfato diamónico, sulfato doble de potasio y magnesio)	60 - 100 - 40 kg ha <sup>-1</sup> N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (urea, fosfato diamónico, sulfato doble de potasio y magnesio)
Primer reabono	55 kg ha <sup>-1</sup> urea, 30 días después de la siembra	50 kg ha <sup>-1</sup> N-urea, 30 días después de la siembra	25 kg ha <sup>-1</sup> N-urea, 25 días después de la siembra	40 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O-cloruro de potasio, 25 días después de la siembra	40 kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O-cloruro de potasio, 25 días después de la siembra
Segundo reabono		4 kg ha <sup>-1</sup> de MgO en aplicación foliar, 51 días después de la siembra	25 kg ha <sup>-1</sup> de N-urea, 45 días después de la siembra	30 kg ha <sup>-1</sup> de N-urea, 45 días después de la siembra	30 kg ha <sup>-1</sup> de N-urea, 45 días después de la siembra
Pastoreo		8 semanas de pastoreo con ganado ovino mestizo tropical.	7 semanas de pastoreo con ganado ovino mestizo tropical.	8 semanas de pastoreo con ganado ovino mestizo tropical.	6 semanas de pastoreo con ganado ovino mestizo tropical.

Las parcelas recibieron una fertilización inicial con roca fosfórica como fuente de P<sub>2</sub>O (90-120 kg ha<sup>-1</sup>), N como urea (70-120 kg ha<sup>-1</sup>) y K (50-90 KCl o K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>). A partir del segundo año se sembró maíz en siembra directa sobre las distintas coberturas en la época húmeda y se realizó pastoreo mestizo tropical ovino en la época seca. Cuatro años más tarde, doce muestras de suelos superficial (0-15 cm) de los diferentes tratamientos (Ve, Ud y Cm) y el control (Sn) fueron tomados al azar con el fin de establecer los cambios en el *status* de P. La técnica de fraccionamiento utilizada fue la secuencial propuesta por Hedley *y col.* (1982). Esta técnica permite diferenciar las siguientes fracciones de P inorgánico (Pi) y P orgánico (Po) presentadas en la Tabla 2. En la fracción extraíble con HCl 1M no se encontró Po, por lo que no se presenta en los resultados.

**Tabla 2.** Extractantes utilizados en el fraccionamiento secuencial del fósforo.

Extractante	Fracción de P
Resina de intercambio Dowex-Cl 1x 8 (Pi-resina)	Pi en solución e isotópicamente intercambiable altamente disponibles para la biota
NaHCO <sub>3</sub> 0,5M (P-Bic)	Pi débilmente adsorbido a la superficie de intercambio Po fácilmente hidrolizable (ej. ácidos ribonucleicos y glicerofosfato)
NaOH 0,1M (P-NaOH)	Pi y Po asociados a compuestos amorfos y cristalinos de hierro y aluminio, los cuales constituyen compuestos secundarios moderadamente disponibles.
HCl 1M (Pi-HCl)	Formas estables de Pi asociadas a minerales primarios y Po asociados a la materia orgánica particulada
Digestión en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Concentrado (P-residual)	Pi y Po residual. Material recalcitrante de muy lenta mineralización y/o solubilización

Un ANOVA de una vía y una prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) fue utilizado para comparar las medias de las fracciones para los diferentes tratamientos. La prueba de correlación de Pearson fue utilizada para

verificar las correlaciones entre las fracciones dentro de un mismo tratamiento ( $p \leq 0,05$ ). Los resultados obtenidos fueron procesados a través de un análisis de Escalado Multidimensional No Métrico (Non-Metrical Multidimensional Scaling), que es un análisis de ordenación multivariado que coloca los datos en un espacio geométrico basándose en sus similitudes, en este caso de acuerdo a las similitudes de Bray y Curtis.

## RESULTADOS

La Tabla 3 presenta las fracciones de P en los diferentes tratamientos. Como puede observarse, la introducción de las diferentes coberturas en asociación con el maíz bajo siembra directa y fertilización con roca fosfórica, produjeron cambios en algunas fracciones de P en comparación a Sn, suponiendo que en esta última condición no hubo cambios significativos en los cuatro años en que se desarrolló la investigación. Dentro de las fracciones de Pi, el Pi-resina no mostró cambios bajo las diferentes coberturas en comparación a Sn, mientras que el Pi-NaHCO<sub>3</sub> accusó una ligera disminución en Ud. El Pi-NaOH aumentó bajo las coberturas de Ve, Ud y Cm, mientras que el Pi-HCl disminuyó. Cuando se suman las fracciones de Pi, esta evidencia un aumento en las coberturas asociado principalmente al incremento del Pi-NaOH.

**Tabla 3.** Fracciones de P en los diferentes tratamientos evaluados (mg kg<sup>-1</sup>).

Fracción de P	Vegetación nativa	Vegetación espontánea/maíz	U. decumbens/maíz	C. macroura/maíz
<b>P inorgánico</b>				
Pi resina	2,9 (0,1)a	3,9 (0,2)a	2,7 (0,2)a	3,8 (0,2)a
Pi NaHCO <sub>3</sub>	5,4 (0,5)a	6,9 (0,6)a	3,6 (0,6)b	6,4 (0,6)a
Pi NaOH	4,4 (0,4)c	10,5 (0,5)b	10,6 (1,0)b	11,9 (1,1)a
Pi HCl	11,3 (0,6)a	8,5 (0,6)b	9,4 (0,6)b	8,1 (1,1)b
<b>Total Pi</b>	<b>24,0 (1,7)b</b>	<b>29,8 (1,7)a</b>	<b>26,3 (1,7)ab</b>	<b>30,2 (1,8)a</b>
<b>P orgánico</b>				
Po NaHCO <sub>3</sub>	4,2 (0,4)ab	3,7 (0,7)b	3,8 (0,5)b	6,4 (0,6)a
Po NaOH	14,4 (1,2)a	6,8 (0,5)b	8,1 (0,9)b	11,9 (1,1)a
<b>Total Po</b>	<b>18,6 (1,1)a</b>	<b>10,5 (2,9)b</b>	<b>11,9 (1,2)b</b>	<b>18,3 (1,6)a</b>
<b>P residual</b>	<b>23,4 (1,1)a</b>	<b>11,6 (1,2)c</b>	<b>16,9 (1,0)ab</b>	<b>11,8 (1,1)c</b>
<b>P total</b>	<b>66,0 (2,0)a</b>	<b>51,9 (1,2)c</b>	<b>54,1 (1,1)c</b>	<b>60,3 (3,7)b</b>

En lo que respecta al fósforo orgánico, el Po- NaHCO<sub>3</sub> muestra en ligero aumento en Cm, mientras que el Po-NaOH disminuye bajo Ve y Ud. Estos cambios producen en el Po total disminuciones bajo las coberturas de Ve y Ud. El P residual disminuye bajo todas las coberturas, mientras que el P total lo hace en Ve y Ud. Cuando se aplicó la prueba de correlación de Pearson para verificar si había relación entre el descenso del contenido de una fracción con el aumento del contenido en otra, no se encontró relación significativa para ninguno de los tratamientos ( $r < 0,497$  en todos los casos, para un  $n = 12$  y  $p < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

Luego de cuatro años se observó que los tratamientos evaluados producen cambios en las fracciones de P en el suelo, que en algunos casos se verifica en el contenido de P total y en otros casos por cambios específicos en algunas de las fracciones. Como primer aspecto, dentro de las grandes fracciones genéricas, el Pi representa al menos el 36,4%, 57,4%, 48,6% y 50,1% en Sn, Ve, Ud y Cm respectivamente; el Po representa al menos 28,2%, 20,2%, 22,0% y 30,3% en Sn, Ve, Ud y Cm respectivamente y el P residual (que tiene en conjunto Pi y Po recalcitrante no extraíble con los extractantes previos) el 35,4%, 22,4%, 29,4% y 19,6% en Sn, Ve, Ud y Cm respectivamente. Los resultados evidencian un predominio de la fracción inorgánica y dentro de ellas las fracciones extraíbles con NaOH y HCl.

Como segundo aspecto encontramos que la fertilización con roca fosfórica no procuró un aumento en el contenido de P total; por el contrario, los contenidos fueron inferiores en Ud y Ve o similares en Cm respecto a Sn (Cuadro 2). Los valores de P total de este estudio se encontraron dentro de los mismos órdenes de magnitud reportados para otras sabanas bien drenadas sobre suelos arenosos (Hernández Valencia y Bautis, 2005; Lozano *y col.*, 2012). En principio, estas diferencias estarían ligadas a los distintos requerimientos de P por las coberturas utilizadas. A este respecto, se ha reconocido que las leguminosas tienen mayores requerimientos de fósforo que las gramíneas para su producción y persistencia, ya que este elemento es esencial para la fijación simbiótica del nitrógeno (Caradus, 1980; Mitran *y col.*, 2018); sin embargo, este no fue nuestro caso porque las coberturas donde no dominaban las leguminosas (Ve y Ud) fueron las que acusaron menores valores de P total. De acuerdo a Lozano (2007), el tratamiento con Ud fue uno de los que produjo mayor cantidad de materia seca, tanto del forraje como el maíz, lo que pudiera justificar este resultado.

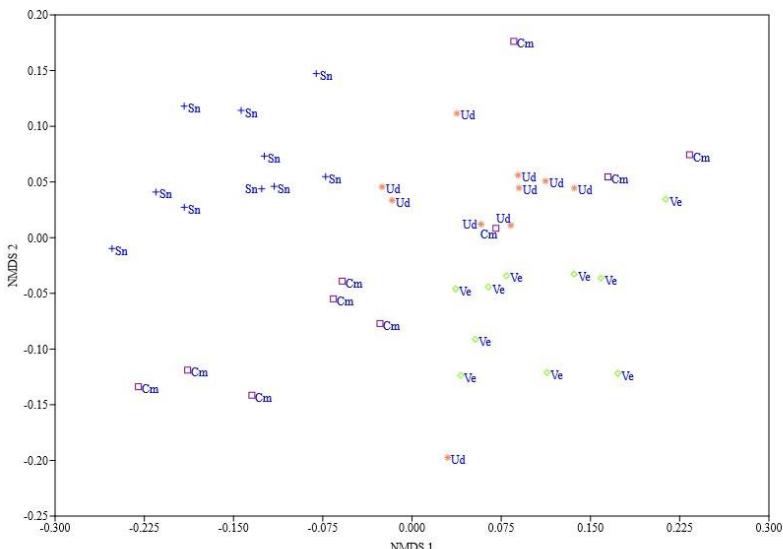
Como tercer aspecto se observó una redistribución de las fracciones de P en las asociaciones, con un aumento en el P inorgánico ligado al hierro y aluminio (Pi-NaOH) y una reducción del Pi-HCl y P-residual. Este último hallazgo es inesperado si se considera que en estas fracciones se encuentra el P más estable que el Pi-NaOH y en consecuencia de más difícil disolución y mineralización. Tampoco se observaron modificaciones significativas en el pH del suelo en relación a la sabana control y que pudiera explicar el incremento en el Pi-NaOH (Lozano, 2007). En contraste, el Pi-resina que es la fracción con mayor disponibilidad para la nutrición mineral de las plantas no mostró cambios significativos. Ello sugiere que parte del Pi adicionado a través de la fertilización, sufrió transformaciones para formar compuestos secundarios inorgánicos de hierro y aluminio, mientras que las formas orgánicas y las recalcitrantes fueron mermadas para favorecer la nutrición de las plantas y aquellas

fracciones con mayores disponibilidades para las plantas que se mantuvieron constantes (Pi-resina) o con ligeros disminuciones (Pi-NaHCO<sub>3</sub> en Ud). Sin embargo, ninguna relación lineal se encontró entre el incremento de la fracción Pi-NaOH con la disminución de P-residual entre las diferentes coberturas. En el caso de Ve y Ud, el Po total, la fracción extraíble con NaOH disminuyó, lo cual corrobora los hallazgos de diversos autores sobre la importancia del Po en la nutrición de las plantas de suelos tropicales con deficiencias de P (Tiessen y col., 1984, Nziguheba y Bünemann, 2004; López-Hernández y col., 2009). Aunque se suministró roca fosfórica, el contenido de P asociado a minerales primarios (Pi-HCl) fue menor en los tratamientos bajo coberturas respecto a Sn. Ello indica que la roca fosfórica fue objeto de solubilización, lavado y/o incorporación por las plantas bajo las condiciones de este ensayo, caracterizado por pHs moderadamente ácidos y altas precipitaciones.

Los resultados de este estudio contrastan con los de Lozano y col. (2012) quienes trabajaron en un suelo identificado como Typic Plinthustults, ubicado en la misma Estación Experimental La Iguana, usando como cultivos de cobertura *Urochloa dictyoneura* (UD) y la leguminosa *Centrosema macrocarpum* (CM) con siembra directa de maíz como cultivo asociado. Los tratamientos fueron los siguientes: Control: sin fertilización (sabana nativa), BRF+M: dosis baja de P como roca fosfórica (25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + inoculación con micorriza), ARF: dosis alta de P (100% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como roca fosfórica) y ARF+FD: dosis alta de P (50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como roca fosfórica + 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como fosfato diamónico). El P total sin el residual mostró un incremento promedio entre 12 y 38% respecto a la sabana nativa, con excepción del tratamiento BRF+M en CM, donde hubo una reducción del 20%. El mayor incremento en las coberturas introducidas con relación a la sabana nativa fue en el Pi (76%) y en la fracción lábil (125%), producto de la fertilización fosfórica aplicada. Posiblemente tanto el P incorporado con los fertilizantes como las formas orgánicas moderadamente lábiles fueron utilizadas por el cultivo o mermadas para favorecer las fracciones que mostraron incrementos, tal y como sugiere Hernández-Valencia (2008). Las fracciones Pi-MIA, Pi-NaHCO<sub>3</sub> y Pi-NaOH, actuaron como sumidero de los fertilizantes aplicados y del proveniente de la descomposición de residuos de las coberturas y como fuente del P disponible para el maíz (excepto BRF+M), dado su incremento con relación a los contenidos en la sabana nativa. El que en algunas fracciones se presenten los menores valores de P en el tratamiento BRF+M, en ocasiones menores al control en ambas coberturas, se puede atribuir a que en este tratamiento se aplicó una dosis baja de P y en el control, a pesar de que no se aplicó P, el cultivo de maíz no se desarrolló, por lo que no hubo pérdidas por la absorción del cultivo.

La ordenación de los datos a través del análisis de Escalado Multidimensional No Métrico (Figura 1) muestra claramente que, en la mayoría de los casos, con excepción de Cm para un mismo tratamiento se

agrupan los datos y se separan de los otros tratamientos, siendo más similares Sn y Ud, respecto a los restantes, mientras que en el caso de Cm los datos son más dispersos.



**Figura 1.** Resultados del análisis de Escalado Multidimensional No Métrico de los datos de las fracciones bajo los diferentes tratamientos.

De los resultados de nuestro trabajo se deriva que el tratamiento Cm procura una mayor economía del P del suelo, ya que no ocurre un descenso en su contenido total, mantiene (Pi-resina) e incrementa (Pi-NaHCO<sub>3</sub>) las reservas de mayor disponibilidad, además que favorece el incremento del contenido de N total por ser una leguminosa (Lozano 2007).

## CONCLUSIONES

Los resultados indican que, bajo las asociaciones evaluadas, se favorece una disminución de las formas más resistentes del P (Pi-HCl, P-residual), mientras que se incrementa las fracciones inorgánicas disponibles a mediano plazo (Pi-NaOH) y se mantienen las de disponibilidad inmediata (Pi-resina). Algunas asociaciones pueden generar una reducción del capital de P del suelo (Ud, Ve), por lo cual debieran ser reformuladas, una vez que se evalúen los rendimientos de las coberturas y el maíz, las ganancias de peso del ganado ovino, así como los impactos ambientales derivados de su implementación. El tratamiento de Cm es el que procura mayor economía del fósforo del suelo, ya que no reduce el P total y mantiene las reservas de disponibilidad inmediata.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Dra. Alejandra Zamora por su apoyo en los análisis estadísticos.

## LITERATURA CITADA

- Boschetti, N., C.E. Quintero y M.R. Befani.2004. Dinámica de las fracciones de fósforo en el suelo en una pastura fertilizada. *Revista Científica Agropecuaria* 8:65-71.
- Bettoni Telles, A.P., M. Rodrigues y P.S. Pavinato. 2020. Solubility and Efficiency of Rock Phosphate Fertilizers Partially Acidulated with Zeolite and Pillared Clay as Additives. *Agronomy* 10(7): 918.
- Caradus, J. R. 1980. Distinguishing between grass and legume species for efficiency of phosphorus use. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23(1):75-81.
- Fontes, M.P.F. y S.B. Weed. 1996. Phosphate adsorption by clays from Brazilian oxisols: relationship with specific surface area and mineralogy. *Geoderma* 72: 37-51.
- Goedert, W.J. 1983. Management of the Cerrado soil of Brazil: a review. *Journal of Soil Science* 34:405-428.
- Hedley, M.J., Stewart, J.W.B. y S. Chahuan. 1982. Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Science Society American Journal* 46: 970-976.
- Hernández Valencia, I. 1996. Dinámica del fósforo en una sabana de *Trachypogon* de los Llanos Altos Centrales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 183p.
- Hernández-Valencia, I. 2008. Evaluación de la fertilidad fosfórica en diferentes sistemas de producción ubicados en sabanas bien drenadas de Venezuela a través de técnicas de fraccionamiento. *Acta Biológica Venezolana* 28:57-68.
- Hernández-Valencia, I. y M. Bautis. 2005. Cambios en el contenido de fósforo en el suelo superficial por la conversión de sabanas en pinares. *Bioagro* 17(2):69-78.
- López, M., Alfonso, N., Florentino, A. y M. Pérez. 2006. Dinámica del fósforo y reducción del aluminio intercambiable en un ultisol sometido a manejo conservacionista. *Interciencia* 31: 293-299.
- López-Hernández, D. 1977. La química del fósforo en suelos ácidos. Ediciones de la Biblioteca Central UCV. Caracas. 123 p.
- López-Hernández, D., Araujo, Y., Hernández-Valencia, I., Hernández, C. y A.Y. López-Contreras. 2009. Pedofauna biodiversity and soil indicators in an amazonian sandy savanna soil long term amended with low inputs of in situ produced compost. En: Composting: Processes, Materials and Approaches. Pereira, J. C. & J. L. Bolin (eds.) Nova Publishers. Estados Unidos. Pp. 155-176.
- López Hernández, D. 2019. Sabanas del Orinoco: Producción Primaria y Biogeoquímica de los Elementos. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas. 259 p.
- Lozano, Z. 2007. Indicadores de calidad de la materia orgánica de un suelo bajo agricultura conservacionista. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 209 p.
- Lozano, P., Z. Hernández Hernández, R. M., Bravo, C., Rivero, C., Toro, M. y M. Delgado. 2012. Disponibilidad de fósforo en un suelo de sabanas bien drenadas bajo diferentes coberturas y tipos de fertilización. *Interciencia* 37(11):820-827.

- Matheus, R. 1986. Los suelos de la Estación Experimental La Iguana. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 199 p.
- Mitran, T., Meena, R.S., Lal, R., Layek, J., Kumar, S. y R. Datta. 2018. Role of Soil Phosphorus on Legume Production. En: Meena, R., Das, A., Yadav, G., Lal, R. (eds) Legumes for Soil Health and Sustainable Management. Springer, Singapore. Pp. 487-510.
- Nziguheba, G. y E.K. Bünenemann. 2004. Organic phosphorus dynamics in tropical agroecosystems. En: Turner, B.L., Frossard, E. y Baldwin, D. (eds.) Organic Phosphorus In The Environment. CABI Publishing. Wallingford. USA. Pp 243-268.
- San José, J.J. y J. García Miragaya. 1981. Factores ecológicos operacionales en la producción de materia orgánica de las sabanas de *Trachypogon*. *Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat.* 36(139):347-374.
- Tiessen, H. y O. Moir. 1993. Characterization of available P by sequential extraction. En: Carter, M.R. (ed.) Soil sampling and methods of soil analysis. Lewis Publishers, Boca Ratón, Fl. pp. 75-86.
- Tiessen, H., Stewart, J.W.B. y C.V. Cole. 1984. Pathways of phosphorus transformations in soils of differing pedogenesis. *Soil Science Society American Journal* 48: 853-858.
- Vance, C.P. 2001. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiology* 127: 390-397.
- Vu, D.T., Tang, C. y R.D. Armstrong. 2008 Changes and availability of P fractions following 65 years of P application to a calcareous soil in a Mediterranean climate. *Plant and Soil* 304: 21-33.

## IMPORTANCIA DE LA AGROBIODIVERSIDAD VEGETAL EN LA AGRICULTURA URBANA DE EL PASEO, ESTADO ARAGUA, VENEZUELA

Wendy Martínez G.<sup>1</sup>, Raúl E. Albán<sup>2</sup> y Olga Domené-Painenao<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental “Simón Rodríguez”. Instituto de Ciencia y Tecnología, Caracas, Venezuela; <sup>2</sup>Centro de Pensamiento en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia; <sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur. Grupo de investigación sobre Masificación de la Agroecología, Yucatán, México. \*domeneolga@gmail.com

### RESUMEN

Poco se conoce sobre la importancia de los conucos urbanos en Venezuela y más, en el contexto de crisis alimentaria que ha vivido el país en las últimas décadas. Por eso esta investigación se centra además, de reconocer la agrobiodiversidad vegetal, en visibilizar sus potencialidades alimenticias, medicinales y su aporte a otros servicios ecosistémicos, en un sector popular del municipio Mario Briceño Iragorry del estado Aragua. La metodología combinó enfoques cualitativos y cuantitativos, que incluyó la observación directa, entrevistas informales, encuestas, inventario florístico y la aplicación de un Índice de Agrobiodiversidad (IDA) adaptado a la localidad. Se identificaron un total de 100 especies vegetales, en 52 familias botánicas. Las categorías que presentan mayor número de especies de la agrobiodiversidad vegetal son de Alimentación (45), donde destacan los frutales (23) y las hortalizas (11) y luego las Medicinales (27). Finalmente se puede apreciar, que la importancia de la agrobiodiversidad vegetal en el agroecosistema urbano, es su contribución de complementar las necesidades de la dieta básica de las familias conuceras, proporcionándoles alimentos sanos y económicos. Mientras que en la parte ambiental promueve la conservación de un área protegida como es el Parque Nacional Henri Pittier, así como favorece la creación de espacios para compartir conocimientos agroecológicos y el rescate de saberes ancestrales. Para concluir, se demuestra la importancia que tiene este tipo de agroecosistema que, hoy más que nunca está vivo en la memoria de la comunidad, la cual emerge en tiempos de crisis.

**Palabras clave:** agrobiodiversidad vegetal, agricultura urbana, conucos urbanos, agroecología, soberanía alimentaria, municipio Mario Briceño Iragorry, Venezuela.

### Importance of plant agrobiodiversity in urban agriculture in El Paseo, Aragua state, Venezuela

#### Abstract

Little is known about the importance of urban conucos in Venezuela, especially in the context of the food crisis that the country has experienced in recent decades. For this reason, this research also focused on recognizing plant agrobiodiversity, highlighting its nutritional and medicinal potential, and its contribution to other ecosystem services, in a popular sector of the Mario Briceño Iragorry municipality in Aragua state. The methodology combined qualitative and quantitative approaches, including direct observation, informal interviews, surveys, floral inventory, and the application of an Agrobiodiversity Index (ADI) adapted to the locality. A total of 100 plant species were identified, in 52 botanical families. The categories with the highest number of plant agrobiodiversity species are Food (45), where fruit trees (23) and vegetables (11) stand out, and then Medicinal (27). Finally, it can be seen that the importance of plant agrobiodiversity in the urban agroecosystem is its contribution to complementing the basic dietary needs of conucos families, providing them with healthy and affordable food. On the environmental front, it promotes the conservation of a protected area such as Henri Pittier National Park, as well as the creation of spaces for sharing agroecological knowledge and the recovery of ancestral wisdom. In conclusion, the importance of this type of agroecosystem is demonstrated, which today more than ever is alive in the memory of the community that emerges in times of crisis.

**Keywords:** Plant agrobiodiversity, urban agriculture, urban conucos, agroecology, food sovereignty, Mario Briceño Iragorry municipality, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Para el Estado venezolano, la diversidad biológica es crucial. Se considera parte de nuestro patrimonio natural y un recurso fundamental para el desarrollo del país, ya que de ella dependen el agua, la energía eléctrica y la seguridad alimentaria. Esta importancia está reconocida en la Constitución y en la Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (LGDV, 2008), es aún más relevante para las comunidades. Y eso se ha demostrado con la aparición de sistemas alimentarios en las áreas verdes de la ciudad, bien en terrenos baldíos, escuelas y los patios de las casas sobre todo en momentos de crisis tan común en los últimos años (Hernández, 2006; Albán *y col.*, 2017).

En el caso venezolano, en las últimas décadas hemos experimentado un periodo caracterizado por diversas tensiones, conflictos políticos y sociales asociado a intervenciones externas que derivaron a situaciones como el paro petrolero, golpes de Estado, bloqueo económico, entre otros, que afectaron el acceso oportuno de alimentos a la mayoría de la población venezolana (Herrera y Domené-Painenao, 2022). En un país donde la población rural no llega al 5% de la población producto de la instauración de una cultura petrolera que ha generado una alta dependencia de insumos alimentarios como productos externos, pudiendo considerarse que en general hay una alta vulnerabilidad alimentaria. Frente a esta situación, la aparición de estrategias familiares y comunitarias para proveerse de dichos productos, estimula el establecimiento de sistemas alimentarios locales a partir de los cultivos urbanos (Hernández, 2006).

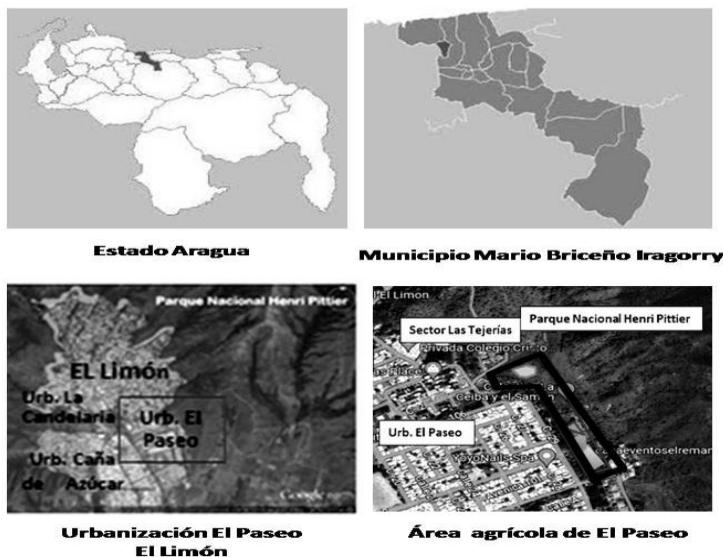
Por otra parte, la agrobiodiversidad como un componente de la biodiversidad es esencialmente, el producto de la intervención humana sobre los ecosistemas y de su creatividad en la diversidad de especies cultivadas en interacción con el ambiente natural. De igual forma, los procesos culturales, los conocimientos, prácticas e innovaciones agrícolas desarrolladas y compartidas por los agricultores, pueden considerarse componentes clave de la agrobiodiversidad (Bergel, 2018). Un aspecto a resaltar es que a nivel mundial más del 70% de la agrobiodiversidad se ha perdido (FAO 2019), debido a los diferentes cambios ocurridos tales como el crecimiento poblacional, la urbanización, los modelos económicos y sociopolíticos, el cambio climático, plagas y enfermedades, cambio de uso de la tierra y agua, contaminación, explotación, el uso excesivo de insumos externos sintéticos, la globalización y los cambios de patrones de consumo. El beneficio que provee la conservación de la agrobiodiversidad significa que, donde existe una mayor riqueza de especies, mayor es la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, si hay más diversificación en la fuente de alimentos, será más fácil promover interacciones benéficas, en el control de plagas y arvenses invasivas, presencia de controladores biológicos o “enemigos naturales”, la recuperación de los suelos y del paisaje (Giessman, 2020).

En cuanto al sistema agroproductivo de nuestro país, podemos referir que durante las últimas décadas se ha caracterizado por la producción de cereales en monocultivos, utilizando las tecnologías más modernas, para obtener una alta productividad, en detrimento de la diversidad de las especies. Aunado a ello, la importación de este y otros rubros alimentarios, ha venido erosionando la agrobiodiversidad y las bases que la sostienen, tales como, el suelo, el agua y la diversidad genética (De la Rosa y Fajardo, 2016). Ante esta situación es importante poder reflexionar sobre la necesidad de cambiar la forma en que se producen los alimentos en Venezuela y realizar un giro hacia otras formas de agriculturas como la orgánica y sustentable. Alejada de la dependencia de insumos como los agroquímicos, que garantice la salud de los suelos y los ecosistemas (Camargo, 2021). Por lo que se requiere del sostenimiento o rescate de los sistemas tradicionales de cultivo como el conuco, de manera que la diversidad se mantenga y se aproveche. Tal como indica la FAO (1996), los sistemas de cultivos tradicionales incorporan a las comunidades dentro del proceso de conservación de los recursos fitogenéticos y ayuda a mantener las tradiciones populares

Si bien es cierto que las investigaciones en temas de agricultura urbana han incrementado en los últimos años, existen muy pocos estudios sobre su papel en la ecología y su importancia para la conservación de la biodiversidad urbana. Es por eso, que el propósito de esta investigación es visibilizar y promover el uso adecuado de áreas ociosas a través del cultivo del conuco, como fuente de riqueza de especies vegetales y sus aportes a la sustentabilidad urbana. Como se podrá ver en este estudio, el conuco urbano es un reservorio de agrobiodiversidad, adaptado a las condiciones locales, con características únicas, que contribuye a la soberanía alimentaria para el autoconsumo y con un gran potencial para la venta de productos frescos y la transformación de las materias primas en diversidad de productos alimenticios, medicinales y ornamentales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de Estudio.** La investigación se llevó a cabo con familias de comunidades del sector El Paseo, ubicados entre los Consejos Comunales Paseo Casas y Paseo Bloques, parroquia El Limón, municipio Mario Briceño Iragorry del estado Aragua. El Limón, es una ciudad al noroeste del estado Aragua en Venezuela. Está situada en las riberas del río El Limón, al pie del parque nacional Henri Pittier. Es la capital del municipio Mario Briceño Iragorry y forma parte del área metropolitana de Maracay. Coordenadas UTM: 1138932 649624 19P (Figura 1). De acuerdo con el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), la superficie del municipio Mario Briceño Iragorry es de 54 Km<sup>2</sup> (INE, 2012).



**Figura 1.** Ubicación relativa del área de estudio.

La población estudiada en la presente investigación son los conucos, ubicados en un área comunitaria urbana de mayor extensión (de aproximadamente 2 hectáreas) del sector El Paseo, El Limón, Edo. Aragua. La muestra consiste en tres conucos, seleccionados de un universo de siete, que se distribuyen dos en la zona sur y uno en la zona norte del lote de terreno.

En cuanto a la fase del diseño de la investigación, en primer lugar, fue de carácter documental o fase teórica, en la que se hizo revisión bibliográfica, diagnóstico y selección del área en estudio. En su segunda fase, se llevó a cabo un extenso trabajo de campo que incluye un recorrido a pie por toda el área en estudio, recolectando las coordenadas geográficas y elaborando un mapa de ubicación de los conucos seleccionados y en un momento diferente se realizó la identificación de las especies vegetales con su nombre común y utilidad en el conuco y sus respectivas fotografías. En la tercera fase de la investigación, se aplicó la encuesta de impacto del conuco en los hogares de los beneficiarios del mismo. En la cuarta fase se logró analizar, a través de diferentes métodos, los datos e informaciones recabadas durante toda la investigación. Todo esto se llevó a cabo en el ciclo desde el mes de agosto de 2022 hasta octubre del año 2023.

Para la recolección de datos e informaciones se utilizaron los siguientes instrumentos y técnicas:

**Levantamiento topográfico.** Utilizando la aplicación UTM Geo Map, en un teléfono inteligente, se tomaron las coordenadas UTM, Huso 19, de

ubicación de cada uno de los conucos y con la ayuda del software Arc GIS, como sistema de información geográfica, se procedió a mapear la zona. A través de interpretación cartográfica se identificaron cada uno de los conucos y su superficie promedio (García y col., 2019).

**Revisión documental.** Se realizó la consulta de información en diferentes fuentes bibliográficas: trabajos de investigación, repositorios, libros, artículos científicos, páginas web oficiales y publicaciones, con el fin de hallar importantes antecedentes de esta investigación y utilizando descriptores como: agrobiodiversidad, agricultura urbana, el conuco, la agricultura familiar y la soberanía alimentaria.

**Consideraciones éticas.** Se llevó a cabo inicialmente una investigación exploratoria, mediante el abordaje a la comunidad, firmando el acuerdo investigador-comunidad (consentimiento fundamentado previo) (Anexo 1). Mediante el cual, se solicitó el consentimiento previo de la comunidad para la recolección de la información y datos necesarios para el estudio. Del mismo modo, se les informa acerca de todos los aspectos y propósitos de la investigación y la responsabilidad asumida por el investigador acerca del correcto manejo de la información, el conocimiento, los espacios y especies vegetales locales (Amaya, 2018).

**Entrevistas informales.** A través de conversaciones informales y entrevistas no estructuradas se pudo hacer algunas grabaciones de audios y videos que aportaron mucha información, así como la toma de apuntes en el cuaderno de campo.

**Caracterización del agroecosistema urbano.** Mediante la observación directa y con base en informaciones sobre el manejo agroecológico del conuco obtenidas del trabajo de Rivas y Ruiz (2023).

**Inventario florístico.** Recorriendo a pies los tres conucos más representativos, mediante la observación directa y con la ayuda de cada conuquero, se recogió la información de cada una de las especies vegetales, sus usos y su respectivo registro fotográfico. Los datos obtenidos se colocaron en una base de datos, donde se registraron los nombres comunes, nombres científicos de las especies y su utilidad como alimenticias (frutales, hortalizas, oleaginosas, cereales, granos leguminosos, cultivos tropicales), forestales, ornamentales, condimentos, medicinales y arvenses (Quiroz y col., 2001). Para realizar el trabajo taxonómico o de identificación de las especies se consultó bibliografías como el Manual de plantas usuales de Venezuela (Pittier, 1978), Plantas comunes de Venezuela (Schnee, 1984), La vuelta al conuco (Bhat y col., 2014) y los trabajos de Carmona y col. (2008), Flores-Hernández y col. (2017), Quevedo y Laurentin (2020) y Martínez y col. (2008).

**Índice de Agrobiodiversidad.** El cálculo del Índice de Agrobiodiversidad (IDA), basado en el principio de la agrobiodiversidad que debe existir en el agroecosistema, explicando el valor utilitario de cada especie y según Leyva y Lores (2012), la agrobiodiversidad se divide en grupos de acuerdo a su empleo en la alimentación humana, alimentación animal, alimentación del suelo y usos complementarios (salud, espiritualidad, reguladoras de plagas, usos artesanales, etc.), tal como se observa en la Tabla 1.

Los valores de IDA son adecuados cuando su valor sobrepasa 0.7 y óptimo cuando se acerca a la unidad (1). Cabe destacar que no se consideraría la biodiversidad para la alimentación animal (IFE) ya que la producción en el conuco es netamente destinada a la alimentación humana.

Tabla 1. Clasificación de la agrobiodiversidad según su función.

Biodiversidad para la alimentación humana	I II III IV V VI	Formadores de origen animal Formadores de origen vegetal Energéticos (Cereales, raíces y tubérculos) Energéticos (oleaginosas) Reguladoras (Hortalizas) Reguladoras (Frutales)
Biodiversidad para la alimentación animal	VII VIII	Formadores (plantas leguminosas y semillas) Energéticos (pastos y arvenses)
Biodiversidad para la alimentación del suelo	IX X	Biomasa (abonos verdes y residuos de cosecha) Alternativas biológicas (humus, biofertilizantes)
Biodiversidad complementaria	XI XII XIII IX	Vinculado a la salud corporal (medicinales, condimentos, estimulantes y otras). Afin a la espiritualidad humana (flores y ornamentales, fines religiosos y otros). Complementarias para el agroecosistema (melíferas, reguladoras de plagas, otras). Otros fines diversos (maderables, energéticos, artesanales, otras).

**Encuesta del impacto del conuco en la alimentación familiar.** Se aplicó una encuesta cerrada al total de los siete (7) conuqueros que hacen vida en el sector, quienes son el grupo de interés para esta investigación y beneficiarios directos del conuco. Previamente, mediante entrevistas exploratorias, informales se pudo levantar la información para el diseño de la encuesta, la cual fue revisada por tres especialistas antes de su aplicación. En esta encuesta se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: Rubros sembrados, razones para cultivar el conuco, frecuencia de consumo de productos del conuco, en qué proporción los productos del conuco ayudan a suprir sus necesidades alimentarias, destino de la producción y a cuál tipo de preparaciones en la cocina incorpora los productos del conuco (Anexo 2). Esta técnica permitió a los encuestados expresar sus puntos de vista acerca del impacto del conuco en la alimentación de sus familias. Los resultados fueron tabulados y se representaron en gráficos utilizando Microsoft Office Excel ® y se realizó su análisis utilizando el método de estadística descriptiva (Amaya, 2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Ubicación del área en estudio seleccionada.** En el sector El Paseo, se puede observar una gran diversidad de espacios cultivados por los vecinos, como son los traspatios de las casas, en las áreas comunes de los edificios y en una zona comunitaria, de mayor extensión de aproximadamente 2 hectáreas, donde se encuentran pequeñas unidades de producción denominados por los agricultores y agricultoras como conucos. En el presente trabajo de investigación se selecciona el área de conucos

comunitarios, por ser la de mayor extensión y con mayor diversidad de rubros cultivados. En visita realizada al agroecosistema en estudio entre en el mes de agosto de 2022 y el mes de octubre de 2023 pudo evidenciarse que 7 conucos aún permanecían en producción y de ellos se seleccionaron los 3 más representativos: El conuco 1 de Hilda Funes, Conuco 2 de René Mendoza y Conuco 3 de Eddy Falcón.

**Caracterización del agroecosistema urbano y su enfoque agroecológico.** Al aparecer el sistema de producción conuco, durante el proceso de investigación, tanto en la denominación que le otorgan los agricultores, se hizo una revisión bibliográfica, sobre las características del conuco obtenidas del trabajo de Rivas y Ruiz (2023), basado en el manejo agroecológico que se da en estos tipos de agroecosistemas y cómo pueden promover o favorecer la agrobiodiversidad.

En consecuencia, encontramos en el área de estudio: (1) Cultivos intercalados: Las hortalizas se siembran en algunas ocasiones intercaladas con árboles frutales y forestales (agroforestería). Se pudo observar el predominio de frutales como las musáceas (plátano, cambures, topochos). También se dan excelentes el aguacate (*Persea americana*) y la lechosa (*Carica papaya*). Cultivan los cereales, combinados con leguminosas, raíces y tubérculos y diversidad de oleaginosas y cultivos tradicionales como el café (*Coffea arabica*). Estas interacciones propias del conuco pueden reducir la propagación de plagas y enfermedades, aumentar la fertilidad del suelo y aumentar la diversidad de alimentos producidos. (2) Selección y conservación de semillas locales: las semillas son producidas por ellos mismos y las intercambian. Estas prácticas pueden contribuir a mantener la agrobiodiversidad y la riqueza cultural de las comunidades locales. (3) Asociación de cultivos: las plantas medicinales tienen un fuerte potencial en la zona, donde se ofrece una gran diversidad de ellas, su cultivo surge de la necesidad de mantener la salud y sanar. Destacándose el malojillo (*Cymbopogon citratus*). Se siembran junto con otros cultivos, aprovechando las interacciones beneficiosas entre ellas. Algunas plantas pueden repeler insectos dañinos para otras, mejorar la captación de nutrientes o proporcionar sombra y albergue de enemigos naturales para el control de plagas y enfermedades. (4) Rotación de cultivos: año tras año se siembran cultivos diferentes en estos espacios, lo que puede reducir la acumulación de plagas y enfermedades, mejorar la fertilidad del suelo y aumentar la diversidad de alimentos producidos. (5) Promoción de polinizadores y fauna auxiliar: podemos encontrar en estos espacios una gran cantidad de plantas ornamentales que además de embellecer el paisaje, se crean hábitats favorables para la fauna benéfica, como abejas, mariposas y aves, mediante la plantación de flores. Estos polinizadores y depredadores naturales ayudan a mantener el equilibrio en el agroecosistema y se hace un manejo de plagas y enfermedades de manera natural. Incorporación de plantas fijadoras de nitrógeno: las leguminosas (familia Fabaceae), tales como las caraotas (*Phaseolus vulgaris*) y el

quinchoncho (*Cajanus cajan*), son una de las plantas más comunes en el conuco y son las que proveen los mayores beneficios y servicios ecosistémicos, pasando por la alimentación hasta la conservación del suelo. (6) Manejo sostenible del suelo: se han dedicado a la preparación de abono orgánico, a base de restos de vegetales producto de la poda; y su propio sustrato para semilleros y canteros, así como la elaboración de humus sólido y líquido de la lombriz roja californiana, para nutrir el suelo. (7) Usos de las plantas espontáneas silvestres: en el conuco estas plantas son de gran utilidad. Las plantas espontáneas o mal llamadas "malezas", se convierten en aliadas por tener características funcionales, pueden ser alimenticias y medicinales, sirven como cobertura del suelo, lo cual protege contra la erosión, son fuentes de alimento y cobijo para una serie de insectos polinizadores y controladores naturales y mantienen la humedad del suelo. Como ejemplo, en estos conucos se mantienen la Pira (*Amaranthus* sp.) y el Corocillo (*Cyperus rotundus*), siendo estas consideradas "malezas" clásicas del monocultivo.

**El sistema de producción conuco y su efectividad en la conservación de áreas protegidas.** El conuco, como sistema agrícola tradicional y diversificado, puede ser un medio efectivo para la conservación de zonas ambientales protegidas de varias maneras, tal como indican Quiroz, y col, (2009): (1) Mantiene la biodiversidad: al cultivar una variedad de especies vegetales y, a menudo, integrar pequeños animales, el conuco fomenta la agrobiodiversidad. Esto crea un agroecosistema resiliente que puede coexistir de manera más armoniosa con los ecosistemas naturales circundantes a las zonas protegidas, actuando como una zona de amortiguamiento que reduce la presión sobre la biodiversidad nativa. (2) Promueve prácticas sostenibles: tradicionalmente, el conuco se basa en el conocimiento ancestral y prácticas agrícolas sostenibles como la rotación de cultivos, el policultivo, el uso de abonos orgánicos y el control natural de plagas. Estas prácticas minimizan la degradación del suelo, la contaminación del agua y la deforestación, contribuyendo a la salud general del ambiente alrededor de las zonas protegidas. En sí misma, la práctica conuco es agroecológica ya que no se utilizan insumos externos, ni agroquímicos. (3) Reduce la presión sobre los recursos naturales: al proporcionar una fuente local de alimentos y otros productos necesarios para la subsistencia, el conuco disminuye la necesidad de las comunidades de penetrar en las zonas protegidas para obtener estos recursos, como la caza, la tala o la extracción de plantas silvestres. Es decir, cultivan sus propios alimentos en esta zona. (4) Fomenta la conexión cultural y el conocimiento local: el conuco está intrínsecamente ligado a la cultura y las tradiciones de las comunidades locales. Mantener y valorar estos sistemas agrícolas tradicionales ayuda a preservar el conocimiento ecológico local sobre el manejo sostenible de los recursos naturales, lo cual es crucial para la conservación a largo plazo de las zonas protegidas. (5) Puede restaurar áreas degradadas: en algunos casos, las técnicas agroecológicas utilizadas en el conuco pueden aplicarse para restaurar áreas degradadas adyacentes

a zonas protegidas, creando corredores biológicos y mejorando la conectividad ecológica. Sin embargo, es importante considerar que la efectividad del conuco como medio de conservación depende de cómo se implemente y se gestione. Un conuco que no siga principios agroecológicos o que se expanda de manera descontrolada podría tener impactos negativos. Por lo tanto, es fundamental apoyar y promover prácticas de conuco sostenibles en las comunidades cercanas a las zonas ambientales protegidas, integrando el conocimiento tradicional con enfoques científicos para lograr una conservación participativa y efectiva.

**Identificación de las especies que integran la agrobiodiversidad vegetal.** En el inventario florístico, se contabilizaron un total de 100 especies vegetales entre plantas cultivadas y la vegetación espontánea o arvenses, distribuidas en 52 familias botánicas. Los resultados tienen una gran aproximación con el estudio realizado por Sánchez (2014), donde se encontraron 97 especies vegetales en 48 familias botánicas, en tres fincas del valle del Chocó en Ecuador. Comparativamente, en el presente trabajo de investigación se registró una mayor cantidad de especies vegetales en un área mucho menor. Esto refleja la riqueza en términos de la agrobiodiversidad que se pueden encontrar en predios de menor extensión.

Las familias botánicas predominantes en esta investigación son las Solanáceas con un total de 6 especies, representadas por el ají dulce (*Capsicum chinense* var. *llaneron*), ají chirel (*Capsicum frutescens*), ají de jardín (*Capsicum annum* var. *glabriusculum*), tomate manzano (*Lycopersicum sculentum*), tomate perita (*Solanum lycopersicum*) y tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium*). Se destacan por el uso frecuente de estas especies en la cocina venezolana a excepción del ají de jardín que es una colorida planta de uso ornamental. Estos resultados coinciden con el trabajo de Ruiz (2018), donde se identificó a las Solanáceas como la familia con mayor riqueza de especies en las huertas urbanas.

En estos conucos urbanos se encontró como familias muy representativas a las Lamiáceas (6) que son plantas comúnmente denominadas aromáticas, tal como la albahaca (*Ocimum basilicum*), el romero (*Salvia rosmarinus*) y la menta (*Mentha piperita*), especies que poseen muchos usos culinarios. También se localizó un gran número de las Asteráceas (6), donde el árnica (*Arnica montana*) se destaca a través de su uso medicinal. Sánchez (2014) indica que las Fabáceas, como son los granos leguminosos y las Poáceas, donde se encuentran los cereales, son las familias más numerosas a nivel mundial. En Venezuela, son rubros primordiales en nuestra alimentación, muy tradicionales y están presentes también en los conucos, se pudieron contabilizar 5 especies de la familia Fabaceae y 5 especies de Poaceae.

Como se observa en la Tabla 2, las categorías que presentan mayor número de especies de la agrobiodiversidad vegetal, son alimentación (45) y medicinales (27). En concordancia con este estudio, Albán y col. (2017), en un diagnóstico de

la agricultura urbana en Caracas, destacó un dominio amplio de la siembra de hortalizas, seguido por el de plantas medicinales; lo cual indica la importancia que tiene la siembra de rubros alimentarios principalmente las hortalizas y en un grado también significativo el cultivo de las plantas medicinales para la subsistencia de los productores urbanos en Venezuela hoy día.

**Tabla 2.** Número de especies de la agrobiodiversidad por categoría presente en los conucos.

Categorías	Número de especies
Frutales (Alimentación)	23
Raíces y Tubérculos (Alimentación)	4
Hortalizas (Alimentación)	11
Oleaginosas (Alimentación)	2
Cereales (Alimentación)	1
Granos leguminosos (Alimentación)	1
Cultivos tropicales (Alimentación)	3
Forestales	5
Ornamentales	10
Condimentos	5
Medicinales	27
Arvenses	8
Total de especies:	100

Del total de especies presentes en los tres conucos en estudio (100), el conuco 1 tiene el mayor número de especies (75), el segundo lugar lo ocupa el conuco 3 (56) y en el tercer lugar el conuco 2 (54) (Tabla 3). Registrando una amplia diversidad de especies vegetales. Los factores que probablemente condicionan este comportamiento, y es muy importante considerar, son los conocimientos que tiene cada uno de los agricultores, lo cual es notable a través de las conversaciones con cada uno de ellos sobre su experiencia agrícola. Es por ello, que la mayor diversidad de rubros y el mejor manejo se encuentra en el conuco 1. El que presenta la menor cantidad de especies es el conuco 2, y esto se debe como se puede observar en campo, a su posición topográfica y a la compactación del suelo. El terreno se anega en épocas de lluvia, ocasionando pérdidas de los cultivos en determinados espacios, lo cual no permite su máximo aprovechamiento.

**Tabla 3.** Número de especies de la agrobiodiversidad en cada uno de los conucos en estudio.

Categoría	Número de especies		
	Conuco 1	Conuco 2	Conuco 3
Frutales	17	16	17
Raíces y tubérculos	4	3	2
Cultivos tropicales	2	2	3
Hortalizas	6	7	2
Oleaginosas	2	1	0
Cereales	0	1	0
Medicinales	21	8	16
Condimentos	5	3	2
Granos	0	1	0
Forestales	3	3	3
Ornamentales	8	1	3
Arvenses	7	8	8
Total:	75	54	56

**Índice de Agrobiodiversidad (IDA).** A partir de los resultados obtenidos, como se observa en la Tabla 4, el mayor porcentaje de la producción del conuco está destinado a la alimentación humana y en segundo lugar de importancia se encuentran las plantas medicinales y condimentos. Estos resultados coinciden con las investigaciones de (Gravina y Leyva, (2012), Leyva y Lores, (2012), Sánchez, (2014), Ruiz, (2018), Reyes y Álvarez, (2017), donde en la mayoría de las huertas el subgrupo de biodiversidad para la alimentación humana presentó el mayor número de especies; diferenciándose de los resultados obtenidos en el estudio de Sánchez y col. (2018), en el cual, la mayor mención por parte de los entrevistados es que el 54,63% de las especies se orientan a cubrir las necesidades humanas de espiritualidad (medicinal, ornamental, fines religiosos, maderables y artesanales), mientras que el 38,14% se utiliza en la alimentación humana. A partir de la información suministrada por cada uno de los conuqueros en el inventario florístico y el uso de las especies vegetales se presenta un resumen en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Total de especies por grupo de acuerdo a la función de cada una de ellas.

Grupos de Especies	Conuco		
	1	2	3
Alimentación humana	31	31	4
Alimentación Animal	0	0	0
Alimentación del suelo	4	3	3
Complementarias (Ornamentales-Espiritual)	8	1	3
Complementarias (Medicinales-Condimentos)	26	11	18
Complementarias (Forestales-Arvenses)	10	11	11
Total de especies:	75	57	59

Una vez definido con cada uno de los conuqueros los diferentes usos que tienen las plantas en el conuco, se procedió a calcular el Índice de Agrobiodiversidad (IDA), descrito por Leyva y Lores (2012), a partir de esta fórmula:

$$IDA = \frac{S_1 IFER + S_2 IFE + S_3 IAVA + S_4 ICOM}{S_t}$$

Dónde:

-El valor de IDA es la media de los subíndices IFER + IFE + IAVA + ICOM.

-  $S_t$ : número de componentes de cada grupo de la biodiversidad agraria, considerada participativamente como posible para la localidad.

- biodiversidad para la alimentación humana (IFER)
- biodiversidad para la alimentación animal (IFE)
- biodiversidad para la alimentación del suelo (IAVA); y
- biodiversidad complementaria (ICOM).

Para calcular el IDA, se procedió primero, al cálculo de los subíndices que lo conforman como aparece en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Valor del Índice de Agrobiodiversidad y sus subíndices.

Conuco	Subíndices			IDA (Índice de Agrobiodiversidad)
	IFER	IAVA	ICOM	
<b>Conuco 1</b>	0,12	0,4	0,09	0,20
<b>Conuco 2</b>	0,16	0,27	0,11	0,18
<b>Conuco 3</b>	0,10	0,27	0,09	0,15

IFER: Subíndice de biodiversidad para la alimentación humana.

IAVA: Subíndice de biodiversidad para la alimentación del suelo.

ICOM: Subíndice de biodiversidad complementaria.

Por ejemplo, para el cálculo del IDA del conuco 1, se procedió de la siguiente manera:

$$\text{Así, el IDA (C1)} = (\text{IFER} + \text{IAVA} + \text{ICOM})/3$$

$$\text{IFER} = I (\text{FI.1} + \text{FI.2}) + II (\text{EI.1.1} + \text{EI.1.2} + \text{EI.1.3}) + III (\text{RI.1.1} + \text{RI.1.2})$$

$$\text{IFER} = 17/23 + 4/4 + 2/3+6/11+2/2+0+0$$

$$\text{IFER} = (0,73 + 1 + 0,66+0,54+1)/31 = 3,93/31; \text{ entonces: IFER} = 0,12$$

$$\text{IAVA} = 4/10 \text{ así sería: IAVA} = 0,4$$

$$\text{ICOM} = VI.1 (2) + VII.1 (1) + VIII.1 (1)$$

$$\text{ICOM} = 21/27+ 5/5 + 3/5+ 7/8+8/10=0,77+1+0,6+0,87+0,8= 4,04/ 44 = \text{ICOM} = 0,09$$

$$\text{IDA} = (0,12+0,4 + 0,09)/3; \text{ luego: IDA} = 0,20$$

El conuco 1, ocupado por la señora Hilda Funes, es el que presenta el mejor índice de agrobiodiversidad, (0,20) aunque no alcanza los valores adecuados de 0,7 o al óptimo (cercano a 1) definidos por Leyva y Lores (2012). Pero, es bastante cercano al valor obtenido por Gravina y Leyva (2012), en Montalbán, Edo. Carabobo con un valor de 0,37.

Esta tendencia del mayor índice del conuco 1 puede atribuirse a tres factores: (a) En un área más pequeña concentra una mayor diversidad de especies vegetales, sobre todo el cultivo de las hortalizas, que son de porte bajo, ocupa menos espacio y su selección para ser cultivadas es definido por el uso y el consumo de estos rubros en la alimentación; (b) Las condiciones ecológicas del entorno, así como del terreno son mejores favoreciendo el crecimiento de los cultivos; (c) El manejo en cuanto a las prácticas agroecológicas como es la elaboración de compost para el enriquecimiento del suelo, el cultivo de flores ornamentales que diversifica los hábitats, que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad. Se reduce la ocurrencia de plagas y se incrementan los biorreguladores, los policultivos asociados enriquecen la agrobiodiversidad; (d) El conocimiento previo de la conuquera y la experiencia que va adquiriendo en el conuco, con la observación a través del tiempo de las funciones y las interacciones entre las especies vegetales; (e) El hecho de ser mujer, significa que hace un trabajo de cuidado, en la conservación de las semillas, así como se encarga de cultivar lo que va a consumir la familia tanto en las alimenticias como medicinales y condimentos, también siembra más plantas ornamentales para embellecer el paisaje (García *y col.*, 2019).

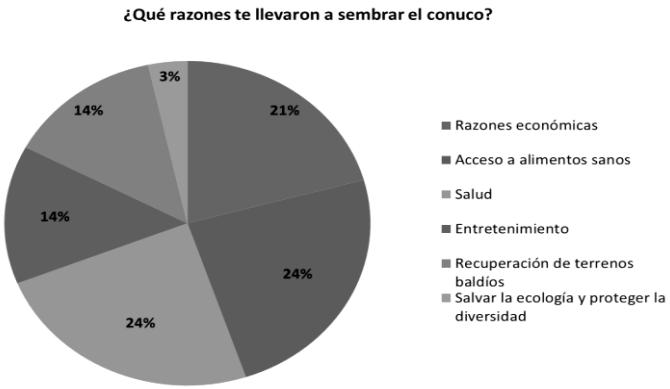
**Contribución del conuco a la soberanía alimentaria local.** Con base en la encuesta levantada y según la información suministrada por los 7 conuqueros que se encontraban sembrando en el área en estudio, se puede observar lo siguiente: tal como indica la Tabla 6, los resultados con base en la edad, género y ocupación nos mostró que la edad promedio de los conuqueros es de 64 años, lo cual evidencia que no hay jóvenes participando en esta actividad, que un mayor conocimiento de las plantas por lo general se asocia a las personas de mayor edad, siendo la mayoría masculinos (71%), pensionados o jubilados. Esto coincide con Bravo *y col.* (2017), quienes reportaron mayor participación de los hombres en su estudio. A diferencia de los resultados obtenidos por Estrada y Escobar (2020), en el cual la mujer, ama de casa es la responsable de la mayoría de los huertos familiares, siendo la conocedora de la diversidad de especies vegetales locales y su aprovechamiento en la alimentación de la familia. Igualmente se destaca el papel de la mujer en la conservación de la agrobiodiversidad. En el trabajo de Reyes y Álvarez (2017), así como en el estudio realizado por Monroy (2016), indica que la mayoría de las personas que se dedican al huerto familiar son mayores de 65 años de edad. La agricultura urbana permite a los adultos mayores mejorar su autoestima y retomar una vida activa física y socialmente, además de recuperar y aplicar los conocimientos que tienen sobre la vida en el campo como es el caso de la presente investigación.

**Tabla 6.** Datos de los encuestados.

Nro.	Nombre y Apellido	Edad	Género	Ocupación
1	Hilda Funes	67	Femenino	Ama de Casa
2	Eddy Falcón	64	Masculino	Jubilado
3	René Mendoza	69	Masculino	Jubilado
4	Roger Martello	69	Masculino	Pensionado
5	Miriam Galindo	67	Femenino	Jubilado
6	Jesús Rendón	60	Masculino	Trabajo independiente
7	Roger Morales	50	Masculino	Empleado público

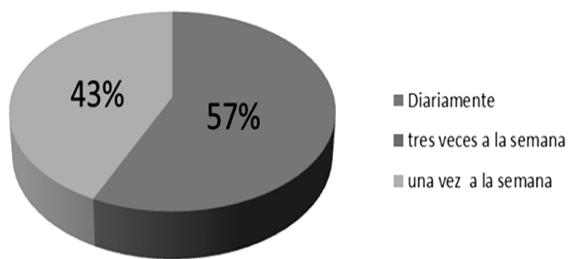
El conuco se caracteriza por la siembra de una amplia variedad de rubros alimenticios, destacando hortalizas, frutales, raíces, tubérculos, auyamas, pepinos y plantas medicinales. Esta riqueza de especies tradicionales, ya señalada por Ortiz y Vera (2001), permite el auto sustento familiar, diversifica la alimentación y representa un importante apoyo económico, especialmente ante la actual crisis económica y el elevado costo de los alimentos.

Como se observa en la Figura 2, el motivo principal para el establecimiento de las unidades de producción urbana en la zona es el acceso a alimentos sanos (24%) y en el mismo grado de importancia el factor salud (24%), lo cual indica que se valora el acceso a alimentos sanos, libre de agroquímicos y se conoce el origen de lo que se come y un factor también muy importante son las razones económicas (21%) o el ahorro familiar a la hora de adquirir los alimentos en el mercado. Estos resultados concuerdan con Ruiz, (2018), quien indica que los enfoques y los objetivos con los que se establece cada huerto son muy variados. El acceso a alimentos saludables y plantas medicinales sigue siendo el principal fin de estas prácticas.



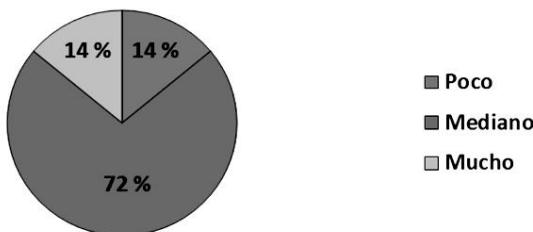
**Figura 2.** Razones para cultivar el conuco.

El consumo de productos del conuco es frecuente en los hogares encuestados: un 57% los consume diariamente y un 43% semanalmente. Esto evidencia su presencia habitual en la dieta de las familias conuqueras, quienes encuentran las plantas alimenticias directamente en sus huertos, lo que facilita su consumo regular (Barrero, 2009; Estrada y Escobar, 2020) (Figura 3).



**Figura 3.** Frecuencia de consumo de productos del conuco.

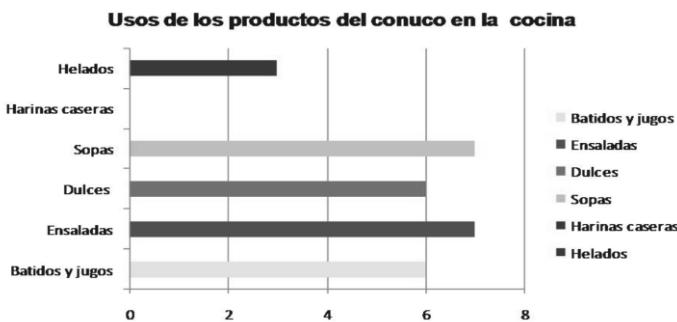
La contribución del conuco a la alimentación familiar de los conuqueros es significativa, cubriendo un 72% de sus necesidades. Este resultado sugiere una dependencia parcial del mercado para ciertos vegetales no cultivados localmente. No obstante, este 72% representa un aporte importante al complementar la dieta, diversificarla y facilitar el acceso a vegetales costosos en el mercado actual (García *y col.*, 2019) (Figura 4).



**Figura 4.** Contribución del conuco en las necesidades alimentarias de las familias.

La producción del conuco para los encuestados se utiliza íntegramente para el autoconsumo. Aunque algunos excedentes se obsequian o se intercambian entre conuqueros, la venta no es una práctica común, lo que contrasta con los hallazgos de Vásquez Moreno (2010), quien señala el potencial de la agricultura urbana como fuente de ingresos complementaria.

La Figura 5 muestra que las ensaladas y sopas son las preparaciones culinarias más comunes para los rubros del conuco, seguidas por batidos y jugos. Para potenciar la agrobiodiversidad, es fundamental capacitar a los productores en la diversificación de sus cultivos y en la elaboración de una gama más amplia de platos (Amaya, 2018).



**Figura 5.** Usos de la producción del conuco en la cocina.

## CONCLUSIONES

Esta investigación nos enseña la importancia de los espacios de agricultura urbana. No estamos hablando de los típicos huertos sino de la emergencia de conucos, que son agroecosistemas de asociación de cultivos donde se promueven interacciones ecológicas benéficas entre un cereal, una cucurbitácea y una leguminosa, similar a la milpa mesoamericana o

la chacra del sur de América. En este caso aparecen otras asociaciones con raíces, musáceas, plantas medicinales, aromáticas, entre otros y que sostienen parte de la dieta familiar. Y de este modo, empiezan a ocupar espacio en los patios y áreas verdes comunes, alrededor de un parque nacional, considerado una zona vulnerable. Dichos espacios surgieron como una forma de subsistencia adoptada por los residentes de la comunidad urbana con afinidad por la agricultura, motivados por la crisis alimentaria que experimentó el país a partir del año 2014.

La agricultura urbana del sector El Paseo alberga una significativa agrobiodiversidad, con unas 100 especies inventariadas entre los meses de agosto y octubre del año 2023, clasificadas en 52 familias botánicas. Este inventario incluye una amplia gama de cultivos como frutales, tubérculos, cereales, granos, hortalizas y oleaginosas, así como cultivos tradicionales como café y cacao, además de especies medicinales, condimentos, ornamentales, forestales y arvenses. El inventario de especies vegetales (cultivadas y silvestres) y el Índice de Agrobiodiversidad (IDA) presentados en este estudio ofrecen información estratégica valiosa para la recuperación de espacios ociosos y áreas protegidas, el rescate de especies vegetales y cultura alimentaria, y la valorización de los servicios ecosistémicos de la agrobiodiversidad.

Los conuqueros activos en la comunidad son, en su mayoría, personas de más de 50 años, muchos de ellos jubilados o pensionados, con una participación juvenil familiar limitada. Esta situación subraya la necesidad de integrar a los jóvenes en estas actividades, tanto en el aprendizaje como en la práctica de la conservación de la agrobiodiversidad, aprovechando la experiencia de los mayores.

El conuco no solo suple parcialmente las necesidades alimentarias básicas, fortaleciendo la soberanía agroalimentaria de los conuqueros con productos saludables y asequibles, sino que también ofreció un espacio terapéutico físico y mental durante el confinamiento de la pandemia. Las actividades agrícolas y la interacción social y natural resultaron beneficiosas para su bienestar.

En definitiva, la agrobiodiversidad vegetal en este agroecosistema urbano resulta ser esencial por su impacto en múltiples dimensiones. Productivamente, asegura una alimentación saludable y variada; ecológicamente, contribuye a la conservación del Parque Nacional Henri Pittier, manteniendo los espacios verdes en la ciudad; económicamente, representa un alivio ante los altos costos de los alimentos; y socioculturalmente, fomenta el diálogo de saberes, el aprendizaje comunitario, el rescate de prácticas ancestrales como la conservación e intercambio de semillas, y las valiosas interacciones que florecen en el conuco.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su profundo agradecimiento al Instituto de Ciencia y Tecnología -IDECYT- y su programa de Maestría en Agroecología de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, institución que ha proporcionado el marco para la ejecución de la presente investigación. Se extiende un reconocimiento especial a la Dra. Iselen Trujillo por su generosa colaboración, su disposición a compartir su vasto conocimiento y experiencia, y por el apoyo afectuoso brindado a lo largo de este trabajo de investigación. Queremos agradecer de corazón a la comunidad de conuqueros del sector El Paseo: Colectivo La Ceiba y El Samán, y Colectivo Konucos "El Sendero", por compartir su sabiduría sobre el conuco. Un agradecimiento especial a Hilda Funes, Rafael Linares, René Mendoza, Eddy Falcón, Miriam Galindo, Lorena Marquina y Jesús Rendón por sus invalables aportes.

## LITERATURA CITADA

- Albán, R., M. Arteaga y F.F. Herrera. 2017. La agricultura urbana en Caracas: diagnóstico de los espacios agroproductivos desde una perspectiva socioecológica. Cuadernos de Desarrollo Rural 14(80):1-19.
- Amaya G., J.C. 2018. Agricultura urbana en Medellín. Experiencias y contribuciones de los proyectos: Huertas para el abastecimiento de alimentos y Fundación Palomá a la Seguridad Alimentaria. Medellín, Colombia. Pp. 33-37.
- Barrero, A.M. 2009. Estudio etnobotánico de las huertas familiares en el municipio de San Francisco de Sales, Cundinamarca. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/11880>.
- Bergel, S. 2018. La agrobiodiversidad como tema bioético. Alegatos, revista científica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México 96. 351 p.
- Bhat, K., F. Bracho y C. Freites. 2014. La vuelta al conuco. Producción naturista para un mundo en crisis. 3era edición. Ediciones vivir mejor. Caracas, Venezuela. pp. 90-201.
- Bravo, M., M.I. Arteaga y F.F. Herrera. 2017. Bioinventario de especies subutilizadas comestibles y medicinales en el norte de Venezuela. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 16(4):347-360.
- Camargo, E. 2021. Los retos de la agricultura en Venezuela. Revista del observatorio de ecología política de Venezuela. Recuperado de: <https://www.ecopoliticavenezuela.org/2021/09/09/los-retos-de-la-agricultura-en-venezuela/>
- Carmona, J., R. Gil, R. y M. Rodríguez. 2008. Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de 26 hierbas comunes que crecen en la ciudad de Mérida-Venezuela. *Boletín Antropológico* 26(73):113-129.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela [C.R.B.V]. (1999). Caracas: Imprenta Nacional de Venezuela.
- De la Rosa, L. y J. Fajardo. 2016. La agrobiodiversidad como elemento de la seguridad alimentaria y ambiental. *Arbor* 192 (779).
- Estrada, M., M.E. y D.C. Escobar S. 2020. Desarrollo de huertos familiares por los adultos mayores guaberos de la provincia El Oro, Ecuador. *Cooperativismo y Desarrollo* 8(2):349-361.
- FAO. 1996. Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: plan de acción mundial e informe sobre el estado

- de los recursos fitogenéticos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia.
- FAO. 2019. El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo. Resumen. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Disponible en:<https://openknowledge.fao.org/>.
- Flores-Hernández, L.A., R. Lobato-Ortiz, J.J. García-Zavala, J.D. Molina-Galán, D.M. Sargerman-Jarquin y M.J. Velazco-Alvarado. 2017. Parientes silvestres del tomate como fuente de germoplasma para el mejoramiento genético de la especie. *Fitotec. Mex.* 40(1).
- García F., J.C., Gutiérrez C., J. G. y M.R. Araújo S. M.R. 2019. Factores sociales explicativos de la riqueza vegetal en huertos familiares: Análisis de una estrategia de vida. *Sociedad y Ambiente* 19:241-264.
- Gliessman, S.R. 2020. Transforming food and agriculture systems with agroecology. *Agriculture and Human Values* 37:547-548.
- Gravina H., B.A. y Á. Leyva G. 2012. Utilización de nuevos índices para evaluar la sostenibilidad de un agroecosistema en la República Bolivariana de Venezuela. *Cultivos Tropicales* 33(3):15-22.
- Hernández, L. 2006. La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos tropicales* 27(2):13-25.
- Herrera, F.F. y O.E. Domené-Painenao. 2022. Agroecologías insurgentes en Venezuela Territorios, luchas y pedagogías en revolución. Venezuela: Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología. 294 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2012. Informe geo ambiental, estado Aragua, municipio Mario Briceño Iragorry. República Bolivariana de Venezuela. Instituto Nacional de Estadísticas. 97pp.
- Ley de Gestión de Diversidad Biológica (LGDB). 2008. República Bolivariana de Venezuela, Asamblea Nacional. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº. 39.070.
- Leyva, A. y A. Lores. 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad. *Agroecología* 7:109-115. En: Sánchez, I., Funes, F., & Cevallos, Á. (Enero-Junio de 2018). Aplicación del índice de agrobiodiversidad en el Ecuador. Sathiti: sembrador, 13(1):247-256.
- Martínez, G., E. Delgado, D. Rodríguez, J. Hernández y R. Del Valle. 2008. Breve análisis sobre la producción de Musáceas en Venezuela. *Producción Agropecuaria*, 1(1): 24- 29. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Venezuela.
- Monroy, K.M. 2016. Agricultura urbana como alternativa de seguridad alimentaria y nutricional: familias de la UPZ Marruecos, localidad Rafael Uribe, Uribe, Bogotá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/20398>.
- Ortiz, R. y C. Vera. 2001. Estudio de la biodiversidad en huertos agrícolas urbanos de dos municipios de ciudad de la habana. Caracterización de las accesiones del género vigna. *Cultivos Tropicales* 22(4):17-24.
- Pittier, H. 1978. Manual de Plantas Usuales de Venezuela. Fundación Eugenio Mendoza. Caracas - Venezuela. 617 p.
- Quevedo, M. y H. Laurentin. 2020. Caracterización fenotípica de tres cultivares de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) venezolano. *Agronomía Mesoamericana* 31(3):729-741.
- Quiroz, C., T. Pérez de Fernández, D. Rodríguez, J. Infante y J. Gámez. 2001. Inventario de la diversidad de especies en huertos familiares (conucos) y sus usos como parte de un estudio de diversidad en valles altos del estado Trujillo, Venezuela La gestión de la biodiversidad: áreas protegidas y áreas vulnerables. IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable.

- Quiroz G., A.I., F. Pierre C., Z. Peña y B. León. 2009. Los sistemas de subsistencia: conucos en las zonas cafetaleras de Venezuela. Diversidad de la agricultura. *LEISA revista de Agroecología* 25(1):21-23.
- República Bolivariana de Venezuela. Presidencia de la República. 2007. Plan Nacional Simón Bolívar. Primer Plan Socialista (PPS). Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013. Recuperado de: <http://www.mppp.gob.ve/wp-content/uploads/2013/09/Plan-de-la-Nación-2007-2013.pdf>
- Reyes B., A. y M.C. Álvarez Á. 2017. Agrobiodiversidad, manejo del huerto familiar y contribución a la seguridad alimentaria. *Agro Productividad* 10(7):58-63.
- Rivas P., G.G. y H. Ruiz S. 2023. Huertos familiares: Una estrategia para contribuir a la seguridad alimentaria. Ediciones de la Fundación Interamericana (IAF) y Fundación Vivamos Mejor. Primera edición. San José Costa Rica. 170 p.
- Ruiz, D.M. 2018. Huertas comunitarias: ¿oportunidad para la conservación de la biodiversidad urbana? Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/38793>. 90p.
- Sánchez, I. 2014. Agrobiodiversidad y soberanía alimentaria en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, Ecuador. Tesis para obtener el título en Maestría en Agroecología tropical andina. 193 p.
- Sánchez, I., F. Funes y Á. Cevallos. 2018. Aplicación del índice de agrobiodiversidad en el Ecuador. *Sathiti: sembrador* 13(1):247-256
- Schnee, L. 1984. Plantas comunes de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela. 971 p.
- Vásquez M., L. 2010. La agricultura urbana como elemento promotor de la sustentabilidad urbana. Situación actual y potencial en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Tesis para obtener el grado de Maestra en Administración Integral del Ambiente Tijuana, B. C., México. El Colegio de la Frontera Norte. 157 p.

**Anexo 1.** Formato de consentimiento fundamentado previo



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL SIMÓN RODRÍGUEZ  
INSTITUTO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS  
POSTGRADO DE AGROECOLOGÍA



***Maestría en Agroecología UNESR – INSTITUTO DE ESTUDIOS  
CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS (I.D.E.C.Y.T)***

***Maestrante: Wendy Y. Martínez G.***

**Consentimiento fundamentado previo**

El presente acuerdo de consentimiento previo con la comunidad de El Paseo, El Limón, Estado Aragua, relativo al trabajo denominado “Importancia de la agrobiodiversidad vegetal en la agricultura urbana de El Paseo, Estado Aragua, Venezuela”, que forma parte del trabajo de investigación de la maestría en Agroecología del Instituto de estudios científicos y tecnológicos de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez.

Tiene como base legal la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999 y la enmienda N° 1 del 2009, en los artículos 107, relacionado con la educación ambiental, artículo 127 de los derechos ambientales, artículo 128 que se refiere al desarrollo sustentable, el Capítulo IX del título III, 305 referido a la agricultura sustentable, y el 326 que se relaciona con la corresponsabilidad de la seguridad de la Nación cumpliendo con los principios de promoción y conservación ambiental. Así como lo competente, establecido en la Ley Orgánica del Ambiente del 2006, Ley de Gestión de la Diversidad Biológica del 2008, Ley del Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), Ley de Tierras y Desarrollo Agrario del 2001, Ley de Tierras Urbanas del 2009 y las leyes comunales pertinentes en este tema.

Este consentimiento tiene como objetivo desarrollar mecanismos efectivos para preservar los derechos de propiedad intelectual del conocimiento tradicional de la comunidad y la conservación de los ecosistemas.

Por consiguiente se plantea como aportes resultantes de la investigación a la comunidad de El Paseo presentarles, según un cronograma acordado:

- Informe de los avances de la investigación en el estudio de la agrobiodiversidad presente y las prácticas agroecológicas, que se utilizan en todos los espacios agroproductivos del sector.
- Informe de los resultados de la investigación como contribución al proyecto agroproductivo urbano que se pretende consolidar en esta comunidad.

Esperamos que la comunidad nos permita recabar datos e información para el trabajo de investigación sobre:

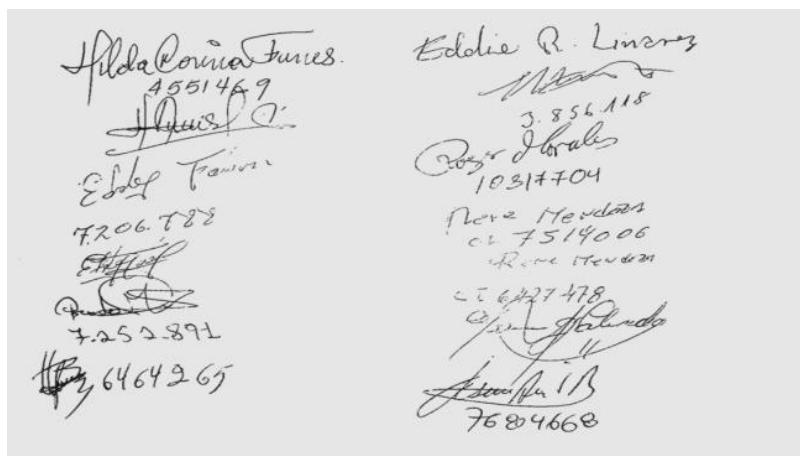
- Datos personales y de identidad de los agricultores que participan en la actividad.
- Datos socioeconómicos y principales problemas ambientales de su comunidad a través de la aplicación de encuestas a los agricultores.
- Datos para la realización de un mapeo social, económico y que implica recabar datos de las principales actividades económicas, productivas, educativas, culturales e institucionales presentes en el sector El Paseo.
- Datos y mediciones para realizar el mapa de ubicación del área de estudio.
- Hacer fotografías y videos de los (as) agricultores (as), especies vegetales y de las actividades agroproductivas que se realizan en el área de estudio.

Firman el presente acuerdo:

**Ing. Wendy Martínez**

Estudiante de Maestría en Agroecología,  
Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez,  
IDECYT.

Y los representantes voceros (as) del Consejo Comunal Paseo Casas, Consejo Comunal Paseo Bloques, Colectivo Agrourbano La Ceiba y El Samán, agricultores, organizaciones y representantes de otras organizaciones sociales de la comuna que quieran participar y avalar esta actividad.



**Anexo 2.** Formato de encuesta de impacto del conuco en la alimentación de las familias.

**ENCUESTA  
CONUCO URBANO**

La presente encuesta tiene como objetivo conocer el aporte del conuco a la alimentación de las familias de los conuqueros del sector El Paseo. Nos permitirá estudiar el impacto del conuco en casa, en sus hábitos alimenticios.

**Nombre y Apellido:** \_\_\_\_\_

**1). Edad:** \_\_\_\_\_

**2). Ocupación:** Empleado \_\_\_\_\_ Jubilado \_\_\_\_\_ Ama de Casa \_\_\_\_\_

**3). Lugar donde siembra:** Conucos comunitarios \_\_\_\_ Áreas comunes de los edificios \_\_\_\_ En la casa \_\_\_\_

**4) ¿Qué siembra en el conuco?**

Hortalizas \_\_\_\_ Frutales \_\_\_\_ Granos leguminosos \_\_\_\_ Cereales \_\_\_\_ Raíces y tubérculos \_\_\_\_ Auyamas o pepinos \_\_\_\_ Oleaginosas \_\_\_\_ Cultivos tropicales (café, cacao, caña de Azúcar) \_\_\_\_ Medicinales \_\_\_\_ Condimentos \_\_\_\_ Forestales \_\_\_\_ Ornamentales \_\_\_\_

**5) ¿Qué razones te llevaron a sembrar el conuco?**

Razones económicas \_\_\_\_ Acceso a alimentos sanos \_\_\_\_ Salud \_\_\_\_ Entretenimiento \_\_\_\_ Otras: \_\_\_\_ Especifique ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**6) ¿Cuál es la frecuencia de consumo de productos del conuco?**

Diariamente \_\_\_\_ Tres veces a la semana \_\_\_\_ Una vez a la semana \_\_\_\_

**7) Los productos del conuco ayudan a suplir sus necesidades alimentarias:**

Poco: \_\_\_\_ Medianamente: \_\_\_\_ Mucho: \_\_\_\_  
(Poco: 0-25% Medianamente: 25-50% Mucho: Más del 50%)

**8). Los alimentos producidos en el conuco los destina a:**

Autoconsumo: \_\_\_\_ Intercambio: \_\_\_\_ Venta de excedentes: \_\_\_\_  
Regalar: \_\_\_\_

**9) ¿A cuál tipo de preparaciones incorpora los productos del conuco?**

Batidos o jugos: \_\_\_\_ Ensaladas: \_\_\_\_ Dulces o repostería: \_\_\_\_ Sopas: \_\_\_\_  
Harinas caseras: \_\_\_\_ Helados: \_\_\_\_.

## EL ACOMPAÑAMIENTO DE PROCESOS DE RECONVERSIÓN ECOLÓGICA

*Maria Elena Morros*

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara, Barquisimeto, Venezuela.  
[mariaemorros@gmail.com](mailto:mariaemorros@gmail.com)

### RESUMEN

Hablar sobre Agroecología es reflexionar sobre una Agricultura pensada para emular los ciclos naturales, buscando el equilibrio de los agroecosistemas. Es partir de la premisa de satisfacer las necesidades presentes, cuidando e incluso mejorando los recursos naturales. En este sentido, emprender cambios en los entornos productivos convencionales hacia una agricultura ecológica, es una tarea compleja que requiere de la reflexión de nuestro papel como técnicos y del fortalecimiento teórico y metodológico para asumir el rol de acompañantes, que nos permita el trabajo articulado y sinérgico con las comunidades rurales. El propósito de este artículo es motivar la reflexión en estos temas a partir de las experiencias vividas en un proceso de reconversión ecológica. Llamo la atención del lector a hacer énfasis en los principios orientadores e ir ajustando los mismos a los entornos particulares.

**Palabras clave:** agroecología, reconversión, acompañamiento, participación.

### Support for Ecological Conversion Processes

#### ABSTRACT

Talking about agroecology means reflecting on an agriculture designed to emulate natural cycles, seeking the balance of agroecosystems. It starts from the premise of satisfying present needs while caring for and even improving natural resources. In this sense, undertaking changes in conventional production environments toward ecological agriculture is a complex task that requires reflection on our role as technicians and the strengthening of our theoretical and methodological foundations to assume the role of facilitators, enabling us to work collaboratively and synergistically with rural communities. The purpose of this article is to encourage reflection on these topics based on experiences gained in an ecological conversion process. I urge the reader to emphasize the guiding principles and adapt them to specific contexts.

**Keywords:** agroecology, conversion, facilitation, participation.

### UN CAMINO DE REFLEXIÓN Y ACCIÓN

La decisión de transitar de un sistema convencional de producción agrícola a un sistema agroecológico, debe ser considerado como un proceso complejo y paulatino de cambios que se van dando tratando de emular los ciclos naturales y el equilibrio existente en la naturaleza. La agroecología es vista como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar y manejar agro ecosistemas para que sean productivos y conservadores del recurso natural, y que también sean culturalmente sensibles, socialmente justos y económicamente viables (Altieri, 1999).

Su puesta en práctica implica una nueva forma de relación en la que los técnicos abandonan la posición dominante para establecer una relación horizontal con los actores locales, prevaleciendo la toma de decisiones

compartidas. Esa interacción parte de reconocer el gran valor del conocimiento tradicional y respetar su relación con la naturaleza y formas de vida (Morros, 2020).

Por lo tanto, su transitar demanda del reconocimiento de los saberes tradicionales, la articulación y complementación con nuevas tecnologías, el uso de la biodiversidad y la creación de sinergias que buscan recuperar el equilibrio de los ecosistemas.

Pretendo a través del artículo ir dando ejemplos de experiencias vividas que permitan aterrizar con más claridad los planteamientos. Debo insistir en el hecho que no se trata de seguir recetas o paquetes tecnológicos, sino de profundizar en los principios orientadores e ir ajustando los procesos a cada contexto. Los animo a ser muy reflexivos, tener amplitud de pensamiento y comprobar las bondades de estos enfoques.

## **EL PAPEL DE LOS TÉCNICOS. EXTENSIONISTAS VS TÉCNICOS ACOMPAÑANTES DE PROCESOS**

Inicio este artículo tratando de explicar la diferencia entre la postura de un técnico que actúa como extensionista, a la de otro que lo hace desde una visión de acompañante de un proceso de innovación o de cambio sostenible en la manera de hacer las cosas.

La extensión, de manera convencional, se plantea como la labor que el técnico realiza para enseñar y capacitar a las comunidades rurales sobre asuntos relacionados con temas agrícolas, dónde el énfasis ha sido la comunicación de información para producir e incrementar la productividad y la rentabilidad. Es una tarea de responsabilidad del técnico llevar información a los productores, sobre temas desarrollados en el ámbito de la investigación, con el propósito de elevar su productividad, incrementar sus ingresos y mejorar su calidad de vida. En este sentido, se dirigen esfuerzos para capacitar a los técnicos con metodologías y técnicas de extensión consideradas necesarias, para propiciar la transferencia y adopción de las nuevas tecnologías por parte de los productores.

Estos enfoques de extensión, en su mayoría, son considerados de una sola vía, es decir, la comunicación va del investigador al técnico y de éste al productor y por lo general, la planificación de los temas y actividades también son responsabilidad del técnico. En estos enfoques se supone que una vez que se transfiera la información al productor, éste la adopta. En una oportunidad un gerente de investigación señalaba que, si los productores utilizaran los paquetes tecnológicos, y los aplicaran de la A a la Z, aumentarían enormemente su producción. Esta aseveración está muy alejada de la realidad al desconocer las diferencias agroecológicas y socioeconómicas de cada región. No existe un paquete tecnológico talla única, lo que debe promoverse es el desarrollo de referenciales tecnológicos ajustados a las necesidades particulares de cada contexto.

El papel de técnico acompañante de procesos de innovación rural, como su nombre lo indica, es de apoyo y acompañamiento a los productores y a otros actores comunitarios, buscando respuestas, juntos, a las situaciones planteadas y sentidas como prioritarias por parte de la comunidad. La formación de este técnico no solo abarca temas agrícolas, sino que es una formación más amplia que aborda temas sociales y ambientales relacionados con la organización, manejo de conflictos, trabajo de equipo, participación, enfoque sistémico, entre otros. Su propósito es fortalecer capacidades en las comunidades rurales para buscar respuestas, de manera autogestionaria, a sus necesidades. Partiendo de una visión colectiva y sistemática de su propio desarrollo.

En este sentido, tuve la oportunidad de compartir con un proyecto cuyo propósito fue mejorar la nutrición de los niños en un sector de la zona cafetalera del estado Lara, en ese momento en la región se registraron altos niveles de desnutrición y a la vez dependencia exclusiva de la producción de café, lo cual aseguraba ingresos suficientes durante 3-4 meses del año y el resto mostraba déficit. El proyecto era coordinado por un médico el cual decidió abordar el problema de una manera integral, incorporando al equipo agrónomos, extensionistas, veterinarios y biólogos.

Al inicio algunos profesionales no entendían cuál era su responsabilidad pues creían que era un problema de salud pública y no identificaban sus tareas. El coordinador, junto con el equipo técnico y miembros de la comunidad, comenzaron a identificar estrategias que les permitiera producir las proteínas necesarias y requeridas por la población infantil y que a la vez representara una alternativa de diversificación al rubro café en la zona. Es así como iniciaron la producción de peces en lagunas, actividad que requirió de un proceso de investigación, ajuste tecnológico y validación participativa. La producción de peces fue posible en una comunidad que no tenía experiencia en el rubro, y en un contexto dónde no se tenía experiencia en la producción de cachama; en paralelo hizo falta el fortalecimiento organizativo que asegurara que un porcentaje de la producción fuese dirigido a los comedores escolares, así como enseñar a preparar diversas recetas y métodos de conservación de la proteína.

Fue de vital importancia la participación del biólogo experto en peces. La investigación y ajuste tecnológico en fincas, con la participación activa de los propios agricultores, permitió la validación y el escalamiento de la innovación. Conversando con el especialista en peces, éste insistía que el papel del investigador debía centrarse en su laboratorio y que es a través del extensionista que se llega al productor. Mis preguntas tratando de lograr su reflexión eran las siguientes: ¿Esta experiencia ha sido igual a otras donde él hubiese estado involucrado? ¿En qué se diferenciaba? ¿Cuáles fueron los factores que garantizaron la innovación? ¿Cuáles riesgos enfrentaría la sostenibilidad del proyecto?

De estas reflexiones debo destacar lo siguiente: el hecho de partir de una realidad muy dura que les afectaba a todos, como lo fue el poder constatar el nivel de desnutrición de los niños de la comunidad, hacia imposible, que juntos, profesionales, productores y miembros de la comunidad, buscaran una solución; el papel del médico fue fundamental, su sensibilidad y visión integral del problema, le hizo manejar una estrategia que les permitió producir en la región una fuente de proteína de calidad y a la vez representó una alternativa de diversificación; el trabajo de equipo multidisciplinario, diversas disciplinas aportando soluciones y trabajando coordinadamente potenció los resultados; la participación activa de los productores y miembros de la comunidad en todas las fases del proceso y la toma de decisiones conjunta permitió que la comunidad se sintiera corresponsable del proyecto; el ajuste tecnológico basado en la realidad del contexto, la validación y el escalamiento, permitió producir comercialmente cachamas a una altura donde anteriormente no se tenía experiencia; la organización y formación como eje transversal del proceso garantizaron la toma de decisiones autónomas por parte de la comunidad. Todos estos elementos garantizaron la producción de peces en la región y aseguró el consumo de proteína dos veces a la semana en los comedores escolares.

Lamentablemente este proyecto se enfrentó a situaciones legales ambientales, por tratarse de una zona de ordenamiento especial que restringía la construcción de lagunas. Se lograron grandes avances desde el punto de vista tecnológico y social, sin embargo, la falta de sustentabilidad del proyecto la determinó el componente ambiental.

Otro aspecto que debe llamar a la reflexión es el aislamiento de los investigadores en sus laboratorios y la poca relación de éstos con los productores y las comunidades rurales; este ha sido un aspecto que siempre se ha cuestionado y sobre el cual hay opiniones muy contrastantes. En este sentido siempre sentí la necesidad de acercar el proceso de investigación a las comunidades e involucrar a los actores rurales al mismo.

En una oportunidad cuándo se impartía un taller sobre investigación participativa, asistió un equipo de investigadores del área biotecnológica. Como parte del taller se realizó un diagnóstico participativo en una comunidad de productores de piña en el estado Lara. Los participantes, utilizando herramientas sencillas y prácticas, junto con los miembros de la comunidad, lograron profundizar en la problemática del sistema de producción de piña, destacando, entre otros aspectos, la falta de semilla de calidad. Era un tema que podía ser abordado por el equipo de biotecnología y de este acercamiento se estableció una alianza para proveer a la comunidad de semilla básica. Un proceso de esta naturaleza requiere también del fortalecimiento de capacidades, de miembros de la comunidad, para multiplicar la semilla básica que será entregada por el sector de investigación y poder asegurar la cantidad y calidad de semilla requerida

por los productores de la zona, de allí la importancia de los técnicos acompañantes aportando información técnica y apoyando la organización y el trabajo comunitario.

## **INICIO DE LOS PROCESOS DE INTERACCIÓN COMUNITARIA. DESARROLLANDO EMPATÍA**

Dedicar un tiempo para interactuar con las comunidades, conocerse mutuamente y generar confianza, es muy importante y lo normal es que esta etapa no sea considerada al momento de formular los proyectos. Invertir un tiempo para interactuar con las comunidades, conocer su forma de producción, profundizar en sus organizaciones, conocer sus expectativas y aspiraciones, puede ser una de las claves de éxito. Durante esta etapa es muy importante aplicar la recomendación de aprender a escuchar, entender la lógica detrás de las prácticas utilizadas por los productores, y los técnicos a su vez deben dar a conocer su misión, sus objetivos y potencialidades. Es útil en esta etapa ofrecer algunas actividades motivadoras de interés comunitario, como talleres de su interés, recorridos en la comunidad, proyección y discusión de videos, visitas guiadas, entre otras. Resulta fundamental en esta etapa precisar si existe coincidencia entre el propósito de las comunidades y el de las instituciones.

En este sentido, cuándo el equipo de INIA Lara, del cual formaba parte, inició la interacción con la Cooperativa La Alianza, existía un interés manifiesto de la comunidad de comenzar a transitar un proceso de reconversión ecológica. Su motivación, o mejor dicho su temor, se debía a que profesionales de una universidad de la región, les habían realizado una prueba de colinesterasa para identificar rastros de plaguicidas en sangre y los resultados fueron alarmantes, ya que, hasta las amas de casa, que no tenían relación directa con la aplicación de plaguicidas, registraron niveles altos. En el caso de la institución, ésta quería desarrollar una experiencia agroecológica en sistemas de producción hortícolas de las zonas altas, coincidiendo con el propósito de la comunidad.

Cuando inició la interacción el INIA decidió colocar una valla donde se informada del proyecto conjunto que se iba a realizar. Con sorpresa, a la semana siguiente, pudimos constatar que la valla había sido retirada por la cooperativa. Comprendimos que hacia falta fortalecer la relación para contar con credibilidad. Al pasar el tiempo, el respeto, la responsabilidad, el compromiso con las actividades y la empatía entre los participantes, fue fortaleciendo la credibilidad en la institución y el trabajo en equipo.

## **EL DIAGNÓSTICO CÓMO ORIENTADOR DE LA ACCIÓN**

Cuando iniciamos en la institución INIA Lara a realizar diagnósticos comunitarios, eran formatos muy complejos, basados en encuestas larguísimas y seguimientos que arrojaban una cantidad enorme de

información, eran metodologías duras y complejas, que en la mayoría de veces llevaban tanto tiempo y esfuerzo que dificultaba el análisis e inicio de actividades. Posteriormente nos acercamos a la investigación participativa, la cual supone el uso de herramientas sencillas, didácticas e interactivas para levantar la información comunitaria necesaria para identificar y priorizar las demandas. Estos diagnósticos realizados en dos y tres días de interacción con las comunidades, arrojaban resultados muy útiles para iniciar las acciones (Selener *y col.*, 1999).

Posteriormente comenzamos a utilizar la planificación estratégica participativa, juntos, comenzamos a construir la visión de desarrollo colectiva de la comunidad. ¿dónde estamos? y ¿dónde queremos llegar? ¿y para alcanzar lo que queremos, qué debemos hacer a corto, mediano y largo plazo? Estas metodologías nos permitieron establecer proyectos comunitarios que nacieron del sentir de los participantes, los cuáles se los apropiaron desde la fase de diagnóstico. Durante los diagnósticos participativos, algo que nos sorprendió eran las prioridades establecidas por las mujeres y los hombres. Las mujeres priorizaban las actividades relacionadas con la seguridad alimentaria y los hombres con las actividades económicas. Un aspecto que llamó la atención fue que la mayoría de los jóvenes no se veían, en un futuro, haciendo vida en la comunidad. Esto nos permitió tener una visión más amplia de las actividades requeridas por género (Fundación CIARA, 2014).

## **LA FORMACIÓN DETERMINANTE DE LA AUTOGESTIÓN Y CLAVE PARA LA SOSTENIBILIDAD**

El fortalecimiento de capacidades comunitarias requiere de estrategias metodológicas que garanticen la autogestión y la sostenibilidad del proceso de reconversión agroecológica. En este sentido, a mi juicio, resulta aleccionador destacar la experiencia de las escuelas de campo desarrollada por el INIA con comunidades rurales hortícolas en Sanare estado Lara (LEISA, 2003). Los principios orientadores fueron los siguientes: realización de investigación participativa en fincas de los productores; entendimiento de la lógica de las prácticas utilizadas por los productores; utilización de estrategias pedagógicas que conlleven a descubrir el conocimiento y aprender haciendo; consideración permanente de la reflexión y la acción.

El proceso se desarrolló durante el ciclo de siembra de hortalizas de la asociación de productores, llevando registro detallado de las prácticas utilizadas. Una de las cosas detectadas, por ejemplo, fue que los productores, para evitar resistencia a los plaguicidas, alternaban diversos fungicidas para el control de enfermedades, sin embargo, se trataba de diferentes nombres comerciales, pero del mismo ingrediente activo; estas situaciones eran analizadas juntos con los productores, favoreciendo su reflexión. Otra de las actividades fue el trabajo de los ciclos de vida de los insectos plagas, para esta tarea los productores trabajaron con lupas

estereoscópicas, criaron los insectos utilizando cámaras húmedas, registraron las observaciones, identificando cada una de las fases y descubriendo la importancia de cada una de ellas, así como las estrategias a seguir para su control.

Así mismo, se aplicaron diversos tratamientos para el control de plagas en los lotes de producción y se realizaron evaluaciones participativas para conocer la opinión de los agricultores sobre cada uno de ellos. Conociendo sus criterios de aceptación o rechazo y sus prioridades al momento de tomar decisiones sobre los mejores tratamientos.

Para el manejo de la fertilidad de los suelos se trabajó con la metodología conocida como *La Feria del Suelo*, la cual consiste en utilizar mesas de trabajo para informar sobre cada uno de los parámetros de suelo: pH, materia orgánica, textura, estructura, biología de suelo, entre otros. Los productores llevaban un bloque de suelo de sus lotes y de una manera práctica, en cada mesa, iban compartiendo información de cada parámetro y registrando su evaluación particular. Al final cada participante contaba con información detallada de cada parámetro del suelo y el análisis particular de su lote. Durante todo el proceso se motivó el análisis y la reflexión por parte de los productores. Lo detallado formó parte de diversas estrategias que garantizaron el fortalecimiento de capacidades de los productores para la toma de decisiones agroecológicas de sus sistemas de producción (Morros y col., 2004).

## **BUSCANDO RESPUESTA, JUNTOS, A LOS PROBLEMAS AGRÍCOLAS PRIORIZADOS**

En los procesos de reconversión agroecológica la fase de investigación puede ser abordada utilizando el enfoque de la investigación participativa y la propuesta metodológica de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) (LEISA, 2004). La investigación participativa plantea la inclusión activa de los productores en todo el proceso, el reconocimiento y valoración de sus conocimientos locales y la toma de decisiones conjunta (Braun y Hocyé, 1999). Los CIAL representan instancias locales de investigación que buscan fortalecer las capacidades de las comunidades rurales para la toma de decisiones y planteamiento de soluciones a los problemas agrícolas. El equipo de investigación se forma por agricultores elegidos por la comunidad por su interés en la investigación y sus aptitudes para la misma. La metodología CIAL busca desarrollar tecnologías agrícolas en el ámbito de la comunidad, con un enfoque altamente participativo y organizado. Se basa en la idea de que los pequeños productores rurales pueden conducir procesos de investigación, si cuentan con los espacios y herramientas básicos necesarios para identificar y ordenar sus prioridades, realizar comparaciones entre lo nuevo y lo que ya tienen, y establecer las formas y los mecanismos de comunicación local y externa para divulgar sus resultados (Morros y Salas, 2006).

Durante el desarrollo de los ensayos de investigación, la realización de las evaluaciones participativas, toman una gran importancia. Los agricultores evalúan los tratamientos y dan a conocer sus criterios y prioridades, permitiendo avanzar en la selección de los mejores tratamientos, los cuales continuarán en su proceso de validación hasta llegar a la fase de contar con parcelas semicomerciales o comerciales del tratamiento seleccionado. Es así como se trabajó con el mejoramiento genético participativo, cuyo propósito fue la selección y multiplicación de materiales genéticos de leguminosas de grano, con comunidades rurales de las zonas altas del estado Lara. Se partió con el desarrollo de ensayos de variedades de caraota, durante las dos épocas de siembra del cultivo en la región.

Durante el desarrollo de los ensayos se realizaban evaluaciones participativas durante las fases vegetativa, de cosecha, y también se realizaron evaluaciones culinarias. Estas evaluaciones arrojaban los criterios de evaluación utilizados por los productores y de acuerdo a sus preferencias se seleccionaban los mejores tratamientos, los cuales pasaban a la siguiente etapa de evaluación. Durante el proceso, los materiales que seguían siendo seleccionados por los productores, se comenzaban a multiplicar en parcelas destinadas para semilla. La idea era contar con semilla suficiente, una vez seleccionados los mejores materiales para la región (Morros y Pire, 2003).

Este trabajo también se realizó en el rubro papa, y vale la pena compartir la experiencia vivida durante una evaluación participativa. Al momento de la cosecha del ensayo, el productor iba dejando, sobre el camellón de siembra, un grupo de tubérculos. A la investigadora le causó curiosidad y le preguntó por qué hacía eso y el agricultor le comentó que a él le interesaba evaluar el tiempo de verdeo de los materiales (aumento del compuesto solanina, lo cual hace que los tubérculos se pongan verdes, tengan un sabor amargo y pueden ser dañinos), porque si el tubérculo se verdeaba muy rápido perdía valor comercial y no lo podía almacenar por mucho tiempo, lo cual era importante cuándo necesitaba guardar el producto esperando mejor precio. Es un ejemplo clave para entender la importancia de conocer los criterios de evaluación de los productores, los cuáles, en la mayoría de los casos, abarcan aspectos no considerados por los investigadores, de allí lo clave de complementar los criterios.

Por otra parte, el tema de producción de bioinsumos es un aspecto clave a considerar en los procesos de reconversión agroecológica. Necesitamos fortalecer las capacidades comunitarias tanto para producir, como para utilizar los insumos estratégicos que se necesitarán: biofertilizantes, compost, humus de lombriz, biocontroladores, semillas, entre otros. En nuestra experiencia fue algo abordado estratégicamente por las organizaciones comunitarias de la región. Un grupo tomó la decisión de trabajar con la producción de insectos benéficos: crisopa, trichogramma y semilla de caraota; otro grupo con humus de lombriz, extractos vegetales y micorrizas, y otra organización con la producción del bio fungicida Tricoderma. Cada grupo recibió formación relacionada con el manejo técnico y empresarial, para

manejar cada uno de los procesos innovadores en su comunidad y llevar adelante diversos ensayos para evaluar los beneficios de estos bioinsumos y dar a conocer sus bondades. La clave estuvo en el fortalecimiento y acompañamiento técnico.

## PENDIENTES DE LOS AVANCES Y DE LAS COSAS POR MEJORAR

El seguimiento es un aspecto fundamental en un proceso de reconversión agroecológico. Se trata de evaluar, en el tiempo, algunos indicadores de sostenibilidad establecidos al inicio del proceso y determinar los avances y dificultades. Se parte del análisis de los indicadores que a juicio del equipo sean los más importantes desde el punto de vista ambiental, social y económico, y en base a una escala de 1-10, dónde 1 es lo peor y 10 lo ideal, evaluar de manera colectiva cada uno de ellos. Preguntarse en cuál situación o valor está el indicador al inicio del proceso y cada cierto tiempo volver a evaluarlo para ver si ha mejorado o continúa existiendo algún problema. Este análisis nos permite tener claridad sobre los avances del proceso y dónde debemos corregir y mejorar. Es muy importante observar el equilibrio entre todos los planos. Estas metodologías participativas representan excelentes herramientas para los técnicos que acompañan procesos de reconversión agroecológica (Morros y Salas, 2005).

## LA IMPORTANCIA DE INTERCAMBIAR RESULTADOS

La fase de difusión abarca diversas alternativas y estrategias para dar a conocer la información generada durante el proceso de reconversión agroecológica. Intercambio entre agricultores, talleres, conversatorios, mesas técnicas, publicaciones, videos, asistencia a eventos, ferias locales, entre otros. Tomar la decisión de cuál estrategia utilizar dependerá del propósito y del público al que va dirigida la información. En nuestra experiencia el intercambio entre productores y las mesas técnicas tuvieron gran importancia para dar a conocer los avances y compartir entre los grupos. Particularmente quiero hacer referencia a los talleres sobre agroecología desarrollados y dictados por la Cooperativa La Alianza. Estos talleres fueron planificados, coordinados y dictados por los propios miembros de la organización y dirigidos a otros productores y técnicos a nivel nacional. Abordaban los temas de organización y trabajo cooperativo, la producción agroecológica, la producción y uso de bioinsumos, manejo de suelos, manejo y uso de la biodiversidad, comercialización, entre otros. Los técnicos que acompañamos el proceso los apoyamos en algunos temas, sin embargo, todo el taller estaba manejado por los propios productores.

Una experiencia que es importante destacar fue el encuentro de empresas rurales de base biotecnológica, desarrollado en Venezuela, en el marco de un proyecto de innovación rural en los países andinos. Fue una demostración de las capacidades de las organizaciones campesinas para emprender y desarrollar innovaciones relacionadas con la producción de insumos estratégicos,

utilizando tecnologías de punta: semillas, biofertilizantes, biocontroladores, biofungicidas, entre otros. De esta experiencia destacamos algunos principios fundamentales: el papel innovador de las organizaciones campesinas; la articulación entre los actores comunitarios y las instituciones públicas y privadas; el fortalecimiento de capacidades en aspectos técnicos, organizativos y empresariales; lo importante de la autogestión y la articulación en la gestión de proyectos.

Formar parte de este proyecto nos permitió compartir con otras experiencias latinoamericanas como es el caso de la Corporación PBA de Colombia, cuyo propósito es el fomento de procesos participativos de innovación, tendientes a lograr el desarrollo sostenible y pacífico de comunidades rurales y la preservación del medio ambiente. El principio fundamental del cual se basa su trabajo es que el desarrollo rural solo es posible con el concurso y liderazgo de las comunidades rurales y la mejor manera de fomentarlo es estimulando las competencias sociales e individuales de los productores y sus familias. Para ello promueven el fortalecimiento de capacidades, para que lideren sus propios procesos de innovación y sean actores influyentes en el desarrollo local (Corporación PBA, 2011)

## **LECCIONES APRENDIDAS**

Trabajar acompañando a organizaciones rurales en sus procesos de reconversión agroecológica nos ha dejado grandes lecciones, que bien podrían servir de motivación y orientación para otros grupos:

Todo debe iniciar con la formación y reflexión de los técnicos e instituciones sobre nuevos enfoques y aproximaciones metodológicas participativas que permitan un mejor acercamiento y acompañamiento comunitario.

Entender que el aspecto tecnológico es muy importante y que los técnicos deben fortalecer sus conocimientos en los temas de manejo agroecológico y abordaje participativo, pero también que eso es solo un componente, que hace falta manejar los aspectos sociales, ambientales y empresariales.

Comprender que las comunidades tienen sus expectativas y temores frente al cambio y muchas veces los procesos son complejos y lentos; en este sentido ser muy crítico en lo que estamos haciendo, cómo lo estamos haciendo y los resultados que estamos logrando. En muchos casos si seguimos haciendo las cosas iguales, lograremos los mismos resultados.

Tener claro que la participación no es un concepto vacío, de moda. Participación es actuar con total transparencia, siempre favoreciendo espacios para la reflexión, es saber escuchar, tratar de entender la lógica del otro, dar nuestra opinión como uno más del equipo y respetar las decisiones de la mayoría.

Aceptar que el principal papel de los técnicos debe ser insertarse y fortalecer el proyecto de las comunidades rurales; en estos territorios son muchos los actores que bien pueden llevar adelante acciones a favor de la agroecología. Lo que normalmente sucede es que el énfasis se coloca en los productores. Sin embargo, la experiencia nos ha demostrado el papel fundamental que pueden jugar los niños, los jóvenes, las amas de casa, maestros y ancianos en temas relacionados con la educación, organización, producción de insumos estratégicos, difusión de resultados, entre otros.

El abordaje de actividades de investigación en las propias fincas de los productores, con su participación en todas las fases del proceso facilita la adopción y acorta el tiempo para tener resultados confiables. Es tarea de equipo.

Dar a conocer los resultados a través de intercambios, visitas guiadas, talleres dirigidos por la propia comunidad, entre otras estrategias ayuda a la motivación de otros grupos e inicio de procesos agroecológicos.

## **REFLEXIÓN FINAL**

Como parte de un equipo de técnicos que acompañó, durante muchos años, a grupos organizados de pequeños productores a transitar procesos de reconversión ecológica, hoy reflexiono sobre lo vivido con la esperanza que las lecciones sirvan de orientación a otros profesionales. Desaprender lo aprendido, suena duro, pero es muy necesario. Fuimos educados para dirigir, para enseñar, para tomar decisiones, para tener respuesta a cualquier problema del agro, para liderar proyectos. *Sin embargo, la realidad nos enseñó que:* tenemos que insertarnos en los proyectos comunitarios como uno más del equipo y poner a servicio nuestras fortalezas, por más que nos cueste tenemos que traspasar el liderazgo a las comunidades y evitar a toda costa el paternalismo; el respeto, compromiso, solidaridad, responsabilidad deben ser los principios fundamentales de nuestro trabajo; debemos fortalecer nuestras capacidades para acompañar procesos participativos y que muchas veces tendremos que abordar conflictos o temas diferentes a los agrícolas, vitales en algunas situaciones; aprender a escuchar es clave en estos propósitos y mantener la sinergia con el otro; quienes tienen realmente un pensamiento sistémico son los productores, cuándo toman una decisión lo hacen pensando en una cantidad de variables, que difícilmente podrían ser todas consideradas por los técnicos; el respeto al otro al momento de tomar decisiones es fundamental, debemos esforzarnos por entender la lógica del productor, presentar nuestra opinión como la de otro más del equipo y que prevalezca siempre el poder del argumento frente al argumento del poder, con la seguridad de que juntos tomaremos la mejor decisión; el seguimiento y la reflexión permanente resultan clave en estos procesos, es la manera de identificar lo que se hizo correctamente y fortalecerlo e identificar los puntos débiles que tenemos que corregir. Durante estos años fueron un sin número los aciertos, pero también los errores, sin embargo, en este proceso, multiactores, sentimos mucha satisfacción con haber cumplido con la parte que nos correspondía. Hoy ya no estamos y el proceso de

desarrollo de las comunidades rurales continúa por una única razón, el proyecto era de las comunidades y los productores y otros actores locales cuentan con las fortalezas necesarias para seguir adelante.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Altieri M. A. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. ISBN (Nordan): 9974-42-052-0 D.L. 310.232/99
- Braun, A. y H. Hocdé. 1999. Investigación Participativa con el Agricultor en América Latina: Cuatro Casos. Memorias, trabajo con los agricultores: La clave para la adopción de Tecnologías Forrajeras. Filipinas: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Corporación PBA. 2011. *Manual del facilitador rural*. Métodos y herramientas para ayudar a grupos campesinos a conseguir sus metas. <https://corporacionpba.org>.
- Fundación de Capacitación e Innovación para Apoyar la Revolución (CIARA). 2014. Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para la Seguridad Alimentaria de las Zonas Semiáridas de los Estados Lara y Falcón-Tercera (PROSALAFÁ III). Venezuela: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola.
- LEISA. 2003. Escuelas de campo de agricultores (ECA). *Revista de Agroecología* 19 (1):1-84.
- Morros, M. 2020. Reflexiones acerca de experiencias de desarrollo rural en sistemas agrarios campesinos. En Bustillo y Gallardo (eds). *El camino del desarrollo rural sustentable. Experiencias, contribuciones y desafíos para construir un panorama alternativo*. p:97-116
- Morros, M. y J. Salas. 2006. Los CIAL: investigación participativa en Venezuela. LEISA. *Revista de Agroecología* 22(3):26-28
- Morros M. y J. Salas. 2005. Integración del conocimiento local en el seguimiento de indicadores de sostenibilidad en dos parcelas hortícolas de referencia de las zonas altas del estado Lara, Venezuela. *Rev. Desarrollo Rural* 12:49-66.
- Morros, M., A. Quiroz, A. J. Salas, J. Brito, D. Narváez, A. Parra A y O. Mendoza. 2004. El manejo de los suelos y aguas: una acción colectiva. *INIA Divulga* 3:34-40.
- Morros, M. y A. Pire. 2003. Evaluación participativa de materiales promisorios de vainita *Phaseolus vulgaris* L. en las zonas altas del estado Lara. *Rev. Fac. Agron.* 20(1):21-33.
- Selener, O., N. Andara y J. Carvajal. 1999. *Guía práctica para el Sondeo Rural Participativo*. Instituto Nacional de Reconstrucción Rural. (2<sup>a</sup> ed.) Quito: Instituto Internacional de Reconstrucción Rural.

## IMPACTO DE LA AGROECOLOGÍA EN LA SUBJETIVIDAD DE ACTORES URBANOS: UN CASO DE ESTUDIO

*Eisamar Ochoa*

Centro de Estudio de Transformaciones Sociales IVIC; Fundación de Investigaciones Sociales Diversidad. eisamar.ochoa@gmail.com

Este trabajo analiza, a través del estudio de caso de la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana, el impacto que tiene el involucramiento vivencial con la práctica de la agroecología, sobre la subjetividad de actores de origen urbano. Mediante la sistematización de experiencias propuesta por Oscar Jara, sustentada en la metódica de investigación de Luis Antonio Bigott y fundamentada en el enfoque de la dialéctica trascendental de Franz Hinkelammert, se realizaron jornadas de reflexión crítica colectiva y entrevistas, que se acompañaron de un proceso permanente de observación crítica con registro en diario de campo, con el objetivo de cuestionar la manera como los sujetos involucrados en la experiencia se reconocen en ella. La sistematización reveló que el proceso de involucramiento con la agroecología ha tenido un impacto importante en la subjetividad de los actores involucrados con la experiencia, que ha implicado un cambio de posicionamiento sobre los procesos de despojo cognitivo y epistémico de la vida urbana moderna. Así, se han desencadenado una serie de procesos de transformación personal que han aportado una sensación de empoderamiento sobre la gestión y reproducción de la propia vida, además de una mayor toma de conciencia sobre las formas en las que opera la realidad.

**Palabras clave:** Agricultura urbana, campo-ciudad, identidad, reproducción de la vida, Venezuela.

## The Impact of Agroecology on the Subjectivity of Urban Actors: A Case Study

### Abstract

This work analyzes, through the case study of the Escuela Popular de Agricultura Urbana cooperative, the impact that experiential involvement with the practice of agroecology has on the subjectivity of actors of urban origin. Through the systematization of experiences proposed by Oscar Jara, supported by Luis Antonio Bigott's research method, and grounded in Franz Hinkelammert's transcendental dialectic approach, collective critical reflection sessions and interviews were conducted, accompanied by a permanent process of critical observation with field diary recording, with the aim of questioning how the subjects involved in the experience recognize themselves within it. The systematization revealed that the process of involvement with agroecology has had a significant impact on the subjectivity of the actors involved in the experience, which has implied a shift in positioning regarding the processes of cognitive and epistemic dispossession of modern urban life. Thus, a series of personal transformation processes have been triggered, contributing to a sense of empowerment over the management and reproduction of one's own life, as well as a greater awareness of the ways in which reality operates.

**Keywords:** Identity, reproduction of life, rural-urban, urban agriculture, Venezuela.

### INTRODUCCIÓN

Este escrito intenta posicionar una mirada sobre la agroecología, desde el punto de vista de su impacto social. Se deriva de una investigación desarrollada durante los años 2017 y 2018, centrada en el caso de la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana (EPAU). El estudio

formó parte del trabajo final de grado para optar al título de *Magister Scientiarum*, en la Maestría en Procesos Sociopolíticos y de Integración Venezolanos, Latinoamericanos y Caribeños, de la Escuela Superior Internacional del Instituto de Estudios Avanzados IDEA.

La EPAU es una organización urbana, que surgió como producto de un largo proceso de inmersión en la práctica de la agroecología. Inicialmente se enfocó en la sensibilización y formación, para luego desarrollar un proyecto productivo propio. El proyecto se planteó como una alternativa para reasentar la vida, ante distintas frustraciones derivadas de las dinámicas propias de la vida urbana moderna. Esta cooperativa, compuesta para el momento por siete jóvenes -dos mujeres y cinco hombres- además de algunas personas colaboradoras externas, ha venido desarrollando actividades de capacitación de carácter itinerante en diferentes espacios, además de encontrarse articulada dentro de una red de organizaciones sociales que han encontrado en la práctica de la agroecología una forma de transformar sus vidas.

El caso de estudio se enmarca en las propuestas que consideran el empoderamiento a través de actividades agroproductivas, centradas en el modelo agroecológico, como un posible mecanismo para construir formas dignas para asegurar la reproducción de la vida. En este caso, nos posicionamos sobre la actual crisis sistémica global, que en el caso venezolano se ha sumado a múltiples factores estructurales y geopolíticos que han ocurrido en la última década, generando una situación que ha impulsado la búsqueda de alternativas para la subsistencia, en algunos sectores sociales. En este contexto, la investigación desarrollada analiza las transformaciones y rupturas que se producen en la subjetividad de las personas que provienen de un origen urbano, desvinculado de actividades agroproductivas, cuando deciden asumir la práctica de la agroecología como un proyecto de vida.

El desarrollo histórico de las ciudades, que ha caminado de la mano con la salarización del trabajo, y las particularidades que ha tomado este proceso en Venezuela, han llevado a una profunda enajenación e incomprendimiento sobre los mecanismos que permiten a las personas producir los insumos fundamentales para la satisfacción de sus necesidades, derivando esto en una absoluta dependencia hacia el mercado, particularmente en la región capital en donde existe la mayor densidad urbana. Lo anterior ha derivado en un proceso de disociación cognitiva y epistémica (Giraldo, 2018), que ha impactado los imaginarios asociados a la agricultura, incluso en comunidades que han mantenido históricamente un modo de vida campesino. La agricultura, es ahora considerada por la gran mayoría de la población urbana como relegada a algunos rincones de la ruralidad, convirtiéndose en una exterioridad (*Ibidem*).

A pesar de lo anterior, estudiosos y activistas del problema agrícola han señalado que los sistemas agrícolas tradicionales poseen la capacidad de brindar soluciones a muchos de los desafíos que enfrenta la humanidad, particularmente en el acceso a los alimentos (Nyéléni, 2006; Altieri y Toledo, 2010; Van Der Ploeg, 2010; La Vía Campesina, 2011; Sevilla y Woodgate, 2013; Giraldo, 2018). A mediados del siglo XX, en gran medida como respuesta los impactos ecológicos y sociales de la industrialización agrícola y la Revolución Verde, comienzan a esbozarse los primeros planteamientos en torno a la agroecología, entendida como el estudio, manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables, adaptados a los ciclos naturales de los ecosistemas (Wezel *y col.*, 2009; Altieri y Toledo, 2010; Domené-Painenao *y col.*, 2015). Luego de esto, en la década de los noventa, el término agroecología comenzó a utilizarse de manera explícita para referirse a un movimiento social, planteando una nueva manera de comprender las relaciones entre la sociedad y la agricultura (Wezel *y col.*, 2009).

Para algunos estudiosos del impacto social de la agroecología, esta práctica tiene un potencial importante para la transformación social, impactando incluso la dimensión cognitiva y ontológica de la vida humana (Altieri y Toledo, 2010; Sevilla, 2011; Giraldo, 2018; Rosset y Altieri, 2018; Giraldo y Rosset, 2021; Rosset y Giraldo, 2022). Según Rosset y Altieri, la agroecología “moviliza la creatividad colectiva y el ingenio social, a la vez que diversifica todos los modos de producir, de consumir, de ser y de existir” (2018:197). Por su parte, Giraldo, señala que los procesos agroecológicos fomentan “los sentimientos de pertenencia a un cuerpo social, la activación de los lazos comunitarios, la ayuda mutua, e inducen a campesinas y campesinos a sentirse parte de un <>nosotros<>” (2018:139).

En el caso venezolano, la producción petrolera llevó a que la agricultura ocupara un segundo plano en la vida cotidiana de los habitantes de las principales ciudades, en un contexto que favoreció la dependencia de productos importados para la subsistencia. En las ciudades se constituye una subjetividad que percibe la práctica de la agricultura con mucha distancia y ajenidad. Las personas que migraron del campo a la ciudad buscaban, en gran medida, dejar atrás la práctica de la agricultura y reemplazarla por otras actividades económicas (Domené-Painenao *y col.*, 2015). En este contexto, la articulación del movimiento agroecológico venezolano, que comenzó a consolidarse alrededor de la década de los noventa (Herrera *y col.*, 2017), ha tenido una importante influencia en las áreas urbanas, al punto que en la actualidad muchas de las experiencias de familias, individuos y organizaciones que practican la agroecología se encuentran en las ciudades. Más allá de lo estrictamente alimentario, la presencia de la práctica agroecológica en la ciudad está generando transformaciones que tocan las formas de representación, aprehensiones cognitivas, identidades y significados colectivos (Giraldo, 2015).

Los estudios que han buscado analizar el potencial transformador de la agroecología se han enfocado predominantemente en la dimensión tecnológica-productiva y socio-ambiental, encontrándose la mayoría centrados en comunidades campesinas o de agricultores con experiencia en la materia, quienes están adoptando el modelo agroecológico, después de haber practicado la agricultura convencional basada en el modelo de la Revolución Verde. En este contexto, con excepción de los trabajos ya citados en párrafos anteriores, se ha prestado poca atención a las estructuras de significaciones y los sentidos que se tejen en el marco de estas prácticas. Entre los trabajos que se han aproximado a este enfoque en contextos urbanos, encontramos la reflexión de Páez (2020) sobre los posibles impactos culturales y ecológicos de la agroecología, en el contexto de la reconfiguración de las relaciones de poder en torno a los ciclos de abastecimiento agroalimentario en la ciudad; el estudio de caso de Molina y colaboradores (2019) que estudiaron una organización de agricultores urbanos en Colombia, para analizar la manera como la práctica de la agricultura despierta una sensación de restauración emocional, asociada a la conexión con la naturaleza y a las dinámicas de socialización que produce en contextos de violencia; y los estudios de caso desarrollados por McAllister y Wright (2019) que analizaron tres comunidades en Zimbabue, constatando que las dinámicas de pluralidad y acción colectiva asociadas a la agroecología incrementaron los niveles de autonomía con respecto a estructuras coercitivas, además de potenciar el sentido de eficacia y optimismo ante las transformaciones socioecológicas.

En este contexto investigativo, se ha prestado aún menos atención al impacto que la agroecología puede tener sobre el imaginario de actores que provienen de la ciudad y que no poseen experiencia previa en la práctica agrícola. Precisamente ese es el propósito del presente trabajo. En el caso de esta investigación el enfoque se centra en el estudio de sujetos pertenecientes a la población urbana venezolana. Por lo tanto, las implicaciones de la práctica agroecológica son particulares y las preguntas de investigación deben adaptarse para analizar los procesos subjetivos que están ocurriendo y emergiendo en el marco de este fenómeno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La orientación metodológica de este trabajo se fundamentó en el enfoque de la dialéctica trascendental propuesto por Hinkelammert (1984). Según este enfoque toda percepción sobre la realidad derivada de un determinado modelo ideal, siempre será relativa e históricamente situada. Esto implica que cualquier análisis debe considerar el modelo ideal u horizonte trascendental subyacente a toda acción humana, comprendiendo que este puede transformarse en el tiempo y se encuentra enmarcado en un contexto social particular.

Para operacionalizar este enfoque, se adoptó una reflexión participativa basada en la metodica de Bigott (2011), la cual sitúa contextual e históricamente el proyecto de investigación desde el interior de la comunidad o grupo social estudiado, involucrando a sus miembros en todas las fases del proceso: diseño, ejecución y evaluación. Esto garantiza que la comunidad participe activamente, aportando su opinión y su percepción sobre la realidad en la cual vive (Bigott, 2011:41-46). Cabe destacar que esta metodica se ajusta al principio de la dialéctica trascendental, por lo que no es una receta rígida para el conocimiento de la realidad, sino un marco que se adapta a las condiciones particulares de cada caso de estudio.

La propuesta de Bigott se alinea con el planteamiento de la Investigación Acción Participativa (IAP), enfoque que busca otorgar un papel protagónico a las personas y comunidades involucradas en el estudio. Este método se distancia del enfoque tradicional donde el investigador monopoliza el control y gestión de la información y en su lugar promueve una relación dialógica entre los participantes. En este marco, la investigación se concibe como un proceso significativo para la vida de quienes forman parte de ella. La IAP emplea técnicas que articulan el debate y la reflexión tanto individual como colectiva, con el objetivo de transformar conceptos generales inicialmente entendidos de manera empírica o como sensaciones individuales, en conocimientos racionales y articulados científicamente en su contexto estructural real (Fals Borda, 1994:22). Este enfoque integra técnicas etnográficas, adaptándolas para que contribuyan a las necesidades de las personas que actúan como protagonistas en la investigación.

La técnica empleada en este caso fue la Sistematización de Experiencias, propuesta por Oscar Jara. Esta se fundamenta en la reflexión que puede realizar un determinado grupo u organización sobre las prácticas que desarrolla, convirtiéndolas en una fuente de conocimientos, promoviendo un proceso de teorización a partir de la reconstrucción y el análisis crítico de las experiencias vividas (Jara, 2001; 2006; Capo y col., 2010; Jara, 2012). El proceso de sistematización comprende tres etapas principales: (1) la recuperación del proceso vivido, que implica la reconstrucción histórica y la organización de toda la información disponible sobre la experiencia; (2) la reflexión e interpretación crítica de la información sistematizada; y (3) la formulación de propuestas para la socialización de los resultados (*Ibidem*). Esta técnica permite recuperar críticamente la memoria asociada a un proceso de organización social, haciendo conscientes los aprendizajes y las transformaciones que en la práctica cotidiana suelen operar de manera automática (Jara, 2012).

Con base en lo anterior, las distintas etapas de la metodología de este trabajo fueron debatidas y construidas desde el inicio con la participación activa de las personas vinculadas al caso de estudio. El proceso tomó en

cuenta la dinámica que se fue gestando dentro del grupo de trabajo, así como los cuestionamientos y las necesidades identificadas durante las reflexiones. El proceso de sistematización se desarrolló en tres momentos. Los dos primeros momentos consistieron en jornadas de debates colectivos, que fueron registrados en audio. En total se realizaron nueve encuentros, con la participación de ocho personas, obteniendo un registro de 11 horas, 44 minutos y 48 segundos (11h:44m:48s) de audio. Estas grabaciones fueron transcritas en su totalidad, sintetizadas y analizadas. El tercer momento incluyó entrevistas a cinco integrantes de la cooperativa, las cuales también fueron registradas en audio, sumando un total de 6 horas, 20 minutos, y 51 segundos (6h:20m:51s). Estas entrevistas fueron transcritas parcialmente, sintetizadas y analizadas. Las transcripciones se analizaron a través del método de análisis de ideas principales: en cada transcripción se extrajeron, por párrafos, las ideas centrales, las cuales fueron posteriormente organizadas, agrupadas y sintetizadas en temas y subtemas.

Además de las jornadas de debate colectivo y las entrevistas, se realizó un ejercicio de observación crítica permanente de las actividades y procesos cotidianos de los miembros de la cooperativa. Este ejercicio se realizó tanto en la unidad productiva (ubicada en El Junquito, estado La Guaira) como en otras actividades de socialización y capacitación. La observación crítica estuvo acompañada de un registro en un diario de campo.

El primer momento de la sistematización se centró en la identificación del núcleo común de la organización. Esto implicó organizar y discutir todas las ideas relacionadas con el proceso que llevó al grupo a involucrarse con la práctica de la agroecología. Para ello, se reconstruyó la memoria colectiva y se reconocieron los elementos que componen el horizonte ideal movilizador. La discusión sobre el núcleo común involucró concretamente el reconocimiento del concepto compartido sobre lo que es la cooperativa y lo que se espera de la práctica de la agroecología, los objetivos comunes que se proyectan a futuro, así como los antecedentes que llevaron a la decisión de asumir o integrar esta práctica en los proyectos de vida.

El reconocimiento del núcleo común inició con una discusión colectiva en torno a la pregunta: *¿Qué es la Escuela Popular de Agricultura Urbana? y ¿Cuáles son nuestros objetivos comunes?* Estas interrogantes fueron el punto de partida para un primer debate reflexivo acerca del significado y el sentido que tiene esta experiencia para cada una de las personas involucradas. Posteriormente, se procedió a reconocer críticamente los antecedentes históricos dentro de los que se inserta el involucramiento con la agroecología, desde la pregunta: *¿Cuáles son nuestros antecedentes comunes?* Para reconstruir los antecedentes, se siguieron tres etapas principales. En primer lugar, se identificaron de manera anacrónica los hechos, acontecimientos o situaciones -denominados genéricamente como "momentos"- que emergían

en la memoria como nudos causales de la articulación entre los miembros de la organización y de su vinculación con la práctica de la agroecología. Posteriormente, estos sucesos fueron organizados cronológicamente con el objetivo de hilar un continuo histórico que permitiera reconocer relaciones y aspectos relevantes entre los hechos. Finalmente, cada situación fue analizada y cuestionada críticamente, identificando los elementos desencadenantes, los actores involucrados, las dinámicas interpersonales, los aprendizajes obtenidos, y los procesos que dieron lugar a nuevas secuencias de acontecimientos.

Una vez construido el núcleo común, se avanzó al segundo momento, en el cual se cuestionó la imagen elaborada en el primer momento. Para ello se contrastó dicha imagen con el análisis de la práctica y experiencias concretas que formaban parte de la vida cotidiana durante el desarrollo de la investigación. En este sentido, se revisaron críticamente los objetivos planteados en el primer momento de la sistematización, incluyendo el planteamiento sobre lo que representaba idealmente la organización; y se cuestionaron a través de las siguientes preguntas: (1) ¿Qué hemos hecho hasta el momento para alcanzar lo planteado?; (2) ¿Cuáles han sido los errores, aprendizajes, dificultades y contradicciones?; (3) ¿Qué debemos hacer, corregir o rectificar, para alcanzar lo planteado?; (4) ¿Cuáles tareas y propuestas podemos implementar para concretar lo planteado?

Finalizadas las discusiones colectivas, se procedió a realizar entrevistas a cinco integrantes de la cooperativa, con el objetivo de profundizar en aspectos personales relacionados con sus historias y percepciones, que resultaran relevantes para comprender la experiencia colectiva. A partir de esto se elaboró una matriz de preguntas centrada en los siguientes aspectos: la experiencia personal y colectiva en el marco de las actividades desarrolladas, vinculadas a la agroecología; las contradicciones y perspectivas personales en torno a la ciudad, la agricultura, la naturaleza y la identidad campesina).

La mirada sobre la participación personal en el proceso	La mirada sobre la experiencia colectiva	La mirada sobre la ciudad	La mirada sobre la agricultura y la campesinidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué es para ti la EPAU?</li> <li>- ¿Qué significa esta experiencia en tu vida?</li> <li>- ¿Qué es lo que te llevó a vincularte a esta experiencia?; ¿Qué te motiva de ella?</li> <li>- ¿Cómo fue tu proceso de articulación con este grupo?; ¿Cuáles fueron los momentos o procesos que te llevaron a articularte?</li> <li>- ¿Cuáles son tus objetivos personales?; ¿Qué esperas de la experiencia?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuáles son las cosas que crees que tenemos en común que nos llevaron a construir y asumir este proyecto?</li> <li>- ¿Cuáles son las contradicciones y problemas que crees que existen en la experiencia y entre sus miembros?</li> <li>- ¿Crees que se han transformado cosas en ti y en tu vida cotidiana a partir de tu vinculación con esta experiencia?; ¿Cuáles cosas y cómo se han transformado?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué has encontrado en esta experiencia que no encontrabas en la vida cotidiana de la ciudad?</li> <li>- ¿Cómo es tu relación con la ciudad?; ¿Cómo te sientes en ella?</li> <li>- ¿Qué te gusta de la ciudad?</li> <li>- ¿Quisieras dejar la ciudad en algún momento para dedicarte a ser agricultor?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Sientes o crees que la práctica de la agricultura te hace campesino?; ¿Quieres ser campesino?; ¿Te reconoces como campesino?</li> <li>- ¿Qué es para ti un campesino?</li> <li>- ¿Dónde empieza tu vínculo con la agricultura?; ¿Desde cuándo y por qué te gusta?</li> <li>- ¿Qué significa para ti la agricultura?</li> </ul>

**Figura 1.** Matriz de preguntas de la entrevista aplicada a los miembros de la EPAU.

## RESULTADOS

En el momento en que se realizó este trabajo, la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana estaba integrada por siete jóvenes (dos mujeres y cinco hombres), además de contar con el apoyo de algunas personas colaboradoras. El proyecto productivo que se desarrollaba se ubicaba en la parroquia Carayaca, del estado La Guaira.

La articulación de los miembros de la Escuela Popular de Agricultura Urbana, tuvo sus inicios en la vida universitaria, a principios del XXI. En ese contexto, sensibilizados por las relaciones sociedad-naturaleza, así como por los desafíos del sector agrícola, el equipo tuvo la primera experiencia de trabajo comunitario directo en el ámbito agroproductivo. Esta experiencia consistió en un proyecto de investigación sobre la historia del cultivo y consumo de leguminosas en el país, desarrollado a solicitud de una institución estatal. Para ese momento, dicho trabajo ofreció la oportunidad de trascender el contexto universitario, marcando el inicio de la vinculación con la investigación en los territorios donde las personas reproducen sus vidas. El proyecto permitió conocer historias, necesidades, imaginarios y procesos locales asociados a las prácticas agrícolas tradicionales.

Los resultados de esa investigación impulsaron al equipo a participar en el proceso de debate para la construcción de la Ley de Semillas, posteriormente aprobada en 2015. Dicho proceso incluyó el desarrollo de talleres participativos con agricultores y campesinos, así como la vinculación a distintos espacios de investigación y formación en el ámbito histórico, técnico y metodológico de la agroecología.

A partir de 2014, la agricultura pasó a convertirse en una práctica de trabajo cotidiano, complementada con el acompañamiento a proyectos comunitarios en territorios urbanos y rurales, orientados a la implementación de la agroecología. Entre estos proyectos destacan tres, desarrollados en la comunidad El Topo (estado La Guaira), en una sede de Infocentro (Distrito Capital), frecuentemente visitada por la comunidad aledaña y en la comuna El Panal 2021 (Distrito Capital). Estos procesos fueron clave para comprender la complejidad y el nivel de compromiso que implica el trabajo productivo agroecológico, así como para identificar las dificultades y posibilidades de la organización comunitaria en el ámbito de la producción.

Ese mismo año, con el objetivo de fortalecer el trabajo local y fomentar encadenamientos productivos, se conforma la red de productores de la Feria Conuquera Agroecológica de Caracas. Esta red se estableció como un espacio para la distribución directa de productos por parte de pequeños productores, articulando unidades de producción familiar y consumidores, afines a la agroecología y la alimentación saludable, tanto de la ciudad como del campo. El propósito, desde su inicio, fue visibilizar la agroecología como alternativa productiva viable. A través de esta

iniciativa, el equipo adquirió conocimientos en áreas como la distribución, la comercialización, la determinación de precios y la construcción de estructuras de costos (Figura 2). Además, se fortalecieron las alianzas y la articulación en red del equipo de trabajo inicial, especialmente con experiencias productivas familiares en el contexto urbano y periurbano.



**Figura 2.** Actividades de formación (talleres y jornadas de intercambio de saberes agroecológicos) y distribución de productos (en el marco de la Feria Conquera Agroecológica) desarrolladas desde la EPAU.

La constitución formal de la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana (EPAU), ocurre en el año 2015, en el marco de la reactivación del organopónico Bolívar 1, ubicado en el centro de Caracas, sector Bellas Artes, del Distrito Capital. La participación en el rescate de este espacio representó el primer intento por sostener un proyecto productivo exclusivamente con el propio esfuerzo, lo que permitió

familiarizarse con otras dimensiones del trabajo agroproductivo, como las complejidades de los tiempos de la producción para poder satisfacer la distribución de alimentos a la comunidad local aledaña.

Posteriormente, la cooperativa estableció un proyecto productivo propio en la parroquia Carayaca, estado La Guaira, contexto en el cual se desarrolló la investigación que da origen al presente trabajo. Este proyecto inició con una primera inversión planificada de trabajo para la siembra, que implicó la transformación del espacio y la adaptación de la cotidianidad de cada miembro del equipo a la dinámica y los tiempos de la producción agroecológica. Sin embargo, fue después de un año cuando el proyecto comenzó a generar frutos materiales y económicos. Inicialmente, el espacio estaba cultivado principalmente con papas y, esporádicamente, con otros rubros. En ese momento, se identificó la necesidad de diversificar y encadenar la producción, así como de aprender sobre la crianza de animales. Además, se reconoció que la venta de lo que se producía solo satisfacía una parte mínima de las necesidades de la unidad productiva. Un año después, el espacio contaba con al menos quince rubros cultivados de manera permanente, como rábanos, acelgas, zanahorias, repollos, papas, cuibas, habas, cilantros, cebollas, cebollines, ajoporros y espinacas (Figura 3). Asimismo, se inició la práctica experimental de la crianza de caprinos -cinco chivos-, con asesorías puntuales. Los ingresos por ventas ya permitían solventar algunas necesidades concretas de transporte y alimentación.

En cuanto a las alianzas, estas se ampliaron tanto en número como en alcance geográfico. La ampliación de las alianzas en lo comercial y lo productivo permitió producir más y llegar a más espacios y personas, así como fortalecer los conocimientos técnicos para incrementar dicha producción.

En todos los momentos mencionados anteriormente, se obtuvieron aprendizajes complejos y diversos que profundizaron una conciencia crítica y generaron nuevos cuestionamientos sobre la realidad. En los inicios, solo existía una sensibilidad hacia el proceso de cultivar la tierra y sus implicaciones sociales, pero con el paso del tiempo surgieron proyecciones más existenciales vinculadas a la incorporación de la práctica de la agroecología a las actividades cotidianas dedicadas al cuidado y reproducción de la vida.

No obstante, la intención de estas personas no es convertirse en campesinos. Para este equipo de trabajo asumir la agroecología como una práctica cotidiana responde a una necesidad compartida de transformar las condiciones actuales de vida. Los condicionamientos de la vida urbana han generado una sensación de agobio que despierta la necesidad de generar transformaciones que conduzcan a un mayor autocontrol sobre la reproducción de la vida. Para este grupo de personas, esto se traduce en

avocarse a producir alimentos, autogestionar el tiempo de trabajo, generar ingresos económicos complementarios y adquirir aprendizajes nuevos y transformadores. A medida que el equipo se empoderó de los conocimientos vinculados a la agroecología, empezaron a visualizarla como una posible vía alternativa para sostener la vida en la ciudad. La capacidad de solucionar algunas necesidades fundamentales por medios propios, al menos en el plano alimentario, se entiende como una forma de fortalecer las capacidades para sobrevivir en el actual contexto de crisis.

*“Estaba envuelto en la ciudad en una gastadera de dinero (...) era como estar girando sobre la nada (...) yo decidí dejar de estar en toda esa lógica que de verdad a mí no me llena como ser (...) me sentía sumamente triste, ahogado, asfixiado (...) no le hallaba sentido absolutamente a nada”.*



**Figura 3.** Cosechas de rábanos, zanahorias, cuibas, remolachas, calabacines, entre otras actividades agroproductivas desarrolladas por la EPAU.

Se reconoció que los conocimientos adquiridos en el proceso se han convertido en una escuela de transformación personal para los miembros de la organización. El empoderamiento sobre la producción genera una sensación de seguridad y confianza, al permitir auto-satisfacer necesidades fundamentales, como la alimentación y, en algunas ocasiones, parte de la medicina.

*“La práctica agrícola no pasa por un discurso simplemente, sino que pasa por un hacer seriamente en la tierra, que te tienen que salir ampollas en las manos, que tienes que llenarte las manos de tierra, no para sentirte más campesino, sino para comer”.*

*“siento que la agricultura me ha ayudado a saber dónde estás parado y a tomar una conciencia social mucho más estable y real, orgánica”.*

Este aprendizaje ha incluido el empoderamiento sobre tecnologías que antes eran desconocidas. Dado que la agroecología incide directamente en la dependencia tecnológica y de insumos, la posibilidad de conocer y aplicar tecnologías para la agroproducción -como el mejoramiento de suelos, la adaptación y multiplicación de semillas, el manejo ecológico de plantas e insectos, la elaboración de bioinsumos, entre otros-, brinda una sensación de autonomía al generar capacidades para resolver problemas que antes se consideraban especializados e irresolubles. Además, se han adquirido aprendizajes clave como el reconocimiento de los rubros que pueden cultivarse exitosamente en distintos contextos, así como las potencialidades y particularidades productivas y ecológicas de diferentes territorios. Estas habilidades son reconocidas como fortalezas que permiten abordar problemas complejos y multifactoriales, los cuales, desde la vida cotidiana en la ciudad -desvinculada de la agroproducción- suelen ser invisibles, a pesar de estar directamente relacionados con nuestras capacidades de sobrevivencia. Todo esto permite la comprensión de una dimensión de la realidad que permanece oculta para muchas personas en la ciudad, acostumbradas a obtener el alimento directamente de los supermercados y establecimientos comerciales.

*“Cuando yo sembré pepino por primera vez yo decía, ‘¡nunca había visto una planta de pepino!', y vi esa desconexión que tenía con respecto a la forma en la que consumía los alimentos y no saber de dónde venían”.*

*“Con la simple idea de no comprarlo y ya pensar en cómo hacerlo tu, ya tú estas llevando el pensamiento (...) a esa transformación, a la no dependencia (...) estas llevando el pensamiento a la producción de eso: cómo hago yo mismo esto”.*

Se entiende que el desarrollo de un proyecto agroecológico y su sostenimiento, depende de ciertos recursos materiales y determinados procesos que deben ejecutarse de forma sistemática. No es posible un proyecto agroproductivo sin acceso a tierra, agua, transporte y otros servicios e insumos fundamentales. Pero además, aún contando con los recursos materiales, un proyecto productivo no es sostenible sin la elaboración de estructuras de costos que incluyan tanto los productos (para determinar la rentabilidad, factibilidad y pertinencia de los cultivos e insumos que se producen), como el sostenimiento del equipo humano (considerando gastos en alimentación, transporte y otras necesidades del

grupo de trabajo). Asimismo, se requiere trabajar en la ampliación y fortalecimiento de las redes de intercambio, tanto de productos como de conocimientos. El aprendizaje inherente a esta experiencia no se produce solamente desde la práctica productiva concreta. También ocurre por el intercambio intersubjetivo de conocimientos con otros actores; en este caso se trata de familias y comunidades de agricultores y campesinos, del campo y de la ciudad, que ayudan a nutrir y fortalecer la propia experiencia productiva.

*“Estamos en un momento cumbre de la redefinición de un nuevo concepto, de una nueva forma de relacionarse con la naturaleza y con la siembra y con la producción (...) que no es desde lo campesino, ni desde lo ciudadano (...) creo que estamos frente a la configuración de un nuevo ser, de una nueva forma de existencia”.*

## **DISCUSIÓN**

Las siguientes reflexiones se derivan del caso de estudio de la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana y se nutren de una mirada más amplia derivada de mi propia experiencia en otros espacios asociados a la práctica y enseñanza de la agroecología.

En el contexto urbano, los tiempos y dinámicas de la agricultura entran en tensión con las de la vida en la ciudad, particularmente en el contexto de la economía rentista venezolana, que ha determinado una conciencia marcada por la dependencia hacia el acceso inmediato a los productos a través del mercado. A esto se suma la percepción generalizada en la población urbana venezolana de que la agricultura es una actividad ajena, extraña, incluso asociada al atraso y al pasado. Además, para las personas acostumbradas a la dinámica de la vida urbana, incorporar la agricultura a las tareas cotidianas implica un esfuerzo y una inversión de tiempo adicional que pocos están dispuestos a asumir. La agricultura de enfoque agroecológico, cuando es practicada por personas sin experiencia previa en actividades agroproductivas, funciona como una práctica experimental. En este sentido, su consolidación tanto económica como productiva requiere plazos de tiempo prolongados, percibidos por gran parte de la población como incompatibles con la inmediatez necesaria para satisfacer las necesidades alimentarias, especialmente en un contexto de crisis como el actual. Es así como existe un condicionamiento en el imaginario y la subjetividad de la mayoría de la población de la capital que dificulta concebir la agricultura como una alternativa viable, incluso si se poseen las condiciones materiales básicas (tierra y agua) necesarias para ponerla en práctica, porque es un condicionamiento determinado por factores históricos, culturales y estructurales.

A pesar de lo anterior, a nivel global, muchas personas y comunidades están buscando alternativas para sostener sus vidas frente a una crisis multifactorial que amenaza el bienestar de amplios sectores de la

población. En este contexto, la agroecología, una práctica considerada antagónica a la modernidad de la ciudad, particularmente en la capital venezolana, se está integrando en la subjetividad urbana, ofreciendo una forma de reproducir la vida en la ciudad desde una lógica que, para algunas personas, brinda una sensación de mayor independencia, libertad, autonomía y control sobre su propio tiempo de vida. Esto, a su vez, se traduce finalmente en mayor placer y felicidad.

La decisión de emprender un proyecto agroecológico, entre personas que no tienen experiencia previa en la gestión de un espacio productivo, implica un choque con las rutinas y costumbres normalizadas en el marco de la vida urbana moderna. Este proceso introduce tensiones entre los agobios y placeres que caracterizan dicha vida. Aun así, la agroecología se presenta como una oportunidad para generar soluciones autogestionadas que abordan parte de las necesidades alimentarias y de subsistencia, exacerbadas por las crisis geoeconómicas actuales que afectan amplios sectores de la población urbana global. El empoderamiento sobre el hecho productivo, el carácter novedoso de esta práctica en el contexto urbano, el cuestionamiento de diversos aspectos de la realidad y la posibilidad de generar alimentos, medicinas, insumos e ingresos económicos a partir de lo que se produce, constituyen algunos elementos que apuntan en ese sentido.

La agroecología genera transformaciones significativas, que implican rupturas tanto en el ámbito material como en la dimensión ideal y subjetiva de quienes la adoptan. Las personas que se involucran en estas prácticas sienten que se han convertido en sujetos distintos a partir de su encuentro con la agroecología. Para la mayoría de los habitantes de Caracas, la capital venezolana, el acercamiento a la agricultura y la producción primaria de alimentos representa el descubrimiento de una realidad que, aunque determina directamente las posibilidades de reproducción de la vida, resulta ajena a su experiencia cotidiana. En este sentido, para un sector de la población caraqueña, involucrarse en la agroecología implica un proceso de cuestionamiento sobre la realidad que se vive. Dichos cuestionamientos están generando una trasformación en el imaginario colectivo, en relación a la escisión que fue instalada históricamente en las conciencias de los habitantes de los centros urbanos, entre la naturaleza de la vida en la ciudad y la naturaleza de la práctica de la agricultura, relegada esta última al ámbito rural y concebida como una actividad asociada a un pasado lejano, a pesar de ser una actividad esencial para la supervivencia presente.

Para quienes nunca han trabajado la tierra, aprender a producir desde la práctica de la agroecología significa familiarizarse con una amplia diversidad de procesos, comprender sus dinámicas y adaptarse gradualmente a la sistematicidad necesaria para que la producción se concrete efectivamente y pueda generar, adicionalmente, algún un ingreso económico. Los cultivos que pueden adaptarse, sus ciclos, los insectos

asociados, el proceso de cosecha, entre otros elementos, sólo se comprenden y reconocen con el tiempo, a través de la práctica concreta sostenida. Este aprendizaje involucra también el ámbito relacional e intersubjetivo. Todo lo anterior requiere de tiempos prolongados y procesos que se consolidan a mediano y largo plazo. Antes de que un sistema productivo se consolide en contextos como el que analizamos, debe ocurrir un acumulado de errores, aprendizajes, reflexiones y cuestionamientos sobre todo el proceso, que conducen a la obtención del conocimiento necesario para, finalmente, materializar algo de lo esperado en términos productivos. Así, el impacto transformador de estas experiencias comienza, en principio, en el ámbito de la subjetividad para luego, a mediano y largo plazo, impactar las condiciones materiales de existencia.

La producción, en términos generales, siempre genera cuestionamientos y certezas en quienes la llevan a cabo, especialmente en relación con los procesos que dan origen a las cosas. La producción de alimentos, sus dificultades, el aprendizaje y el cuestionamiento de la cotidianidad que implica, impactan diversos ámbitos de la existencia de quien produce: las relaciones sociales, la conexión con la naturaleza y las posibilidades de sobrevivencia, representando un proceso central para la vida. El trabajo agroecológico directo, vivencial y cotidiano, junto con todo el conocimiento que genera, genera capacidades que fortalecen la posibilidad de sobrevivir por medios propios y aporta una mayor conciencia sobre el funcionamiento de la realidad.

Experiencias como la analizada en este trabajo reflejan una búsqueda por aliviar los agobios generados por la vida urbana moderna. Esta búsqueda se orienta hacia una salida consciente que busca comprensión del cómo y por qué ocurren algunos de los procesos fundamentales para el autosostenimiento. El objetivo no es abandonar la ciudad, sino integrar los elementos placenteros de esa vida moderna urbana con prácticas nuevas y transformadoras que permitan dejar de lado algunas cuestiones que producen agobio, como la sensación de absoluta e inconsciente sujeción a las dinámicas del mercado. La práctica de la agroecología, en este sentido, representa una ruptura con esta dependencia en el ámbito productivo local y situado de la propia experiencia, funcionando como un referente de la posibilidad de construir otras alternativas para reproducir la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Leipzig Real, Yoandy Medina, Alfredo Miranda, Victor Valentín, Kelvin Arévalo y Gabriela Ferreira, miembros de la cooperativa Escuela Popular de Agricultura Urbana, protagonistas y coautores de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. y V. Toledo. 2010. La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *El Otro Derecho* 42:163-202.
- Bigott, L. 2011. Redes socioculturales: Investigación y participación comunitaria. Caracas, MPPEU-CIM, 94 pp.
- Capó, W., B. Arteaga, M. Capó, S. Capó, E. García, E. Montenegro y P. Alcalá. 2010. La Sistematización de Experiencias: un método para impulsar procesos emancipadores. Caracas, Cooperativa Centro de Estudios para la Educación Popular, Fundación Editorial El Perro y La Rana, 97 pp.
- Domené-Painenao, O., J. M. Cruces y F. Herrera. 2015. La agroecología en Venezuela: Tensiones entre el rentismo petrolero y la soberanía agroalimentaria. *Agroecología* 10(2):55-62.
- Fals Borda, O. 1994. El problema de como investigar la realidad para transformarla por la praxis. Bogota, Tercer Mundo Editores, 119 pp.
- Giraldo, O. 2015. Geopoéticas de la agri-cultura y el agroextractivismo industrial: la pregunta por el habitar. *Geograficidade* 5:76-88.
- Giraldo, O. 2018. Ecología política de la agricultura. Agroecología y posdesarrollo. San Cristóbal de Las Casas, El Colegio de la Frontera Sur, 211 pp.
- Giraldo, O. y P. Rosset. 2021. Principios sociales de las agroecologías emancipadoras. *Desenvolvimento e Meio Ambiente, Seção especial - Territorialização da agroecologia* 58:708-732.
- Herrera, F., O. Domené-Painenao y J.M. Cruces. 2017. The history of agroecology in Venezuela: a complex and multifocal process. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 41(3-4):401-415.
- Hinkelammert, F. 1984. Critica a la razón utópica. San Jose, Editorial DEI, 327 pp.
- Jara, O. 2001. Dilemas y desafíos de la sistematización de experiencias. Presentación realizada en el Seminario ASOCAM, Cochabamba, Bolivia. Centro de Estudios y Publicaciones Alforja. San José, Costa Rica.
- Jara, O. 2006. Para sistematizar experiencias. Brasilia, Ministerio do Meio Ambiente, 126 pp.
- Jara, O. 2012. La Sistematización de experiencias, práctica y teoría para otros mundos posibles. San José, Centro de Estudios y Publicaciones Alforja, 310 pp.
- La Vía Campesina. 2011. American Continental Encounter of Agroecology Trainers in La Vía Campesina: Final Declaration. Chimaltenango, Guatemala. <https://viacampesina.org/>.
- McAllister, G. y J. Wright. 2019. Agroecology as a Practice-Based Tool for Peacebuilding in Fragile Environments? Three Stories from Rural Zimbabwe. *Sustainability* 11(3):790.
- Molina, D., L. Muñoz y A. Molina. 2019. Agricultura urbana, bienestar subjetivo y actitudes ambientales en el colectivo Agroarte. Estudio de caso en la comuna 13, Medellín. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* 56:89-108.
- Nyéléní. 2006. Declaración de Nyéléní. Revista OSAL. VII(21):279-283.
- Páez, A. 2020. Agroecología urbana frente al cambio climático. Aporte al ordenamiento territorial agroecológico en las ciudades. *Revista ciudades, estados y política* 7(3):35-50.
- Rosset, P. y M. Altieri. 2018. *Agroecología: ciencia y política*. Riobamba, SOCLA, 208 pp.
- Rosset, P. y O. Giraldo. 2022. Emancipatory agroecologies: social and political principles. *Journal of Peasant Studies* 50(3):820-850.
- Sevilla, E. 2011. *Sobre los orígenes de la agroecología en el pensamiento marxista y libertario*. La Paz, AGRUCO / Plural editores / CDE / NCCR, 168 pp.

- Sevilla, E. y G. Woodgate. 2013. Agroecología: fundamentos del pensamiento social agrario y teoría sociológica. *Agroecología* 8(2):27-34.
- Van Der Ploeg, J. D. 2010. *Nuevos campesinos: campesinos e imperios alimentarios*. Barcelona, Icaria Editorial, 430 pp.
- Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod y C. David. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29:503-515.

ABV

## ALGUNOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE DOS COMPOST

Luisa Villalba<sup>1\*</sup> y Ariam Acosta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Zoología y Ecología Tropical (IZET), Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Av. Los Ilustres. Caracas 1041. Venezuela.

<sup>2</sup>Postgrado de Ecología. Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela (UCV) y Laboratorio de Ecología Humana y Social. Instituto Pedagógico de Caracas (IPC), Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). \*luisavillalba.ucv@gmail.com

### RESUMEN

La calidad del compost es difícil de definir; por cuanto su composición, depende fundamentalmente de los materiales que le dieron origen. El objetivo de esta investigación fue determinar la calidad de dos compost, mediante la aplicación de una serie de pruebas, principalmente biológicas, y comparar los resultados con los valores estándares producto de la revisión y interpretación de las normativas, sobre la materia, de varios países. Se trabajó con un compost y un vermicompost elaborados en el vivero del Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Se determinó: pH, Conductividad Eléctrica, Porcentaje de Materia Orgánica, Carbono Orgánico Total, Porcentaje de Nitrógeno Total, Capacidad de Retención de Agua, el color, Índice de QBS-ar (quality biologic soil arthropods), Test "Z" de Minnesota, Respiración Basal, Análisis Cromatográfico Circular de Pfeiffer y el Test de Fitotoxicidad de Zucconi. Los resultados obtenidos, concluyen que se encuentran en rangos aceptables de madurez, para los compost estudiados. El compost es inmaduro por su alta relación C:N; según la CCP ambos compost no están bien estabilizados y el vermicompost presentó fitotoxicidad. De los análisis realizados, la relación C:N, la Respiración Basal, la CCP y el Test de Fitotoxicidad de Zucconi, representan pruebas sencillas que aportan elementos sustantivos para determinar la calidad de un compost. Es necesario ampliar las indagaciones en cuanto a la actividad enzimática; análisis de presencia de malezas, presencia de metales pesados y sustancias que generen toxicidad.

**Palabras clave:** compost, enmiendas, calidad compost, fitotoxicidad, compost inmaduro.

### Some methods to determine the quality of two compost

#### Abstract

Compost quality is difficult to define; Because its composition depends fundamentally on the materials that gave rise to it. The objective of this research was to determine the quality of two composts, through the application of a series of tests, mainly biological, and to compare the results with the standard values resulting from the review and interpretation of the regulations on the matter from several countries. We worked with a compost and a vermicompost prepared in the nursery of the Institute of Zoology and Tropical Ecology, Faculty of Sciences, Central University of Venezuela. The following were determined: pH, Electrical Conductivity, Percentage of Organic Matter, Total Organic Carbon, Percentage of Total Nitrogen, Water Retention Capacity, color, QBS-ar Index (quality biological soil arthropods), Minnesota "Z" Test, Basal Respiration, Pfeiffer Circular Chromatographic Analysis and the Zucconi Phytotoxicity Test. The results obtained conclude that they are within acceptable maturity ranges for the composts studied. Compost is immature due to its high C:N ratio; According to the CCP, both composts are not well stabilized and the vermicompost presented phytotoxicity. Of the analyzes carried out, the C:N ratio, Basal Respiration, CCP and the Zucconi Phytotoxicity Test represent simple tests that provide substantive elements to determine the quality of a compost. It is necessary to expand the investigations regarding enzymatic activity; analysis of the presence of weeds, the presence of heavy metals and substances that generate toxicity.

**Keywords:** compost, amendments, compost quality, phytotoxicity, immature compost.

## INTRODUCCIÓN

El compostaje, es un sistema de tratamiento/estabilización de los residuos orgánicos basado en una actividad microbiológica compleja, realizada en condiciones controladas (presencia asegurada de oxígeno - aerobiosis- y con alguna fase de alta temperatura) en las que se obtiene un producto utilizable como abono, enmienda o sustrato. En condiciones naturales, la materia orgánica se descompone y en determinadas condiciones, por la acción humana se puede compostar, como una estrategia que forma parte de la gestión integral de los residuos orgánicos. La diferencia principal es que el compostaje se asume como un proceso artificial, como una biotecnología por el hecho de corresponder a una explotación industrial del potencial de los microorganismos; También puede considerarse una ecotecnología, ya que permite el retorno al suelo de la materia orgánica y de los nutrientes vegetales, introduciéndola de nuevo en los ciclos biológicos (Moreno y Moral, 2008; Villalba, 2011).

El compost o producto resultante del proceso de compostaje es difícil de definir, ya que su composición depende mucho del material o materiales que se hayan utilizado como materia prima, en todo caso, debe cumplirse: una parte importante de su materia orgánica esté estabilizada, es decir, sea de lenta biodegradación (esté maduro); esté higienizado, es decir, sin patógenos animales o vegetales y sin semillas de malas hierbas; tenga un nivel mínimo de impurezas y contaminantes; presente un aspecto y olor agradables, un buen nivel de nutrientes para las plantas; no genere problemas ni durante su almacenamiento, ni durante su aplicación (Moreno y Moral, 2008; Moreno *y col.*, 2015).

Es pertinente tomar en cuenta que una cosa es estudiar el contenido de materia orgánica existente en el suelo y otra es el análisis de los sustratos y las enmiendas orgánicas, como el caso del compost. Rivero (1999), señala que la preocupación por conocer la calidad de un compost de manera previa a su incorporación al suelo, ha llevado a plantear el uso de una serie de técnicas e índices, que permitan obtener la seguridad de no producir efectos indeseables en el mismo tales como, inmovilización de nitrógeno. Este se da usualmente, cuando no hay una transformación completa de los materiales celulósicos, presencia de niveles tóxicos de productos de metabolismo o compuestos alelopáticos y altos contenidos de sales o metales pesados; La forma como se logra estimar la calidad de un compost va desde prácticas muy rudimentarias, hasta la determinación de parámetros químicos específicos o instrumentación de bioensayos.

La calidad de las enmiendas orgánicas, deben ser evaluadas para garantizar que su uso no ocasione problemas no deseados; En este sentido, es importante conocer la diferencia entre la salud y la calidad de un suelo. En este orden de ideas, Doran y Zeiss (2000), señalan la importancia y utilidad de los organismos del suelo como indicadores de la calidad y

determinantes de la salud del suelo, y plantean que, para evaluar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas, se necesita una evaluación de la salud del suelo utilizando diversos indicadores tales como organismos del suelo y parámetros bióticos.

El Comité para la Salud del Suelo de la Sociedad de Ciencias del Suelo de Estados Unidos de América (U.S.D.A., 1996), define la salud del suelo como la capacidad que este tiene para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat.

A su vez, la calidad de un compost, va a estar íntimamente relacionada con el uso que se le va a dar a ese producto y, por lo tanto, los análisis que se requerirán estarán de acuerdo con dicho uso, bien sea como enmienda o como sustrato. Según lo señalado, es importante que el compost que se va a utilizar, principalmente en la agricultura, cumpla con unos estándares de calidad, definidos principalmente: (a) por su madurez y estabilidad; (b) como fertilizante; y (c) por su inocuidad.

Moreno y Moral (2008), señalan que la calidad del compost se entiende en términos de estabilidad biológica y de “humificación”; así, en el caso de la estabilidad biológica, este término está más relacionado con el uso del compost, es decir cuando su incorporación al suelo no ocasiona problemas en el sistema suelo-planta asociados a un bloqueo biológico del nitrógeno asimilable del suelo por las poblaciones de microorganismos, lo cual puede dar lugar a graves deficiencias de N en la planta y por tanto a un efecto depresivo en el rendimiento de los cultivos. Por consiguiente, el grado de madurez puede determinarse simplemente mediante la respuesta vegetal, y se han propuesto numerosos bioensayos para este fin. El más popular es el método de Zucconi *y col.* (1981) o test de germinación de *Lepidium sativum L.*, el cual determina que resultados de germinación menores a un 80% indican que el compost está inmaduro (Thompson *y col.*, 2001).

Generalmente, se realizan análisis fisico-químicos más relacionados con la disponibilidad de nutrientes que con la actividad biológica del suelo (Bailón-Rojas y Florida-Rofner, 2021).

En cuanto a los valores que se asume deben alcanzar las variables físicas, químicas y biológicas para que el compost sea considerado estable o maduro, existen diferencias entre las propuestas de países como Chile, Estados Unidos, España, México, entre otros, reflejadas en los límites o rangos aceptados, o emplean los mismos valores indistintamente de las características de cada país. En algunos casos solo se consideran las propiedades fisicoquímicas y puede esto arrojar un buen resultado; sin embargo, el compost puede estar contaminado con organismos patógenos, por lo cual, si solo se hacen análisis físicos, se puede estar obviando datos

de concentración de metales pesados u otros elementos tóxicos. Ante esta problemática, surgen las siguientes interrogantes ¿Cuáles son las pruebas físicas, químicas y biológicas que permiten establecer la calidad de un compost? y de acuerdo con estas pruebas, debe plantearse la siguiente interrogante ¿Cuáles serán los intervalos adecuados para establecer que los resultados muestran un compost estable?

Se plantea entonces como objetivo de esta investigación determinar la calidad de dos compost, mediante la aplicación de una serie de pruebas, principalmente biológicas, y comparar los resultados con los valores estándares producto de la revisión e interpretación de las normativas, sobre la materia, de Chile, México, España y Estados Unidos. Al mismo tiempo, se lleva a cabo una serie de consideraciones y reflexiones sobre ¿Cuáles parámetros indican mejor la calidad del compost?

A tales efectos, se comparó un compost y un vermicompost elaborados en el vivero del Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), donde desde el año 2015, a partir del primer curso a la comunidad sobre compostaje se comenzó a hacer compost con la participación activa de los estudiantes de la UCV, lo cual se mantiene hasta la fecha; a estos compost, se les sometió a una serie de análisis en el marco del tópico del postgrado de Ecología del IZET-UCV denominado: “Formulación, caracterización y beneficio de enmiendas orgánicas”, en el cual se planteó un enfoque holístico en el análisis de calidad de los compost estudiados, con el fin de establecer la calidad de los mismos y evaluar si su incorporación como enmienda al suelo es recomendable, de allí surgieron consideraciones, las cuales se encuentran reflejadas en la presente publicación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Toma de muestras.** Se tomó dos muestras diferentes, correspondiente la primera a un compost maduro, conformado principalmente por residuos vegetales de las podas y hojas caídas de árboles cercanos al vivero del IZET, en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y la segunda muestra perteneció a un vermicompost que ya estaba maduro, producto de la degradación por *Eisenia foetida*, de un material vegetal precompostado y “cama de caballerizas” (estiércol y purín de caballo con aserrín) elaborados en el vivero del IZET.

En cada caso se tomó una muestra compuesta de cinco puntos de la pila de compost y de igual manera para el vermicompost, hasta completar un kilogramo (1 kg) y se almacenó en bolsas plásticas con cierre hermético e identificadas, para posteriormente ser refrigeradas a 4°C. De estas muestras, una parte se conservó refrigerada para los análisis biológicos y la otra se secó a temperatura ambiente por una semana y luego se pasó por un tamiz de 2 mm.

### Análisis realizados.

1. pH y Conductividad Eléctrica (CE). Método potenciométrico para el pH: se determinó la actividad de los iones de hidrógeno contra un electrodo de referencia en una suspensión del suelo en agua con una relación 1:5; y para la CE: la medida de la cantidad de corriente que pasaba a través de la solución del suelo (dS/m).
2. Porcentaje de Materia Orgánica (% MO) y Carbono Orgánico Total (COT). Se determinó el porcentaje de materia orgánica (%MO), el de carbono orgánico total (%COT) y el de humedad (%H) por el método de ignición (“Loss On Ignition” - LOI). Cada muestra se analizó por duplicado. Para realizar estos procedimientos, se colocaron 10 g de compost y 10 g de vermicompost en una mufla a 105°C hasta alcanzar peso constante; Luego se midió las masas para hallar el %H y se llevaron nuevamente a la mufla a 550°C hasta alcanzar peso constante y así determinar el %MO.  $\%COT = \%MO / 1,724$ .
3. Porcentaje de Nitrógeno Total (%Nt). Se utilizó el método Kjeldahl, en el cual la muestra fue digerida con ácido sulfúrico y empleando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; por este procedimiento, las formas orgánicas de nitrógeno son transformadas a ion amonio, el cual se determina después de su destilación por arrastre de vapor con un ácido patrón. Los análisis se realizaron por triplicado.
4. Capacidad de retención de agua (WHC base al volumen y al peso). Se determinó solamente en el compost, de acuerdo a Thompson *y col.* (2001) al colocar el volumen de 50 cm<sup>3</sup> de muestra fresca de compost en un embudo con papel de filtro, se humedeció durante 100 minutos gota a gota con agua destilada desde una bureta, luego se procedió a secar a 105°C y se determinó:

(a) La masa de agua contenida en la muestra al final del ensayo:

$$W = [M_w - M_d] - [P_w - P_d]$$

(b) La capacidad de retención de agua (volumen base):

$$WHC = W \div 50$$

(c) La capacidad de retención de agua (en base al peso):

$$WHC = W \div [M_d - P_d]$$

(d) La densidad aparente (masa seca/volumen)

Dónde:

WHC = capacidad de retención de agua, mL agua cm<sup>-3</sup> secado al horno compost (en volumen), o g de agua g<sup>-1</sup> secado al horno compost (en peso),  
 W = cantidad total de agua retenida por 50 cm<sup>3</sup> de muestra de compost, ml = g,  
 M = masa de muestra de compost sometida a prueba (w=húmedo; d=seco), g,  
 [P<sub>w</sub> - P<sub>d</sub>] = masa de agua contenida en papel de filtro (w=húmedo; d=seco), gramo,  
 [M<sub>w</sub> - M<sub>d</sub>] = cantidad total de agua contenida en la muestra y el filtro papel, ml = g,  
 [M<sub>d</sub> - P<sub>d</sub>] = peso seco (determinado a 105°C) de los 50 cm<sup>3</sup> muestra de abono y  
 50 = 50 cm<sup>3</sup> de muestra sometida a gotas de agua.

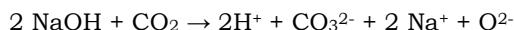
5. El color. Se determinó de acuerdo con la carta de colores del suelo de Munsell (Munsell Soil-Color Charts, 2023).

6. Índice QBS-ar (quality biologic soil arthropods). De acuerdo a Staffilani *y col.* (2021), el índice de calidad biológica del suelo está basado en los artrópodos presentes en el suelo y es utilizado como indicador de la biodiversidad del suelo; debe tenerse presente que los valores del índice

están directamente relacionados con el uso y estado del suelo, lo que permite obtener conclusiones sobre el impacto en el suelo de las prácticas de manejo. Se utilizó el método del embudo Berlese-Tullgren (Palacios y Mejía, 2007), el cual se basa en la extracción de los artrópodos por el propio movimiento de estos; se trata de un método selectivo o dinámico, en el que se utilizan los tactismos de los animales en respuesta a un estímulo, que puede ser termodinámico, luminoso o de gravedad y son los siguientes: fototropismo, en donde la luz es el principal estímulo; termotropismo, son aquellos movimientos debidos a la acción del calor; geotropismo, esto es, la tendencia de los organismos a responder al estímulo de la gravedad. Se colocó una muestra fresca de compost en una trampa de luz con recipientes de recepción con alcohol 70% y otra de un suelo tomado en las áreas del estacionamiento del IZET para establecer una comparación; Los organismos colectados en la trampa se observaron en lupa estereoscópica y se clasificaron en familias, en el caso del vermicompost, no se le aplicó esta prueba.

7. Test "Z" de Minnesota para medir la toxicidad de la MO. De acuerdo al protocolo establecido por Thompson *y col.* (2001), se colocaron tres organismos de *E. foetida* por montaje a un 60% de humedad; se realizó por duplicado para compost y para vermicompost; con el propósito de determinar la diferencia en las masas de estas al final de los 7 y 14 días de observación.

8. Respiración basal (CO<sub>2</sub>.C). Se utilizó el método descrito por Trautmann y Krasny (1997), el cual permite determinar si la materia orgánica estaba completamente descompuesta, con base en la producción de CO<sub>2</sub>. La prueba de respiración proporciona una medida de si la tasa de producción de CO<sub>2</sub> había disminuido lo suficiente como para que el compost se considerara estable; eso funciona capturando el gas de CO<sub>2</sub> que posteriormente reaccionó con el NaOH en solución para producir ácido carbónico, como se muestra en la siguiente ecuación:



En frascos de vidrio bien limpios, se colocaron 25 g. de compost debidamente humedecido (50%) y en el frasco o espacio especial se colocó una trampa de álcali con 20 ml de NaOH. Luego de cuatro días, se midió la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbido por cada trampa de NaOH mediante la titulación con HCl 1M. Se calculó la masa de CO<sub>2</sub> generado por la muestra de compost, mediante la fórmula:

$$\text{CO}_2 \cdot \text{C}(\text{mg}) = (\text{HCl}_b - \text{HCl}_s / 1000 \text{ ml/l}) \times \text{molaridad HCl (ml/l)} \times 12 \text{ g C/mol} \times 1000 \text{ mg/g}$$

Donde:

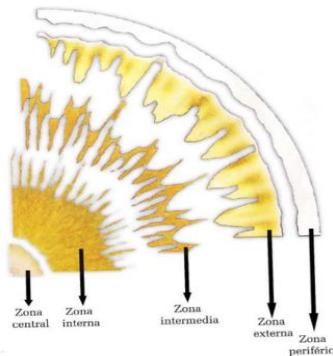
HCl<sub>b</sub> = ml HCl usado en la titulación del blanco.

HCl<sub>s</sub> = ml HCl usado en la titulación de la muestra

CO<sub>2</sub>.C = masa de CO<sub>2</sub>-carbón generado.

Cada muestra se analizó por duplicado.

9. El análisis Cromatográfico Circular de Pfeiffer (CCP). Se realizó de acuerdo al método de Pfeiffer, descrito por Restrepo y Pinhero (2011), lo que permitió analizar la actividad enzimática, diversidad mineral, disponibilidad nutricional y humus permanente. Pfeiffer, encontró que una solución de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ), preparada al 1% en una muestra de suelo vivo era suficiente para solubilizar las sustancias nitrogenadas del metabolismo de los microorganismos presentes en ella, las cuales reaccionaban por la cantidad de  $\text{N}/\text{NH}_3/\text{NO}_2/\text{NO}_3$ , al ser expuestas sobre un papel de filtro especial impregnado con nitrato de plata, y luego revelaban una serie de colores y distancias específicos. Cuanto mayor es el contenido de sustancias nitrogenadas, mayor el anillo de compuestos y la intensidad de colores presentes, los cuales varían conforme la presencia de oxígeno (oxidante) o azufre (reductor) antagónicos, liberados por los microorganismos predominantes en el momento de la recolección de la muestra de suelo. Este método también conlleva evaluar los minerales, los que por su solubilidad, valencia y grado de oxidoreducción forman diferentes círculos radiantes sobre el papel impregnado o chromatograma. Para la interpretación de CCP, se consideran las distintas zonas que lo comprenden, como se puede apreciar en la Figura 1.



**Figura 1.** Zonas para la identificación y análisis de chromatograma (Restrepo y Pinhero, 2011).

10. Test de fitotoxicidad de Zucconi. Se determinó el índice de germinación de acuerdo al método de Zucconi y col. (1981) y a Trautmann y Krasny (1997), usando semillas de lenteja (*Lens culinaris*) y de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con tres y cinco réplicas respectivamente; utilizando 5 ml para las lentejas y 3 ml para las lechugas del extracto de compost y vermicompost; éste se obtuvo pesando en tubos de centrífuga 5 gramos de substrato en 25 mL de agua, agitando por 2 horas y centrifugando por 10 minutos a 3000 rpm.

11. Análisis estadísticos. Para el análisis de los resultados, se empleó la estadística descriptiva, específicamente el cálculo de los valores promedios con la respectiva desviación estándar.

Para la evaluación final del compost y el vermicompost, se utilizó la matriz propuesta por Thompson y col. (2001) presentada en la Figura 2, en la cual, a) se toma un análisis referido a la estabilidad, al respecto se utilizó la Respiración Basal ( $\text{CO}_2\text{C}$ ); y b) otro análisis con respecto a la madurez: en este caso, se empleó el Test de Fitotoxicidad de Zucconi. Luego los resultados se cruzan en la matriz, el producto final se puede clasificar en muy maduro, maduro e inmaduro.

		Indicador de Madurez		
		Muy Maduro	Maduro	Inmaduro
Indicador de Estabilidad	Muy Maduro	Muy Maduro		
	Maduro		Maduro	
	Inmaduro			Inmaduro

**Figura 2.** Matriz de evaluación de madurez. Se aplica cuando la relación C:N es igual o inferior a 25:1 (Modificado de Thompson *y col.*, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros analizados, se resumen en las Tablas 1 y 2, presentadas a continuación:

**Tabla 1.** Resultados de los análisis fisico-químicos realizados al compost y al vermicopost.

Parámetro medido	Compost	Vermicompost
pH	7,6	7,4
CE (dS/m)	1,3	1,6
%MO	$40,67 \pm 2,74$	$37,11 \pm 0,38$
%H	$7,71 \pm 0,24$	$6,44 \pm 0,23$
%COT	$23,59 \pm 1,59$	$21,52 \pm 0,22$
%Nt	$0,65 \pm 0,05$	$0,91 \pm 0,02$
C:N	36,3	23,7
W (g)	12,22	*
WHC (g) y (ml)	0,54 y 0,25	*
DA (g/ml)	0,47	*
Color	5YR2,5/1	5YR2,5/1

Fuente: Elaboración propia

\* Desviación Estándar

\* No se le realizó este análisis.

**Tabla 2.** Resultados de los análisis biológicos y bioquímicos realizados al compost y al vermicompost.

Parámetro medido	Compost	Vermicompost
Índice QBS-ar (grupo taxonómico/N ° organismos)	Coleópteros / 7 Colémbolos / 23 Ácaros / 10 Dípteros / 1 Hemíptera / 1 Otros / 2	*
Test "Z" de Minnesota (% ganado en peso por las lombrices)	- A los 7 días: -10.54% - A los 14 días: -5.83%	- A los 7 días: 1.25% - A los 14 días: -1.53%
Respiración basal (mg CO <sub>2</sub> /g carbono orgánico/día)	0,03	0,01
Cromatografía Circular de Pfeiffer (CCP)		
Test de fitotoxicidad de Zuccóni	- Lenteja: 112.01% - Lechuga: 319.4%	- Lenteja: 12.48% - Lechuga: 35%
- Lenteja - Lechuga		

Fuente: Elaboración propia.

± Desviación Estándar

\* No se le realizó este análisis.

En algunos países, se han establecidos normativas que indican cómo deben ser los protocolos a seguir para el análisis del compost y cuáles son los valores que se deben esperar para verificar que el material esté apto para su aplicación en suelos destinados al cultivo de rubros alimentarios. Por lo que, producto de la revisión de las normativas de Chile, México, España y los Estados Unidos, se construyó la Tabla 3, lo que permitió fundamentar unos valores propuestos para determinar una buena calidad del compost, de acuerdo con el parámetro analizado.

**Tabla 3.** Valores propuestos para analizar la calidad del compost.

Parámetro (metodología)	Valor (referencia)	Propuesta
%MO (LOI)	25% (legislación española: Costa y col., 1991) > o igual a 20% - Norma Chilena sobre compost y compostaje, NCh2880 (2004) 50% base seca. (Norma mexicana para humus de lombriz, NMX-FF-109-SCFI-2007).	Mayor o igual a 20%
Ntotal (Kjeldahl)	(0,4 –1,8 %.) (Nogales cit. Rivero, 1999) 1% (legislación española: Costa y col., 1991) > o igual a 0,5% (expresado en base seca). Norma Chilena sobre compost y compostaje, NCh2880 (2004) 1 – 4% (Norma mexicana para humus de lombriz, NMX-FF-109-SCFI-2007).	Mayor o igual a 0,5 % (expresado en base seca)
C:N	entre 15 y 20 (Centro de Técnicas Agrarias, 2001) <25% (maduro); >25% inmaduro (TMECC)	Menor o Igual a 25%
pH	7 – 8 (Centro de Técnicas Agrarias, 1981) Entre 5 y 8,5 - Norma Chilena sobre compost y compostaje, NCh2880 (2004); (Norma mexicana para humus de lombriz, NMX-FF-109-SCFI-2007).	Entre 5 y 8,5
CE	Turba: 440 mS/cm Estiércoles de pollo: 6.590mS/cm (Centro de Técnicas Agrarias, 2001) Se debe intentar mantener valores < 1,5 dS/m (Moreno y Moral, 2008) < o igual a 4 dS/m. (Norma mexicana para humus de lombriz, NMX-FF-109-SCFI-2007).	Menor o igual a 3 dS/m*
DA	0,5 –0,7 g/cm3. (Nogales cit. Rivero, 1999) 0,4 a 0,9 g/ml. (Norma mexicana para humus de lombriz, NMX-FF-109-SCFI-2007).	0,4 a 0,9 g/ml.
Temperatura	20 – 30°C (Centro de Técnicas Agrarias, 1981)	20 – 30 °C
Humedad	<40% (legislación española: Costa y col., 1991) Entre 30 y 45% -Norma Chilena sobre compost y compostaje, NCh2880 (2004)	<40%
Fitotoxicidad (TMECC)	>50% (Zucconi, 1981) >90% (muy maduro); 80 – 90 % (maduro); < 80% inmaduro (TMECC)	Mayor o igual a 80% de germinación.
Test Z de Minnesota (Lombrices – TMECC)	< 20% (muy maduro); 20 – 40 % (maduro); > 40% inmaduro (TMECC) (% ganado en peso por las lombrices)	Menor o igual a 40% de peso ganado
Respirometría (mg CO <sub>2</sub> -C/g/día)	<2% (muy estable); 2 – 4 % (estable); >4% inestable (TMECC) Emisión de CO <sub>2</sub> < 5 mg CO <sub>2</sub> -C/g C-compost (peso seco) (Garcia y col., 1992). < 2 mg CO <sub>2</sub> -C/g carbón orgánico/día muy estable; 2 – 5 estable; 5 – 10 moderadamente estable; 10 – 20 inestable; > 20 extremadamente inestable (Trautmann y Krasny, 1997)	Menor o igual a 5 mg CO <sub>2</sub> -C/g/ día (peso seco)

Fuente: Elaboración propia

\*De acuerdo con la Norma Chilena sobre compost y compostaje, NCh2880 (INN, 2004), se definen dos clasificaciones:

-Compost Clase A: Producto de alto nivel de calidad que cumple con las exigencias de metales pesados, su CE &lt; 3 dS/m y su relación C:N menor o igual a 25. Sin restricciones de uso.

- Compost Clase B: Producto de nivel intermedio de calidad que cumple con las exigencias de metales pesados, su CE &lt; 8 dS/m y su relación C:N menor o igual a 30. Este producto puede presentar algunas restricciones de uso si su CE es &gt;3dS/m.

Nota: TMECC (Thompson *y col.*, 2001).

De acuerdo con la data contenida en las Tablas 2 y 3, se efectuó el análisis pertinente de los resultados obtenidos para el compost y el vermicompost; así, para los parámetros analizados, se tiene:

El pH es adecuado en ambos compost (ligeramente alcalino); de acuerdo a la CE, se pueden clasificar como Compost Clase A (Producto de alto nivel de calidad, su CE < 3 dS/m). En cuanto al pH y la conductividad eléctrica, es oportuno señalar que los valores del pH, deben estar en los intervalos neutros, de manera que sean cónsonos con las condiciones para el desarrollo de las plantas y demuestre que no hay ácidos en altas concentraciones en el medio o por el contrario altas cantidades de grupos alcalinos; mientras que la CE que se direcciona a mostrar la cantidad de partículas en suspensión que permiten el intercambio de electrones para conducir electricidad, estos valores resultaron ser bajos, lo que indica que hay pocos sólidos totales, capaces de transportar electricidad; en ambos casos, el pH y la CE, resultarlos ser bajos, lo que coincide con lo planteado por Thompson *y col.* (2001), García (2012) y Barrera (2022).

En el caso del contenido de nitrógeno total, se obtuvo valores bajos, especialmente para el compost: 0.65% y un poco más alto para el vermicompost: 0.91%. Por esta razón, la relación C:N nos indica que el compost se encuentra inmaduro, con un valor de 36,3 el cual es mayor a 25; en cambio para el vermicompost, la relación C:N es de 23,7 que demuestra un producto maduro (menos de 25).

Estos bajos niveles de nitrógeno en el compost pueden ser signo de una alta actividad microbiana y por ende esto limitaría el N disponible para las plantas; pero al observar los resultados de la respiración para evaluar la cantidad de CO<sub>2</sub> producido por gramos de carbono total al día, los valores encontrados fueron muy bajos (0,03 compost y 0,01 vermicompost), entonces las muestras dan signos de baja actividad microbiana, posiblemente relacionada con la mineralización de materiales de degradación lenta como la celulosa y la lignina, los cuales inmovilizan parte del nitrógeno presente (Thompson *y col.*, 2001; García, 2012; Tighe *y col.*, 2014; Romero *y col.*, 2017).

Con relación a la capacidad de retención de agua, esta medida da una noción de las propiedades del compost para retener el agua; es decir, es un parámetro que demuestra en términos funcionales la calidad del compost. Otros aspectos tal como la porosidad, la densidad, y el tamaño del grano, por separado permitiría entender la estructura, pero en conjunto pueden interpretarse en la capacidad que tendrá el compost de almacenar agua. Esta no puede alcanzar un valor elevado ya que se generarian condiciones de hipoxia o anoxia, favoreciendo la supervivencia solo de aquellos microorganismos anaerobios. Adicionalmente, esta medida sola no sería determinante para establecer la calidad del compost (Thompson *y col.*, 2001).

La humedad en términos porcentuales es importante, ya que estaría incluida el agua generada por la respiración de los organismos y la que permanece en el compost por irrigación, dando así las condiciones para el movimiento de ciertas sustancias, así como procesos de osmorregulación, esto junto a la temperatura suelen cambiar durante la maduración del compost. En el momento de mayor actividad por parte de los microorganismos, la temperatura suele ser muy alta, y cuando disminuyen y se estabilizan dentro de los parámetros es porque se ha alcanzado la estabilidad o maduración de este.

La densidad aparente brinda información sobre la cantidad de materia en unidad de volumen de muestra seca, por lo que permite comprender el movimiento de sustancias y microorganismos a través del suelo o compost (García, 2012; Barrera, 2022).

Por su parte, el Test Z de Minnesota (Bioensayo con Lombrices – TMECC), arrojó que las muestras de compost y vermicompost están muy maduras, debido a que la diferencia entre la masa obtenida por las lombrices siempre estuvo por debajo del 20%, éstas ponen a prueba la calidad de la materia orgánica ya que la ingieren durante las dos últimas etapas del compostaje, por lo que el aumento de masa indica que tuvieron alimento para consumir (Thompson *y col.*, 2001).

Al calcular el índice QBS-ar (Tabla 4), se observa el rol ecológico de los artrópodos encontrados en el suelo, y de esta forma se pudo analizar la comunidad en el compost y en el suelo de referencia. Para esto se estableció un valor EMI (índice morfológico-ecológico) a los organismos que, de acuerdo con el método, se establece un valor entre 1 y 5 para organismos epígeos; es decir, superficiales o que no son del suelo. En los rangos intermedios se consideran los organismos hemiedáficos, o que están entre la zona de transición superficie-suelo. Finalmente, aquellos organismos propiamente edáficos, es decir, que sus adaptaciones son específicas para habitar y sobrevivir en el suelo, adquieren valores de 20 o cercanos a este. Se encontró mayor cantidad de especies edáficas y hemiedáficas en el compost que en el suelo, mientras que hubo mayor cantidad de especies epígeas en el suelo que en el compost (Menta *y col.*, 2018).

**Tabla 4.** Resultados del índice QBS-ar y los valores de EMI que determinan las formas de los artrópodos según sus adaptaciones al suelo.

Muestra	Grupo taxonómico	Nº de organismos	EMI	Forma
<b>Suelo</b>	Coleópteros	2	20	Edáfica
	Dípteros	5	1	Epígeas
	Himenóptera	3	5	Hemiedáficas
<b>Compost</b>	Coleópteros	7	20	Edáfica
	Colémbolos	23	20	Edáfica
	Acaros	10	5	Hemiedáficas
	Dípteros	1	1	Epígeas
	Hemíptera	1	1	Epígeas
	Otros	2	-	-

En cuanto al color de las muestras, se espera que un compost maduro esté en el rango de colores negro, marrón muy oscuro o marrón oscuro. Los tonos por debajo de esto suelen ser considerados como moderadamente maduros, y aquellos que arrojan tonos rojizos, grisáceos o amarillos suelen ser inmaduros. En los casos analizados, tanto el compost como el vermicompost fueron de color negro (5YR2.5-1), podría decirse entonces que son muestras que han alcanzado la madurez, coincidiendo con lo planteado por Thompson *y col.* (2001).

Para los análisis de las cromatografías circulares de Pfeiffer (CCP), se puede observar que en los dos casos hay zonas bien definidas, esto es coherente con muestras que no están degradadas, así como con una actividad enzimática alta para las muestras de compost y vermicompost debido a las “nubes” en los bordes entre cada uno de los círculos, esto último daría indicios de que aún no están estables o maduros estos abonos. En los dos casos, las dos primeras zonas que se corresponden al área central e interna se observa un buen color (blanco cremoso), y los caminos que marcan el paso de los minerales. Luego, en la zona intermedia para el compost se visualiza con mayor facilidad un tono marrón claro propio de la actividad enzimática, mientras que en el vermicompost es más oscuro y menos amplio. Aparentemente todos muestran una buena proporción de materia orgánica por las nubes enzimáticas que se forman al final de los surcos que se forman en el borde externo. Finalmente, en la zona externa denotada por ese círculo más claro que se difumina con el papel que son de color marrón claro, muestra que en el vermicompost hay alta actividad enzimática, pero en el vermicompost donde esos surcos no son tan marcados y al igual que en el compost son más redondeadas y menos diferenciadas (Restrepo y Pinhero, 2011).

Por otra parte, de acuerdo con Hernández-Rodríguez *y col.* (2021), el contenido de MO está relacionado con la zona central del cromatograma, si esta aumenta, refleja altos contenidos de MO, como ocurre para el compost y el vermicompost; por otra parte, la presencia de nubes en la zona externa del cromatograma se ha relacionado con la abundancia y variedad de nutrientes, que para los casos estudiados, no están muy desarrolladas; los mismos autores señalan, que el CCP es una herramienta sencilla y rápida para el análisis integral de propiedades físicas, químicas y biológicas.

En el Test de Fitotoxicidad de Zucconi, la determinación del índice de germinación (IG) para el compost resultó como maduro utilizando semillas de lenteja y de lechuga; en cambio el vermicompost resultó inmaduro para ambas semillas (12.48% para lenteja y 35% para lechuga). Se probó con semillas de lenteja, porque tenían un alto índice de germinación (90%), en cambio, la lechuga un 28%. Al utilizar las semillas de estas dos especies diferentes, los resultados fueron similares; sin embargo, de acuerdo con Illera *y col.* (2011), la lechuga es la especie que mejor muestra la evolución

de la fitotoxicidad a lo largo del proceso de compostaje. Moreno y Moral (2008) señalan que es difícil establecer la causa exacta de la fitotoxicidad de un compost por lo que reportan distintas posibles causas: presencia de compuestos inhibidores de la germinación, persistencia de compuestos tóxicos en condiciones de insuficiente aireación, presencia de altas concentraciones de componentes tóxicos tales como amoníaco, fenoles y lípidos y óxido de etileno.

## CONCLUSIONES

En consideración al título del trabajo, el objetivo del mismo y los resultados de los diversos análisis, a continuación, se concluye:

1. Respecto a los parámetros analizados:
  - 1.1. Los datos obtenidos en los análisis del pH, CE, DA, % humedad, %MO y %COT, el color, la respirometría y el Test Z de Minnesota, se encuentran en rangos aceptables de madurez, tanto para el compost como el vermicompost.
  - 1.2. El Test Z de Minnesota y el índice QBS-ar mostraron evidencias de la salud de los compost analizados, dada su baja toxicidad para las lombrices rojas californianas (*E. foetida*) y por la variedad de artrópodos presentes.
  - 1.3. La relación C:N para los compost estudiados, indican que el vermicompost se encuentra maduro; en cambio el compost aún no, debido muy probablemente a la baja disponibilidad de Ntotal, por la inmovilización del nitrógeno del medio y a una baja actividad microbiana, relacionada con la degradación de compuestos tales como la celulosa y la lignina, materiales con los que se elaboró el mismo.
  - 1.4. Las cromatografías circulares de Pfeiffer (CCP), para los compost estudiados indican que las muestras no están bien degradadas, que presentan una actividad enzimática alta, por lo que aún no están estables o maduros.
  - 1.5. El Test de Fitotoxicidad de Zucconi, determinó que el compost resultó como maduro; en cambio el vermicompost inmaduro.
2. Al utilizar la matriz de evaluación de la madurez de un compost propuesta por Thompson y col. (2001), se puede concluir que el compost, está inmaduro y que el vermicompost alcanzó su madurez.
3. Al comparar los distintos resultados obtenidos para los compost analizados, se aprecia que es difícil definir la calidad de los mismos con un solo parámetro, de allí que se deben realizar distintas consideraciones que presenten una realidad y suficientes elementos para lograr conclusiones más precisas.
4. De los análisis realizados, la relación C:N, la Respiración Basal (CO<sub>2</sub>.C), la Cromatografía Circular de Pfeiffer y el Test de Fitotoxicidad de Zucconi, representan pruebas sencillas y que aportan elementos sustantivos para determinar la calidad del compost.

Se recomienda ampliar las indagaciones en cuanto a la actividad enzimática; así como, análisis de presencia de malezas, presencia de metales pesados y sustancias que generen toxicidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al FONACIT, por el aporte realizado en el marco del Proyecto: “Efecto de micorrizas arbusculares, compost y biol, en el componente microbiológico indicador de la fertilidad del suelo en cultivo de café (*Coffea arabica*), fase de implementación, Hacienda Cocollar, Caripe, Estado Monagas” CFP N° 2023000130; el cual permitió tener los equipos y reactivos que facilitaron la realización de los análisis. Por otra parte, gracias a los estudiantes Matías Hernández, Reyna Prieto, Carmen Camejo, Sebastián Cestari y Carlos Rodríguez, por participar en el curso del Postgrado de Ecología, del IZET-UCV, denominado “Formulación, caracterización y beneficio de enmiendas orgánicas”.

## **LITERATURA CITADA**

- Bailón-Rojas, M. R. y N. Florida-Rofner. 2021. Caracterización y calidad de los compost producidos y comercializados en Rupa Rupa-Huánuco. *Enfoque UTE* 12(1):1-11.
- Barrera, C. 2022. Evaluación de la Composta producida en la Planta de Compostaje de Zalapa Veracruz. [Proyecto de Especialización] Universidad Veracruzana. Recuperado de: <https://cdigital.uv.mx/>.
- Centro de Técnicas Agrarias, Dirección General de Tecnología Agraria, Departamento de Agricultura, Gobierno de Aragón. 2001. Producción y gestión del compost. Informaciones Técnicas, N° 88, año 2000. Segunda Edición. Zaragoza, 32 p.
- Costa, F., C. García, T. Hernández y A. Polo. 1991. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. En: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Editorial CEBAS - CAJA MURCIA. España, 181 p.
- Doran, J. y M. Zeiss. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15:3-11.
- García, J. 2012. Efectos de los Compost sobre las Propiedades del Suelo: Evaluación Comparativa de Compost con Separación en Origen y Sin Separación en Origen. [Tesis de Maestría] Universidad Politécnica de Cartagena Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/60425637.pdf>
- Hernández-Rodríguez, A., B. Ochoa-Rodríguez, D. Ojeda-Barrios, J. Jiménes-Castro, R. Sánchez-Rosales, M. Rodríguez-Roque y E. Sánchez-Chávez. 2021. Patrones para estimar la fertilidad del suelo mediante la técnica de cromatografía de Pfeiffer. *Terra Latinoamericana* 39:1-12. E844.
- Illera-Vives, M., A. López-Fabal y M.E. López-Mosquera. 2011. Evaluación de la fitotoxicidad de un sustrato a base de compost de algas y restos de pescado. *Actas de horticultura* 59:28-31.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). 2004. *Compost. Clasificación y requisitos. Norma Chilena Oficial, NCh2880.Of2004. Chile.* 27 pp.
- Menta, C., F. Conti, S. Pinto y A. Bodini. 2018. Soil Biological Quality index (QBS-ar): 15 years of application at global scale. *Ecological Indicators* 85:773-780.

- Moreno, J. y R. Moral. 2008. *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 570 pp.
- Moreno, J., R. Moral, J. García, J. Pascual y M. Bernal. 2015. De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. Edición de la Red Española de Compostaje Ediciones Mundi-Prensa, S.A. 290 p.
- Munsell Soil-Color Charts, 2023. Produced by Munsell Color X-rite.Michigan, USA. Munsell.com.
- NMX-FF-109-SCFI-2007, Dirección General de Normas de México. 2007. Humus de Lombriz (Lombricomposta) - Especificaciones y métodos de prueba. Dirección General de Normas de México, México, DF. 29 pp.
- Palacios, J. y B. Mejia. 2007. Técnicas de colecta, montaje y preservación de microartrópodos edáficos. 1º Edición. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, México 04510, D. F.
- Restrepo, J. y S. Pinhero. 2011. *Cromatografía, Imágenes de vida y destrucción del suelo*. Impresora Feriva. Cali, Colombia. 240 pp.
- Rivero, C. 1999. Materia orgánica del suelo. *Rev. Fac. Agron. (Maracay) Alcance* 57:212.
- Romero, A., E. Suárez, M. Macías, Y. Gómez y L. Lozano. 2017. Diseño Experimental para la Obtención de Compost apto para uso Agrícola a Partir de Lodo Papalero Kraft. *Espacios* 38(2) Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/>.
- Staffilani, F., C. Menta y F. Conti. 2021. QBS-ar in soil biodiversity monitoring: the experience of Emilia-Romagna Region. Cartel publicado en: Global Symposium on Soil Viability, 19-22 april. Descargado el 18 de julio de 2021 de: <http://www.fao.org/>.
- Tighe, R., G. Leonelli, R. Montalba, C. Cavieres y D. Morales. 2014. Caracterización de Compost a Base de Espinillo en Relación a la Norma Chilena N°2880. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):347-355.
- Thompson, W., P. Leege, P. Millner y M. Watson. 2001. Test Methods for the Examination of Composting and Compost (TMECC). Prepared for: the U.S. Composting Council Research and Education Foundation (USCCREF) and U.S. Department of Agriculture (USDA).
- Tratmann, N. y M. Krasny. 1997. Composting in the classroom. Funding: National Science Foundation, Cornell Waste Institute and Cornell Center for the Environment. Edition: Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 116 p.
- U.S.D.A. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N° 42. Versión 3.0. Washington DC, United States of America.
- Villalba, L. 2011. *Cuaderno 1. Caracas Sana. Ambiente y Residuos Sólidos*. Caracas: Asociación Civil Por la Caracas Posible. Caracas, Venezuela. 36 pp.
- Zucconi, F., A. Pera, M. Forte y M. Bertoldi. 1981. Evaluating Toxicity of Immature



*ACTA BIOLOGICA VENEZUELICA*, Vol. 45 (1) Especial 2025

Diagramación: Ana Bonilla

Diciembre de 2025

Instituto de Zoología y Ecología Tropical - UCV

Publicación electrónica de libre acceso  
mediante el portal SABER-UCV:

[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista\\_abv](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_abv)

y la página web del Instituto de Zoología y Ecología Tropical:

[itz.ciens.ucv.ve](http://itz.ciens.ucv.ve)

## **INSTRUCCIONES A LOS AUTORES**

**INFORMACIÓN GENERAL.** *Acta Biologica Venezolana* es una revista científica, especializada, arbitrada e indexada, editada por el Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. *Tiene por objeto la publicación de trabajos originales de investigación en las diferentes áreas de la Biología.* Los manuscritos remitidos a la revista deberán ser inéditos y no estar siendo considerados para su publicación en otros medios. Se consideran (a) Artículos escritos en español, inglés y portugués, (b) Revisiones Invitadas, (c) Revisiones libres, (d) Trabajos Seriados, cuando el autor(es) remita la serie completa de manuscritos, (e) Notas Científicas, de menos de 10 páginas y (f) Trabajos y/o Revisiones producto de eventos científicos o Jornadas de investigación. La revista se edita en dos números que constituyen un volumen anual.

**PREPARACIÓN DE MANUSCRITOS.** Los manuscritos estarán escritos en español, inglés o portugués, tamaño carta y a doble espacio. Cada trabajo constará de: Título (español e inglés), Autor(es), Resúmenes (español e inglés), Palabras clave (español e inglés), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Literatura Citada. Los trabajos que carezcan de alguna(s) de dichas secciones también seguirán ese orden. Se deberá enviar el manuscrito completo (texto, tablas y figuras) en versión electrónica al correo: [acta.biol.ven@gmail.com](mailto:acta.biol.ven@gmail.com).

**Título.** La primera página del manuscrito incluirá el título del trabajo en el mismo idioma que el texto, además deberá incluir el título en inglés o español dependiendo del idioma utilizado en el cuerpo del trabajo. El título debe ser breve (máximo 15 palabras), específico y dar una idea clara del propósito del trabajo; no contendrá nombres de autoridades ni fechas de los nombres científicos. Deberá incluir igualmente el nombre del autor(es), correo electrónico, título abreviado (running head) e indicar el autor de correspondencia.

**Palabras clave.** Se deberán suministrar un máximo de 5 palabras en español e inglés, diferentes de las que aparecen en el título.

**Resumen.** Se requiere un resumen en español y otro en inglés, cada uno de 250 palabras como máximo. Deberán aparecer en ese orden y en ellos deberá indicarse el objetivo, los principales resultados y las conclusiones del trabajo.

**Texto.** Se deberá utilizar letra Times New Roman de 12 puntos. Los márgenes deberán ser al menos 2.5 cm. Todas las páginas del trabajo deberán numerarse en forma consecutiva y toda medida deberá referirse al Sistema Métrico Decimal Internacional. Los nombres científicos en itálicas (cursivas). Ninguna porción del texto deberá subrayarse. Se recomienda no usar notas al pie de página. Trate de evitar el uso de caracteres especiales y/o de difícil reproducción. Las Tablas y Figuras deberán incluirse en el texto en el lugar de la cita.

**Tablas.** Las tablas deberán presentarse incluidas en el texto en el lugar de su cita, en arte final, numeradas en orden consecutivo, sin líneas verticales. La información contenida en las tablas no deberá repetirse en el texto o las figuras.

**Figuras.** Las figuras deberán presentarse incluidas en el texto en el lugar de su cita, se numerarán en el texto en orden consecutivo (ejemplo: Figura 1, Figura 2a), en formato de imagen (escalas de grises o color). Todo mapa, foto o dibujo debe incluir una escala gráfica. Evitar caracteres especiales o de difícil reproducción para indicar áreas en las figuras. Las leyendas de las figuras deberán ser explícitas, escritas a doble espacio dentro del Manuscrito.

Agradecimientos y apéndices. Los agradecimientos (si los hubiere) se colocarán al final del manuscrito y anterior a la literatura citada. Sólo se publicarán apéndices si es estrictamente indispensable y si su contenido se discute en el texto. Los mismos se ubicarán al final del trabajo.

Citas. Se utilizará el sistema internacional o método de citas en el texto, por ejemplo, (Scorza, 1968); Scorza (1968); (Menezes y Vanzoler, 1992); Menezes y Vanzoler (1992); (Scorza *y col.*, 1998); Scorza *y col.* (1998), citados en orden cronológico desde el más antiguo.

Literatura citada. Se incluirán en esta sección sólo los trabajos citados en el texto, según los siguientes formatos:

Revistas:

Scorza, J.V. 1968, Observaciones sobre las aves del Parque Canaima. *Acta Biol. Venez.* 15(2):1-14.

Scorza, J.V., R. Ramírez y F. Tejero. 1998. *Culex* un problema de salud en el Valle de Caracas. *Acta Biol. Venez.* 20(3):23-30.

Libros: Pearsall, N.H. 1950. Mountains and Moorlands. London, Collins Publ., 375 pp.

Capítulos de libros: Menezes, N. y P. Vanzoler, 1992. Reproductive Characteristics of Characiformes. En: *Reproductive Biology of South American Vertebrates* (W. Hamlett, Ed.), Springer Verlag. Cap. 4:60-70.

Publicaciones electrónicas: Parliament of South Australia. 2000. Inquiry into Tuna Feedlots at Louth Bay. Environment, Resources, and Development Committee, 38th Report, 3rd Session of 49th Parliament. Adelaide, South Australia. [www.parliament.sa.gov.au](http://www.parliament.sa.gov.au).

COSTO DE PÁGINA Y SEPARATAS. *Acta* no solicita ningún cobro por concepto de publicación.

CORRESPONDENCIA Y DIRECCIÓN: Toda la correspondencia deberá dirigirse a: Dra. Ana Bonilla - Directora-Editora *Acta Biologica Venezuelica*. Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas 1041-A, Venezuela. Correo: [acta.biol.ven@gmail.com](mailto:acta.biol.ven@gmail.com).



[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista\\_abv/issue/archive](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/revista_abv/issue/archive)

**Vol. 45, No. 1 Especial, Abril 2025**

**Vol. 45, No. 1 Special, April 2025**

Dep. Legal 195102DF414 – VEISSN 0001-5326

CONTENIDO	EDITORIAL	CONTENTS	EDITORIAL
Trujillo y Griffon. Avances en Agroecología	ix	Trujillo & Griffon. Advances in Agroecology.	ix
<b>ARTÍCULOS: Avances en Agroecología</b>		<b>ARTICLES: Advances in Agroecology</b>	
Benítez y col. Agricultura familiar Agroecológica en Paraguay.	183	Benítez et al. Agroecological Family Farming in Paraguay.	183
Blones y col. Plantas con fines terapéuticos, Guaicaipuro, Miranda.	197	Blones et al. Plants with Therapeutic Purposes, Guaicaipuro, Miranda.	197
Bravo y col. Frutas subutilizadas y cambio climático.	209	Bravo et al. Underutilized Fruits and Climate Change.	209
Camacho y col. Biofertilizantes en la aclimatación de plántulas <i>in vitro</i> .	233	Camacho et al. Biofertilizers in the Acclimatization of <i>in vitro</i> Seedlings.	233
Castro y Hernández. Manejo Regenerativo de la Materia Orgánica.	243	Castro & Hernández. Regenerative Management of Organic Matter.	243
Céspedes y col. Diálogo de Saberes para Transición Agroecológica.	267	Céspedes et al. Dialogue of Knowledges for Agroecological Transition.	267
Flores y col. Producción Agroecológica de Café en Los Altos Mirandinos.	289	Flores et al. Agroecological Coffee Production in Los Altos Mirandinos.	289
González y col. Sostenibilidad en la Producción de Lechuga.	299	González et al. Sustainability in Lettuce Production.	299
Griffon. Los Sabores de la Agroecología.	313	Griffon. The Flavors of Agroecology.	313
Griffon y Pino. Análisis de Invasión a un Agroecosistema.	329	Griffon & Pino. Analysis of Invasion in an Agroecosystem.	329
Hernández y col. Influencia de cobertura en siembras de maíz sobre el fósforo.	351	Hernández et al. Influence of cover crops on phosphorus in corn plantings.	351
Martínez y col. Agrobiodiversidad Vegetal en Agricultura Urbana.	361	Martínez et al. Plant Agrobiodiversity in Urban Agriculture.	361
Morros. Acompañamiento en Reconversion Ecológica.	383	Morros. Accompaniment in Ecological Reconversion.	383
Ochoa. Impacto de la agroecología en la subjetividad de actores urbanos.	395	Ochoa. Impact of Agroecology on the Subjectivity of Urban Actors.	395
Villalba y Acosta. Métodos para determinar Calidad de Compost.	413	Villalba & Acosta. Methods to Determine Compost Quality.	413