

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 merma 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 nuevas líneas de investigación para apuntalar 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 (Padulosi *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°C/10 años y las temperaturas mínimas aumentaron en 0,37°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.

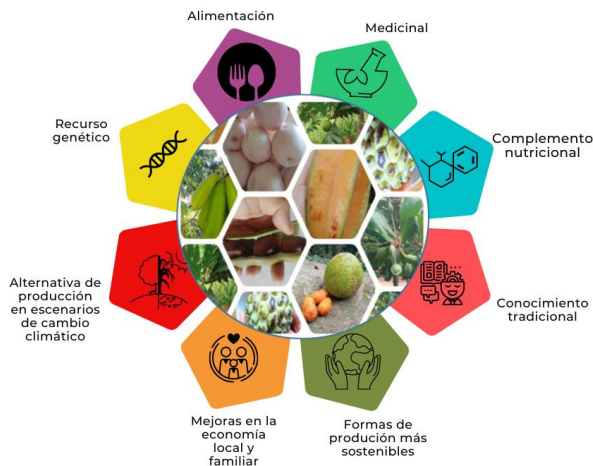


Figura 1. Potencialidades de las frutas subutilizadas frente a escenarios de cambio climático (Elaboración propia).

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- estarían 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), estarían limitando de manera dramática las posibilidades de desplazamiento de la distribución y adaptación de las especies a nuevos espacios, o simplemente, las estarían 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 periodo 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 disrupciones

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.

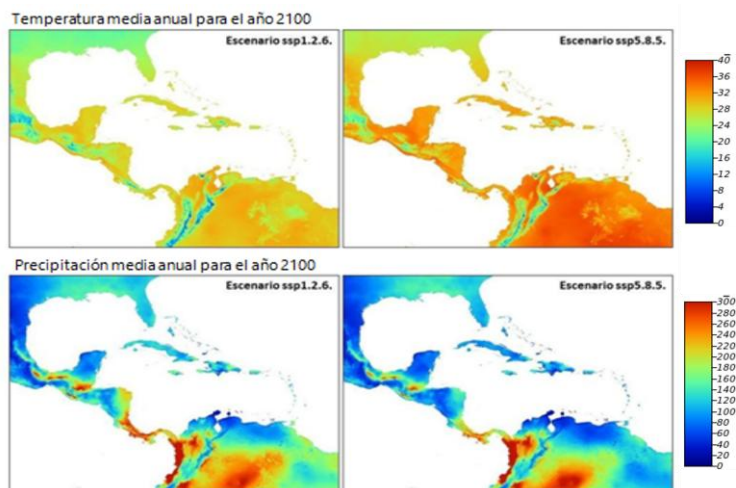


Figura 2. Escenario de temperatura y precipitación para la región del Caribe según las trayectorias 2.6 y 8.5 para los años 2080-2100. Basado en el modelo HadGEM3-GC31. Elaborado por Carlos Méndez V.

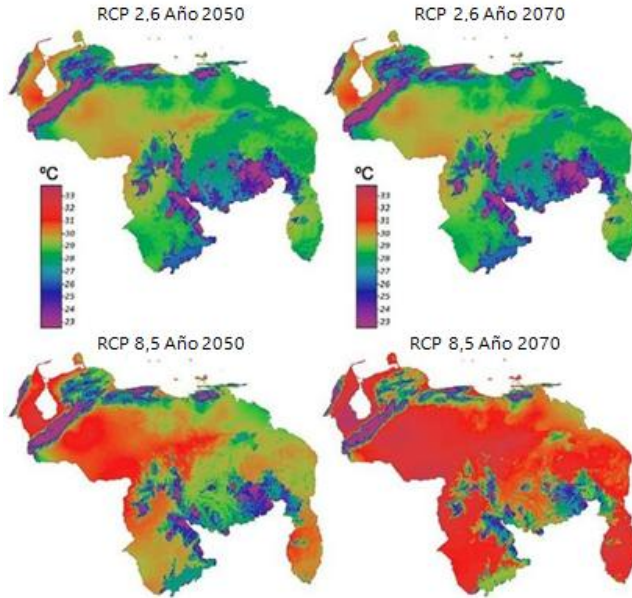


Figura 3. Temperatura (°C) esperada (años 2050 y 2070) según los escenarios para las trayectorias de emisiones RCP 2.6 y RCP 8.5 (promedio de los modelos HadGEM2-ES y IPSL-CM5A-LR). Tomado de Méndez *y col.*, 2017.

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.), pijiguao (*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 y col., 1994. Nombres indígenas y usos de algunas plantas de bosques de la Gran Sabana (Venezuela): una introducción a la etnobotánica regional	30	Bolívar	Makarinyec (<i>Tapiria guianensis</i> Aubl), chimanayek (<i>Catostemma</i> sp. nova), yoronwaraiyek (<i>Maitenus guianensis</i> Reissek), kanwayaiyek (<i>Clethra guianensis</i> Reissek Kl. Ex Meis), kaicharacunyek (<i>Reedia</i> sp.), <i>Mahurea exstipulata</i> Benth., ychakayek (<i>Byrsonima concinna</i> Benth.), poureyek (<i>Birsonima crassifolia</i> (L.) H. B. K.), poroyek (<i>Inga</i> (sect. <i>Bourgonia</i> sp.), kuranyec (<i>Inga umbellifera</i> (Vahl) Steud), kuranyec (<i>Inga thibaudiana</i> DC.), karayek (<i>Inga heterophylla</i> Willd.), sakariyek (<i>Bellucia grossularoides</i> (L.) Triana), yarakey (Henriettea ramiflora (Sw.) DC., (<i>Pouroma melonoi</i> Benoist subesp melinoii), maikanpimiuyek (<i>Callyptranthes pulchella</i> DC.), maikampimiuyek (<i>Eugenia puricifolia</i> (H. B. K.) DC.), pavaruyek (<i>Marlierea ferruginea</i> (Poir.) Mc Vaugh), pavaruyek (<i>Myrcia</i> sp.), pikokyek o guayabo sabanero (<i>Psidium guineense</i> Sw.), kuaiyek (Mauritia flexuosa L. f), akorumanyek (<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.), abrosá (<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth yBouché), warimauryek (<i>Quina cruegeriana</i> Griseb.), ivarkanakatapuyek (<i>Duroia</i> cf. <i>genipoides</i> (Spruce) Hook f), ivarkanakatuyepok (<i>Duroia retrorsipila</i> Steyer. m.), balatakyek (<i>Neoxythee</i> ?), yoronyek (<i>Pradosia beardii</i> (Monachino) T. D. Penn.), ekiyamuyek (<i>Herrania</i> sp.), Nombres comunes indígenas (Patamona).	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.) Radkl.), 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.), 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.) Aist.).	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</i> spp., <i>Desmoncus orthacanthos</i> Mart., <i>Vasconcellea microcarpa</i> (Jacq.) A. DC, <i>Passiflora ambigua</i> Hensl., <i>Pradosia gisebachi</i> (Pierre) T. D. Penn, <i>Renalmia 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.) Radkl.).	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>), curagua (<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.) Aist.).	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	Sucree	Algarrobo (<i>Hymenaea courbaril</i> L.), almendrón (<i>Terminalia catappa</i>), anón (<i>Annona reticulata</i>), árbol del pan (<i>Artocarpus altillisi</i>), castaño (<i>Artocarpus camansi</i>), cautaro (<i>Cordia dentata</i>), chiguichigui (<i>Bromelia karatas</i>), corozo (<i>Acrocomia aculeata</i>), cotoperiz (<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.), manirote (<i>Annona purpurea</i>), maya (<i>Bromelia chysantha</i>), merere (<i>Lycania pirifolia</i>), merrey (<i>Anacardium occidentale</i>), morera (<i>Morus alba</i>), moriche (<i>Mauritia flexuosa</i>), Nispero del Japón	Antropología

			(<i>Eriobotrya japonica</i>), pesjua (<i>Syzygium cumini</i> L.), pepino de monte (<i>Cucumis anguria</i>), pitahaya (<i>Hylocereus andatus</i>), pitigüey (<i>Melocactus curvispinus</i>), ponsigüé (<i>Ziziphus mauritiana</i>), pomalaca (<i>Syzygium malacense</i>), pomarrosa (<i>Syzygium jambos</i>), quimbombó (<i>Abelmoschus esculentus</i> L.), sarrapia (<i>Diphisa punctata</i>), tamarindo chino (<i>Averrhoa carambola</i> L.), tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>), tuna española (<i>Opuntia ficus-indica</i>), vinagrillo (<i>Averrhoa bilimbi</i> L.), zapote (<i>Calocarpum mammosum</i>).	
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</i> L.	Anacardiaceae	América tropical	Florece en estación seca y dura de 3 a 4 meses	M	H	Au/Al	Zc
Jobo de la India	<i>Spondias dulcis</i> Park	Anacardiaceae	Asia tropical u Oceanía	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/Al	Zc
Jobito	<i>S. mombin</i> L.	Anacardiaceae	América tropical	Fructifica en pico de sequía (noviembre a enero)	M	H	Au/Al	Zc
Ciruela de hueso roja	<i>S. purpurea</i> L.	Anacardiaceae	América tropical	Fructifica de marzo a junio	M	H	Au/Al	Zc/A
Ciruela de hueso amarilla	<i>S. purpurea</i> L. var <i>Lutea</i> (Mac.)	Anacardiaceae	América tropical	Fructifica de marzo a junio	M	H	Au/Al	Zc/A
Chirimoya	<i>Annona cherimolia</i> Mill.	Annonaceae	Andes tropicales	Florece y fructifica a finales de estación seca	M	H	Au/Al	Zc
Manirito	<i>A. jahnii</i> Safford.	Annonaceae	Norte de Sudamérica	Fructifica finales de la estación seca e inicio de la estación lluviosa	M	H	Au/Al	Zc
Manirote	<i>Annona purpurea</i> Moc. y Sessé	Annonaceae	Venezuela	Fructifica de mayo a septiembre	M	H	Au/Al	Zc
Riñon	<i>A. squamosa</i> L.	Annonaceae	América tropical, crece silvestre al norte de Australia	Fructifica de mayo a septiembre	M	H	Au/Al	Zc
Corozo	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Arecaceae	América tropical	Frutos finales de verano	M	U	Au/Al	Zc
Pijigao	<i>Bactris gasipaes</i> HBK	Arecaceae	Amazonia, probablemente	Fructifica 2 veces al año, pico en sequía (enero a abril)	D	U	Al	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>Mannea 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 pyriformis</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>Campsiandra 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 Micheli	Fabaceae	Andes tropicales	Fructifica dos veces al año, coincidiendo con los periodos 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 Moc. 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> Blanco	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	Al	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	Al	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/Al	Ze/Zo
Pesjua	<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	Myrtaceae	Nativa de la región Indo-Malaya	Fructifica de agosto a octubre	M	H	Au/Al	Ze
Poma rosa	<i>S. jambos (L.) Alston</i>	Myrtaceae	Nativo del Archipiélago Malayo y de Myanmar	Fructifica al final de la estación lluviosa, de julio a septiembre	M	H	Au/Al	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/Al	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/Al	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	Al	Ze
Parcha badea	<i>Passiflora quadrangularis L.</i>	Passifloraceae	América tropical	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/Al	Ze/Zo
Ponsigue	<i>Ziziphus mauritiana Lam.</i>	Rhamnaceae	India	Fructifica 2 veces al año, Pico en sequia noviembre a abril	M	H	Au/Al	Ze
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus Jacq.</i>	Sapindaceae	América tropical	Fructifica todo el año. Pico en lluvia	M	H/U	Au/Al	Ze
Cotoperiz	<i>Talisia olivaeformis (H.B.K.) Radlk</i>	Sapindaceae	México	Fructifica en la estación seca de diciembre a abril	M	H	Au/Al	Ze/Zo
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	América tropical	Fructifica en sequia. De diciembre a abril	M	H	Au/Al	Ze
Caimito	<i>Chrysophyllum caimito L.</i>	Sapotaceae	Centroamérica y el Caribe	Frutos de octubre a mayo	M	H	Au/Al	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 sequia	M	H	Au/Al	Ze
Sigonzal	<i>Pouteria</i>	Sapotaceae	América	Fructifica en	M	H	Au/Al	Ze

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

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

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, erraticidad 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. Tomiya, 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. Aliniaefard, 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/at.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 Venezuelica* 30(2): 327–344.
- Duarte-Casar, R., N. González-Jaramillo, N. Bailón-Moscote, 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&pid=S131564112009000300007&lng=es&esytng=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 Venezuelica* 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.
- 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. Tignory T. Waterfield (eds.)). Cambridge University Press, 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 Venezuelica* 40(2): 211–237.
- Knez, 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.

- 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. Roupael, 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. Nikonova y C. Buendía. 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.
- 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. Sthormes. 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.
- Peduruheewa, 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. *Borplandia* 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 y Innovation. Springer, Cham. 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-Rodriguez. 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: ecogonía en el páramo venezolano*. Caracas, Venezuela: Ediciones IVIC, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). 622 p.