

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela

Aida Ortiz^{1*} y Luis López²

¹Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela.

²Laboratorio de Maleza, Instituto de Agronomía. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Las evidencias actuales sitúan la introducción del cultivo del arroz en Venezuela en algún momento del siglo XVI, muy probablemente desde la isla La Española. Sin embargo, de acuerdo con los datos provenientes de la literatura “no convencional” o literatura gris, especialmente informes del Banco Agrícola y Pecuario (BAP) y de los distintos Ministerios de Agricultura, es a comienzos del siglo XX cuando el consumo de arroz comienza a tener importancia en la dieta de la población venezolana. Según estos informes, en 1901 el país adquiría en el extranjero casi toda la “voluminosa” cantidad de arroz que necesitaba, la cual era de 1 700 t.

De manera general, existe la creencia (o se nos ha hecho creer) que el cultivo del arroz se inicia en el país a partir de 1949 mediante el impulso del Plan Arrocero promovido por la Corporación Venezolana de Fomento (CVF). Lo realmente cierto es que a partir de ese momento comienza el proceso de expansión de la siembra de este cereal.

La incorporación progresiva de la actividad petrolera en las décadas segunda y tercera del siglo XX tuvo un efecto de impacto innovador en la economía tradicional y en los patrones de consumo de alimentos. El aumento de la población, y de las divisas dispara la importación de arroz. En las memorias del Ministerio de Salubridad y Agricultura y Cría (1931-1936) se señala una intensa campaña de fomento arrocero y por la supresión de las respectivas importaciones, distribuyendo semillas abundantemente. Ello acompañado con demostraciones de campo y estudios encaminados a determinar regiones adecuadas para la pro-

*Autor de correspondencia: Aida Ortiz

E-mail: ortiza@agr.ucv.ve

ducción. Los resultados no fueron los esperados pues en 1936, cuando se crea el Ministerio de Agricultura y Cría, las importaciones de arroz se aproximaban a las 13 000 t. El nuevo gobierno impulsa igualmente la producción local y se continúan los programas de distribución de semillas y promoción del cultivo. En las memorias del MAC se menciona que en 1939 se repartieron 117 800 kg de semillas. También se inicia la instalación de pequeños molinos de arroz, los cuales son traspasados al Banco Agrícola y Pecuario en 1940. Esta acción conjuntamente con el establecimiento de los precios mínimos en la campaña 1942-43 fue de gran importancia para el fomento del cultivo, pues además de los centros de recepción, se garantizaba una adecuada rentabilidad a los productores.

Con respecto de la investigación, en 1943 se inician los trabajos de mejoramiento genético del arroz en el Departamento de Genética del Instituto Experimental de Agricultura y Zootecnia (MAC), orientados hacia la búsqueda de variedades de alto rendimiento en grano, resistente a enfermedades y de ciclo corto a intermedio (< 170 días), para escapar de las migraciones del pájaro arrocero. Entre las variedades de entonces destacan Zenith y Blue Bonnet, siendo ésta última la más recomendada.

Este Instituto jugaría un papel fundamental para el éxito del Plan Arrocero de la CVF contribuyendo con servicios de apoyo a la producción, tales como estudios de suelo y planes de fertilización, así como recomendaciones para el control de insectos plagas y enfermedades.

En 1946 se crea la CVF, y en 1949 da inicio al Plan Arrocero, con la puesta en práctica de un mecanismo novedoso: el crédito dirigido, el cual viene a completar el círculo de producción con el soporte del BAP, los molinos de arroz distribuidos por todo el país, y los servicios de investigación, asistencia técnica y extensión del MAC.

Pocas veces, desde el sector público, se han desarrollado en el país, planes agrícolas tan exitosos como este. Efectivamente, de una superficie promedio de 39742 ha/año en el cuatrienio 1948-1952, el área cosechada casi se triplica en los siguientes 40 años para alcanzar las 121786 ha/año¹ en el lapso 1986-1989. Aun mas resaltante es el hecho de que la producción arrocera se decuplica en ese mismo periodo ascendiendo desde 48682 t hasta 373320 t de arroz paddy (Figura 1). Ello producto de la incorporación de las siembras bajo riego, los avances varietales logrados por la revolución verde, y mejores prácticas de manejo del cultivo. Coincide también con este período, el desarrollo de las ciencias agrícolas y la modernización de la agricultura del país, a lo cual contribuyen notoriamente, los egresados de la Facultad de Agronomía de la UCV, la creación del Instituto Nacional de Agricultura, posteriormente Centro de Investigaciones Agrícolas, así como la construcción de los sistemas de riego públicos: Río Guárico y Las Majaguas.

En la década de los 90, la producción continuará en ascenso y se duplicará, debido al empleo de modernas variedades, y muy particularmente, por el uso adecuado de prácticas culturales, como la fertilización y el control de plagas, que permiten la expresión del potencial de rendimiento de estas variedades.

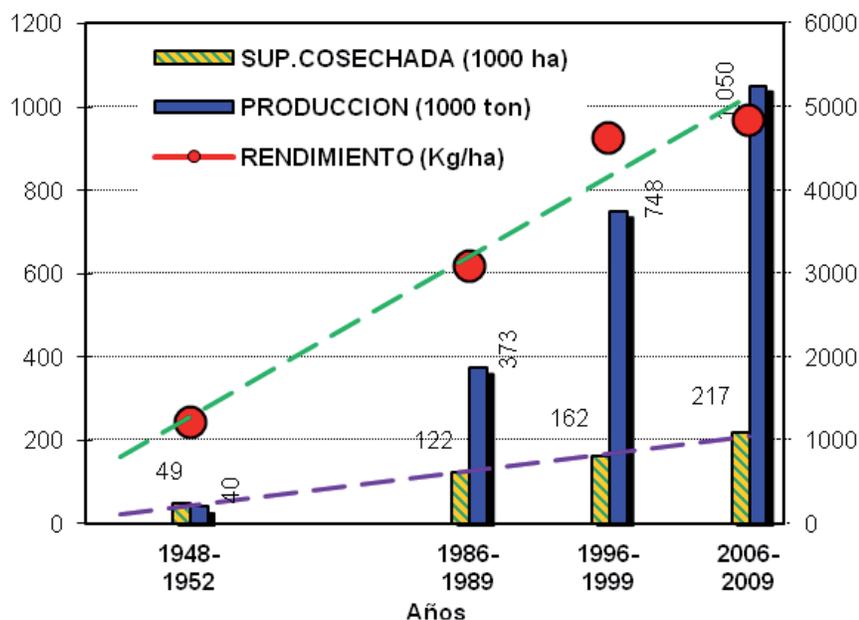


Figura 1. Producción, superficie cosechada y rendimiento del arroz en Venezuela en el período 1948-2009 (Anuario estadístico Agropecuario MAC).

El arroz Venezolano del Siglo XXI

A mediados del siglo pasado, el arroz se cultivaba en casi todas las dependencias federales del país, con el soporte de pequeños molinos y luego de pequeñas industrias. Paralelamente con la expansión del cultivo y su productividad, tanto el modelo como los sistemas de producción y procesamiento del arroz sufrirían una radical transformación, es así que a finales de siglo, el 90% la producción de arroz se concentra en los estados Portuguesa, Cojedes y Guárico, donde están establecidas las grandes agroindustrias, y los servicios de apoyo a la producción arrocera: almacenes, silos, secadoras, talleres, entre otras (Molina, 1998). Igualmente, el arroz pasa a ser un cultivo de medianos y grandes productores empresariales

Caracterización de la producción de arroz

En la actualidad existe una coincidencia entre los diversos actores de la producción arrocera venezolana en cuanto al reto principal al cual se enfrentan: el aumento de la productividad de manera sostenible. En los últimos años, sin bien es cierto que los volúmenes de producción han aumentado, por lo menos hasta el 2009, ello ha sido posible por la expansión del área de siembra. De la misma manera, los costos de producción han experimentado un vertiginoso ascenso, especialmente en cuanto al control de malezas, donde se llega a invertir la tercera parte de los costos directos. De acuerdo a registros obtenidos en campos de arroz

en Venezuela, con la utilización de prácticas de manejo mejorado se han obtenido rendimientos de hasta 12 000 kg ha⁻¹. Por tanto se concluye que el potencial de rendimiento del arroz en Venezuela se encuentra entre 10 000 y 12 000 kg ha⁻¹.

Cultivares utilizados

En Venezuela aún solo se cultivan variedades de arroz y no se utilizan híbridos como en otros países productores de arroz. La producción de semillas certificada de arroz para el 2011 fue de 23346978 t, de los cuales el 89% correspondieron a Portuguesa y 11% a Guárico, encontrándose que en Portuguesa del total se certificaron: 28% 'SD20A'; 28% 'Venezuela 21', 17% 'FONAIAP 1'; 9% 'D´Sativa'; 8% 'Payara 1FL'; 5% 'Cimarrón'; 2% 'Fedearroz 50'; 2% 'Pionero 2010 F'; 1% de 'Coprosem'; 1% 'Butsina' 3030 y 1% 'D´Oryza'; mientras que en Guárico para ese año se produjo 84% de la variedad 'Venezuela 21'; 9% de 'SD20A'; 5% 'D´Oryza' y 2% 'D´Sativa' (SENASA, 2012).

Sin embargo, la tendencia en el 2012 en la siembra de norte verano 2011-2012 fue que en Guárico se certificó aproximadamente 60% de la variedad 'SD20A' y 40% de 'Venezuela 21' (INIA-Guárico), mientras que en Portuguesa 45% 'SD20A'; 40% 'Venezuela 21' y el resto lo alcanzan la variedad 'FONAIAP 1' vieja en el mercado y otras de reciente liberación como 'Payara' (APROSCELLO), 'Pionera' (INIA-Portuguesa). Estos valores encontrados en la producción de semillas en Venezuela, indican la predilección de los agricultores por algunas variedades de arroz que van cambiando la segmentación del mercado año a año y establece dos zonas contrastantes en la preferencia de cultivares, siendo Portuguesa donde se siembra más variedades de arroz que en Guárico.

Los cultivares liberados en el país en el período 1978 al 2006 poseen una estrecha base genética lo que podría explicar su parecido en la respuesta productiva y adaptabilidad a los arrozales venezolanos (Pérez-Almeida *et al.*, 2011). En tal sentido, se ha encontrado que cinco ancestrales están presentes en las 19 variedades de arroz liberadas en ese periodo y que la base genética de los arroces en Venezuela es más estrecha que el promedio para América Latina y Brasil (Acevedo *et al.*, 2007). No obstante, las variedades de reciente entrada al mercado, como 'Payara' y 'Pionero 2010 F1', están relacionadas genéticamente mientras que 'SD20A' esta distanciada del resto de las variedades venezolanas quizás porque viene de la mejora de poblaciones por el método de selección recurrente donde se incorporan un mayor número de progenitores incluyendo especies silvestres (Graterol, 2012).

La Fundación Danac lleva actualmente un programa de producción de híbridos con el objetivo de incrementar el rendimiento del arroz utilizando como base germoplasma del Instituto de Investigaciones en Arroz con sus siglas en inglés IRRI, de éste hay dos promisorios FDH-2 y FDH3, los cuales han mostrado altos rendimientos y adaptación a nuestras condiciones (Graterol, 2012). El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) también ha investigado

sobre los híbridos provenientes del IRRI evaluando 27 híbridos y 29 variedades de arroz encontrando que los primeros rindieron 17% más que los segundos pero que tuvieron problemas con el acame en la etapa de maduración del cultivo y alta incidencia de ‘panza blanca’ (Álvarez *et al.*, 2008).

Zonas productoras de arroz en Venezuela

Las zonas productoras de arroz en Venezuela se ubican principalmente en las planicies aluviales de la región de los Llanos Occidentales (Cojedes, Portuguesa y Barinas) y Llanos Centrales en el área de influencia del sistema de Riego Guárico. Estas regiones se encuentran entre los 8° 30' y 9° 40' de latitud norte y entre 67° 25' y 70° 00' de longitud oeste, con elevaciones comprendidas, entre los 250 y los 75 metros sobre el nivel del mar (Rodríguez y Rico, 2005). En Venezuela la siembra de arroz se realiza durante el ciclo de lluvias y en la época seca, y en términos de superficie total sembrada en el país, aproximadamente 35% corresponde a los Llanos Centrales, y cerca de 60% a los llanos occidentales. En valores de producción, el aporte se estima en 38 y 60%, respectivamente (Páez, 2004).

Sistemas de producción de arroz

El arroz se cultiva en 100 países de todos los continentes con excepción de la Antártida, dentro de los 50 a 53° N y a 40° S. El cultivo del arroz varía significativamente dentro y entre países, pero en términos generales se han caracterizado cinco ecosistemas basados en los regímenes de agua, drenaje, temperatura, tipo de suelo y topografía. Ellos son: (1) Ambiente con riego, los cuales tienen suficiente agua durante todo el ciclo de cultivo y donde se controla la lámina de agua entre 5 a 10 cm de alto; (2) Ambiente de secano favorecido (rain fed lowland), depende principalmente de la duración de las lluvias y no hay control de la lámina de agua (1 a 50 cm de alto); (3) Ambiente con agua profunda, son inundados con agua en un rango de 5 a 3 m; (4) Ambiente de secano no inundable (Upland) en el cual puede o no haber muros de retención pero el agua no se acumula en la superficie del suelo o rizósfera y (5) humedales con mareas, se localizan cercas de las costas marinas y estuarios internos y son influidos por las mareas (Khush, 1984). En el mundo los sistemas de arroz con riego y secano favorecido aportan aproximadamente el 70% de la producción de arroz de América Latina y el Caribe (ALC) (Sanint, 2010), sin embargo en el ecosistema de arroz con riego se han realizado más investigaciones que en los de secano, ya que han mostrado mejor respuesta en rendimiento en los programas de mejoramiento genético que el germoplasma de secano. Esto es debido a que el agua controlada en el riego reduce los factores limitativos, de tal manera que los ecosistemas de riego son menos complejos, más estables y uniformes que los de secano (Jennings, 1985).

En Venezuela solo se cultiva el arroz en ambientes con riego, bien sea a través de sistemas como en Guárico (Río Guárico, riega anualmente 35000 ha), en Portuguesa (Las Majaguas). El Sistema de Riego Las Majaguas (se

encuentra ubicado al norte del estado Portuguesa en los límites con el Estado Cojedes, abarca los municipios Agua Blanca, San Rafael de Onoto y Páez, podría regar 14500 ha), en Barinas (Boconó, está diseñada para regar aproximadamente 2000 ha). También se cuenta con una buena disponibilidad de aguas superficiales en los ríos y caños que cruzan los Llanos Occidentales o riego con pozos profundos en Portuguesa, Guárico, Cojedes y Barinas (Rodríguez y Rico, 2005). En el municipio Miranda de Guárico y sus adyacencias cuenta con 600 pozos profundos (40 y 50 L.seg⁻¹), con los cuales se riegan actualmente entre 20000 a 40000 hectáreas (Monasterios, 1998), mientras que en Portuguesa, la mayor parte de la superficie regada es por medio de pozos profundos, gracias a la riqueza de los acuíferos, que por lo general permiten rendimientos superiores a los 60 L.seg⁻¹ (Rodríguez y Rico, 2005).

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO (MIC)

Adecuación de suelos para el riego y drenaje

Antes de sembrar arroz en un suelo nuevo se debe planificar el riego a través de un proyecto donde se tome en cuenta los siguientes criterios: (a) Topografía del terreno; (b) tipo de suelo más adecuado, preferiblemente arcillosos con una velocidad de infiltración menor a 0,75 cm.h⁻¹ y densidad aparente de 1,3 a 1,4 g.cm⁻³; (c) disponibilidad y calidad de agua; (d) cobertura del terreno y (e) nivelación del suelo (Rodríguez y Rico, 2005).

El sistema de riego en el cultivo del arroz ha evolucionado en el país, en el período 1950 a 1985 era muy común encontrar curvas de nivel y tanques (melgas), ya entre 1985 a 1999 los tanques nivelados a cero con equipos láser y otros con poca pendiente eran muy frecuentes, mientras que en la actualidad la nivelación con tecnología láser tiene una tendencia a reducir la profundidad de los cortes en el suelo ya que estos provocan fallas en el establecimiento de una densidad óptima del cultivo (Rico, 2008). También se plantea un nuevo enfoque denominado reingeniería en campos de arroz como un paso a la agricultura de precisión y favorecer la rotación de cultivos mediante la implementación de nuevos diseños de campo que permitan la siembra de cultivos inundados como el arroz y otros aeróbicos como maíz o soya (Rodríguez, 2008).

Preparación del suelo

En la mayoría de las fincas en el país se utiliza la labranza convencional donde el batido del suelo es la práctica más común, seguido por la preparación mixta que usa labranza en seco combinada con batido y lo menos realizado es la preparación en seco sola (Ortiz, 2012). Sin embargo, desde hace años atrás se ha propuesto cambiar el barro batido por la labranza conservacionista en el arroz, tal como se ha adoptado por los agricultores de maíz y sorgo, incorporándose alrededor del 16% de los productores en Portuguesa (Álvarez, 2011) y en menor proporción en Guárico (Ortiz, 2012). La Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ) hace un gran esfuerzo promoviendo la labranza

conservacionista en el país a través de días de campo, trípticos y talleres dirigidos a agricultores, esto se ha traducido en un cambio en la aplicación de la mínima labranza, ya que ahora se utiliza implementos de reciente introducción al mercado como la taipadora (construye muros de menor altura que los camellones importante para el manejo de agua en los lotes y la posibilidad de rotar con otro cultivo) y el rolo faca (profundiza poco el corte del suelo y reduce el tamaño de los restos de cosecha para lograr en una mejor degradación de la materia orgánica), herramientas fundamentales para la adecuación de tierras y preparación del suelo bajo este sistema (FUNDARROZ, 2012). Entre las razones que mencionan los productores por las cuales no ha adoptado la mínima labranza están: miedo a fallas en el control de malezas, principalmente arroz maleza/rojo y lo caro de la adquisición de taipadoras, rolo faca, sembradoras de siembra directa y asperjadoras modernas para introducirse en estas tecnologías (Álvarez, 2011).

Métodos de siembra

Las formas de sembrar el arroz en el mundo se agrupan dentro de dos grandes sistemas: siembra directa y trasplante, además de algunas zonas en República Dominicana y otros países de América Latina que se utiliza el cultivo de soca y retoño como forma de obtener una nueva cosecha (Díaz y Carbonell, 1985, Moquete, 2008). La siembra de arroz en Venezuela se hace de manera directa con excepción de algunas empresas productoras de semilla que hacen trasplante en la multiplicación de las categorías genética y fundación. Gran parte de los agricultores siembran semilla pregerminada mayormente al voleo manualmente, pocos usan avión o esparcidores de abonos y menos lo hacen con semilla seca relacionado con la labranza conservacionista (Ortiz, 2011). La alta humedad del suelo encontrada en la época de lluvias limita la siembra con semilla seca (sembradoras en hileras) en los sistemas cero ó mínima labranza por lo cual lo agricultores ha adoptado la modalidad de sembrar semilla pregerminada en agua clara (siembran semilla pregerminada en suelos no preparados o en mínima labranza).

En 1998 la densidad de siembra de arroz más usada en el país oscilaba entre 150 a 180 kg.ha⁻¹ (Ortiz y Budowski, 1998), no obstante en el 2009 se ha detectado que más agricultores utilizan densidades de 120 a 130 kg.ha⁻¹, así como se evidencia un rango mayor de opciones que están entre los que usan poca densidad (50 kg.ha⁻¹) a los que todavía siembran una alta cantidad (180 kg.ha⁻¹) pero con menor frecuencia (Ortiz, 2011). En este punto también se observa un fuerte impulso por parte de FUNDARROZ en incentivar a los productores a reducir la densidad entre 80 a 100 kg.ha⁻¹, la cual considera óptima para reducir el acame y la incidencia de enfermedades producidas por los patógenos *Piricularia grisea* y *Rhizoctonia* spp. (FUNDARROZ, 2005).

Fertilización

La fertilización balanceada es la base para lograr un alto rendimiento en el cultivo del arroz, por lo tanto se debe aplicar fertilizante para satisfacer la di-

ferencia entre las necesidades del cultivo y el suplemento de nutrimentos nativos del suelo (Rico, 2008). El manejo del nitrógeno es difícil en los suelos arroceros ya que con la inundación se podrían producir grandes pérdidas de este elemento esencial (Carrillo *et al.*, 1991; Barrios y Adams, 1996). La forma de aplicación fraccionada del fertilizante nitrogenado permite a la planta hacer un uso más eficiente de éste, comprobándose además, que dosis muy elevadas de fertilizante no se convierten en mayores rendimientos en materia seca (Barrios y Adams, 1996).

El cultivo de arroz muestra respuesta varietal a las dosis de nitrógeno, se han señalado variedades altamente dependientes de nitrógenos como el cultivar 'Venezuela-21' que requiere entre 150 a 180 kg N.ha⁻¹ de N (Acevedo *et al.*, 2005) y 180 kg N.ha⁻¹ para ZETA 15, mientras que otras son más eficientes en su utilización y requieren de 120 kg N.ha⁻¹ ('FONAIAP 1' y 'FEDEARROZ 50') (Pérez y Dorta, 2003). En el país hay dos escuelas básicas para la recomendación del fraccionamiento del nitrógeno, la convencional que recomienda realizar varios reabonos en función de las etapas de desarrollo del cultivo: (a) justo después del enraizamiento; (b) en la iniciación del nudo ciliar; (c) justo antes de la división reduccional e inicio de floración (Rico, 2008), otros agricultores que hacen cero o mínima labranza siguen las recomendaciones de hacer dos fraccionamientos uno en el abono base y el resto de nitrógeno antes de incorporar la lámina de agua aproximadamente a los 20 días después de la siembra (FUNDARROZ, 2005). El nitrógeno debe aplicarse en suelo seco para evitar sus pérdidas ya que en las condiciones bajo las cuales se cultiva el arroz en Venezuela se producen altas concentraciones de nitrógeno en el agua de inundación, lo cual favorece las pérdidas por volatilización de amoníaco. Por otro lado, la práctica de drenar el campo después de la fertilización, puede también conducir a grandes pérdidas de nitrógeno, si se realiza inmediatamente después de la fertilización, cuando las concentraciones de nitrógeno en el agua son mayores. En el caso de que sea necesaria esta práctica, debe hacerse después de siete días de haber sido aplicado el fertilizante (Carrillo *et al.*, 1991).

En cuanto a los otros elementos esenciales no se han señalado diferencias varietales, sin embargo, son necesarios en sus dosis óptimas para el normal desarrollo del arroz (Rico, 2008). La respuesta del arroz al potasio ha sido menos frecuente que al nitrógeno y fósforo. Se considera que es necesario aplicar potasio al arroz cuando se hacen aplicaciones de nitrógeno, se siembra en suelos con mal drenaje, existen condiciones climáticas y fitosanitarias desfavorables, se siembra en suelos livianos, pobres en potasio ó existe en el suelo exceso de calcio, manganeso o sodio con respecto al potasio. El potasio en suelos arcillosos se puede aplicar el 100 % a la siembra o al inicio del macollamiento. Si los suelos son de textura medianas, aplicar el 50% a la siembra y 50 % al inicio del macollamiento; o aplicar 50% al inicio del macollamiento y el otro 50% al máximo macollamiento (Amaya y Rico, 2005).

En Calabozo (Guárico) los suelos tienden a tener bajo contenido de fósforo por lo que los laboratorios de suelos suelen recomendar dosis de entre 20 y 30 kg.ha⁻¹ equivalentes a 60 y 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, mientras que los de Portuguesa

las demandas de aplicación de fósforo son más bajas por tener contenidos de estos de medio a altos (26 y 35 kg P.ha⁻¹ ó 30 y 60 kg P.ha⁻¹ de P₂O₅), con excepción de los suelos de Ospino, donde se aplican cantidades de fósforo similares a las de Calabozo por ser suelos pobres en este elemento (Amaya y Rico, 2005).

Manejo del agua de riego

El manejo eficiente del agua de riego y de drenaje constituyen fundamentos claves para el éxito en el cultivo de arroz, por las implicaciones que tiene sobre el manejo de plagas, malezas, eficiencia en el uso de fertilizantes, sobre la superficie factible de ser regada y particularmente sobre los costos de producción. Es necesario conocer los cambios físicos, químicos y electroquímicos causados por la inundación, para poder manejar adecuadamente los suelos sembrados con arroz de riego, dado que la planta responde en forma diferente a cuando se siembra en condiciones de suelos drenados (Rico, 2005).

La inundación de los suelos producen efectos positivos tales como: incrementa en la disponibilidad de silicio y fósforo, acumulación del ión NH₄⁺, aumento directo en las concentraciones de Mn⁺² y Fe⁺², incremento indirecto en las concentraciones de K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Cu⁺², B(OH)⁻⁴ y MoO₄⁺², neutralización del pH y eliminación de la toxicidad del aluminio en suelos ácidos. Por otro lado los efectos negativos son: eliminación del oxígeno del suelo, generación de ácidos orgánicos, etileno, sulfuros orgánicos y sulfuro de hidrógeno, volatilización del NO⁻³, toxicidad por Mn⁺² y Fe⁺² en suelos con alto contenido de estos elementos, disminución en la disponibilidad de SO₄⁻², Cu⁺² y Zn⁺², reducción de SO₄⁻² y producción de sustancias tóxicas tales como: metano, sulfuros orgánicos y sulfuro de hidrógeno, producto de la descomposición de la materia orgánica (Rivillo, 2007).

En la condiciones de Venezuela, dada las temperaturas altas del suelo (25°C) durante todo el año que no permite que el oxígeno se difunda adecuadamente (León y Arregoces, 1985). La lámina de agua se debe incorporar al cultivo después que la planta tenga más de cuatro hojas o en el estadio de macollamiento, si se hace antes afectará dramáticamente la densidad óptima del cultivo debido a la muerte de plantas producto de la anoxia del suelo.

Por otro lado, la inundación continua del arroz ha ocasionado problemas con el bajo rendimiento en algunas fincas en Portuguesa, detectándose el llamado síndrome de la raíz negra y superficial el cual esta relacionado con fincas que tienen más de 20 años de hacer batido del suelo (fangueo) (Campero, 1997). Las recomendaciones para evitar la incidencia de este desorden fisiológico es la preparación en seco y mantener el cultivo sin lámina de agua, es decir, regar con mojes solamente (Jenning, 1998).

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

Malezas

La presencia de malezas en el cultivo del arroz causa daños directos e indirectos, los primeros son los producidos por efecto de la interferencia (com-

potencia, parasitismo o alelopatía) y los otros porque encarecen la producción del grano de arroz y deterioran su calidad, reducen el valor de las fincas y son hospedantes alternos de diversas plagas (Fischer, 2000).

En un estudio que se hizo en Venezuela en el 2009, se encontró que los agricultores arroceros consideran que las malezas más importantes en sus finca con alta frecuencia fueron: Paja rugosa (*Ischaemum rugosum* Salisb), Paja americana [*Echinochloa colona* (L.) Link], Cola de zorro [*Dinebra scabra* (Nees.) P.M. Peterson & N. Snow, Pelo de indio [*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl; mediana: Arroz negro [*Oryza sativa* (L.)], Corocillo [*Cyperus iria* (L.)], Clavo de pozo (*Ludwigia* spp), *Cyperus ferax*, Patico de agua [*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd]; baja: Bora [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms], Arbolito de navidad [*Ammannia latifolia* (L.)], Botoncillo [*Eclipta prostrata* (L.) L.], Luziola spp., Clavellina [*Sesbania herbacea* (Mill.) McVaugh], Buchón [*Limnocharis flava* (L.) Buchenau y, también un silvestre llamado arrocillo (*Oryza glumaepatula* Steud.) y muy baja: *Vigna vexillata* (L.) A. Rich., *Cyperus esculentus* (L.), *Sphenoclea zeylanica* Gaertn., *Cyperonia palustris* (L.) A. St. Hil. (Ortiz, 2011).

Los productores arroceros reconocen que la paja rugosa es actualmente la maleza más señalada por fallas en el control con los herbicidas postemergentes que se usan en arroz, otras malas hierbas que son de difícil control está el arroz maleza por ser la misma especie que el arroz cultivado, la paja americana, cola de zorro y Luziola (Ortiz, 2011).

En el proyecto “Manejo Integrado de Malezas en Arroz (MIMA)” y otras investigaciones previas, adelantadas por la Facultad de Agronomía y la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, se ha evidenciado que en el país algunas malezas que comparten el nicho ecológico con el arroz han evolucionado resistencia a los herbicidas. En tal sentido, se puede mencionar que en la paja rugosa ha evolucionado resistencia a herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintasa: bispiribac sodio- pimidiniltiobenzoato (Fardella, 2008; Apóstolo, 2009; Blanco, 2010); pyribenzoxim- pimidinil-tiobenzoato (Sifuentes, 2012) e imazapir+imazetapir-imidazolinona (Taccarelli, 2011); inhibidores de la acetil coenzima A carboxilasa: profoxidim-ciclohexanodiona (Moreno, 2010; Matheus, 2010) y fenoxaprop-p-etil (Fardella, 2008) y fluazifop-p-butil-ariloxifenoxipropianoatos (Apóstolo, 2009); inhibidor del transporte de electrones en el fotosistema II: propanil-amida (Medina, 2012) e inhibidores de la síntesis de carotenoides: clomazone- isoxazolidinona (Palencia, 2012).

La paja americana también ha evolucionado en resistencia a los herbicidas, bispiribac sodio (Medina, 2006; Gil, 2010), cyhalofop-p-butil- ariloxifenoxipropianoatos (López, 2010; Pérez y Zambrano, 2008); fenoxaprop-p-etil y profoxidim (Pérez y Zambrano, 2008); fluazifop-p-butil (Anzalone *et al.*, 2009) propanil (Ortiz *et al.*, 2000; Fumero, 2012) y glifosato (Anzalone *et al.*, 2009). Igualmente, pelo de indio ha mostrado resistencia a pirazosulfuron-etil-sulfonilurea (Ortiz *et al.*, 2012) e imazapir+imazetapir.

Ante el panorama descrito anteriormente y aunado a que el manejo integrado de malezas principalmente descansa en la preparación del suelo, manejo del agua y uso de herbicidas, adicionalmente desde hace más de 20 años que no se liberan moléculas de herbicidas al mercado, es decir que solo se cuenta con los que hay hasta el presente. Por estas razones, se debe hacer un manejo adecuado para no perder sus bondades del control de malezas con la evolución de resistencia. En el país están registradas 28 moléculas de herbicidas selectivos al arroz que controlan malezas gramíneas, ciperáceas, hoja ancha y acuáticas, también está el glifosato (no selectivo) usado en la labranza conservacionista y la falsa siembra para el control de arroz maleza antes del cultivo.

Artrópodos plagas

Los artrópodos plagas principales en el cultivo de arroz en Venezuela se pueden clasificar en: (1) **Fitófagos de la raíz** los cuales atacan en las primeras etapas de desarrollo, afectando las raíces y las base de la planta, *Lissorhoptus kuscheli* O'Brien (Coleoptera: Curculionidae) y *Dyscinetus* sp. (Coleoptera: Scarabaeidae); (2) **Fitófagos del tallo**, en este grupo se incluye a los barrenadores y fitófagos que causan daño al tallo, *Rupela albinella* (Cramer) (Lepidoptera: Pyralidae (=Crambidae), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae (=Crambidae) y *Tibraca limbativentris* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae); (3) **Fitófagos del follaje**, ataca el follaje, *Tagosodes orizicola* (Muir) (= *Sogatodes oryzicola*) (Homoptera: Delphacidae), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), *Schizotetranychus* spp (Acariforme: Tetranychidae) y *Trigonotylus tenuis* Reuter (Vivas, 2005) y (4) fitófagos de la panícula, son insectos chupadores que afectan el rendimiento y la calidad del grano, *Oebalus ypsilon-griseus* (Degeer) (Hemiptera: Pentatomidae) (Aponte *et al.*, 2005)..

También se pueden encontrar plagas secundarias como *Hydrellia* sp. (Diptera: Ephydriidae), *Nymphula depunctalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae (=Crambidae), *Syngamia* sp. (Lepidoptera: Pyralidae (=Crambidae), *Oebalus insularis* (Stal) (Hemiptera: Pentatomidae), *Oebalus ornatus* (Sailer) (Hemiptera: Pentatomidae), *Stenchaetothrips biformis* (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae) y *Blissus leucopterus* (Say) (Hemiptera: Lygaeidae), *Mocis* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) (Aponte *et al.*, 2005).

Un peligro potencial para la producción de arroz es la aparición reciente del ácaro blanco (*Steneotarsonemus spinkei* Smiley) del cual el Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria ha lanzado un alerta cuarentenaria (SASA, 2005) que ahora se llama Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI).

El manejo integrado de artrópodos plagas incorpora un conjunto de estrategias tales como el control etológico, biológico, cultural, resistencia varietal (Ej. *Tagosodes orizicola*) y químico. En el control químico se incluyen moléculas organofosforados, carbamatos, piretroides y reguladores de crecimiento (Aponte

et al., 2005).

Enfermedades

Las enfermedades en el arroz se pueden clasificar según el órgano de incidencia en: **enfermedades foliares:** Algunas enfermedades de importancia en el cultivo de arroz en el país son: (a) Piricularia, añublo, quemazón ó bruzone cuyo agente causal es *Pyricularia grisea* Sacc (*P. oryzae* Cav.). Las manchas en los nudos de los tallos pueden producir estrangulamiento, también puede aparecer en el pedúnculo o cuello de la panícula que afecta el llenado y ocasionan granos vanos, una incidencia tardía produce baja calidad molinera (b) Helminthosporiosis, mancha parda, mancha marrón o mancha carmelita: *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan) Shoemaker (sins. *Drechslera oryzae*, *Helminthosporium oryzae*) estado anamorfo de *Cochliobolus miyabeanus* (Ito & Kuribayashi in Ito) Drechs. Ex Dastur. Generalmente, los síntomas de la enfermedad se manifiestan en las hojas, vainas, granos y raquis y ramificaciones de las panículas; (c) Hoja Blanca: es una enfermedad viral o vírica producida por VHBA o RHBV que poseen partículas filamentosas de ARN (ácido ribonucleico). El virus es transmitido por el insecto *Tagosodes orizicolus* (Muir). La acción del RHBV se manifiesta fundamentalmente en las hojas y las panículas, pero afecta también la planta. En la lámina foliar aparecen una o más bandas blancas o cloróticas, moteado y mosaico. En las plantas afectadas hay reducción en el macollamiento y en la altura (achaparramiento). Las plántulas infectadas pueden morir prematuramente (Rodríguez y Nass, 2005a).

Enfermedades de la vaina foliar y tallo (a) añublo de la vaina, podredumbre de la vaina foliar cuyo agente causal más importante es el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn, el cual pertenece a los grupos de anastomosis AG1-IA y B III, cuyo teleomorfo es *Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk. En cambio la mancha en la vaina es causada por *Rhizoctonia oryzae* Ryker & Gooch, teleomorfo *Waitea circinata* Warcup & Talbot; la mancha agregada de la vaina, *Rhizoctonia oryzae-sativa* (Sawada) Mordue, teleomorfo *Ceratobasidium oryzae-sativae* y la mancha marrón de la vaina, producida por *Sclerotium hydrophilum*, el cual es un patógeno débil y (2) Pudrición de la vaina ó podredumbre de la vaina por el hongo *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksw. (sin. *Acrocylindrium oryzae* Sawada) (Nass y Cardona, 2005). En calabozo se ha detectado desde hace más de 10 años una problemática asociada a bacteriosis manifestada en las hojas cuyo síntoma es una clorosis intervenal. Los estudios sobre esta situación no han sido concluyentes, algunos fitopatólogos la asocian con *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* (Trujillo et al., 1999) y otros han detectado *Pantoea agglomerans* (Guillen, 2012).

Enfermedades en los granos o semillas del arroz (1) Manchado del grano o semillas, causado por los hongos más frecuentes pertenecen los géneros *Bipolaris oryzae*, *Alternaria padwickii*, *Fusarium* spp, *Sarocladium oryzae*, *Nigrospora* spp, *Cercospora* spp, *Curvularia*, etc, mientras que las bacterias se ubican en el género *Pseudomonas*: *P. glumae* Kurita & Tabei, y *P. fuscovaginae* Tanii, Miyajima &

Akita (Rodríguez y Nass, 2005b). Otros estudios han señalado *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., y *Curvularia* spp., *Bipolaris* spp., y las bacterias *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* en semillas de arroz (Delgado *et al.*, 2002), *Pantoea agglomerans* semillas (Guillén, 20012) y en granos *Cladosporium cladosporioides*, *Penicillium citrinum*, *Curvularia lunata*, *Fusarium equiseti*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium equiseti* y *Penicillium citrinum* (Morillo y Rodríguez, 2009); (2) Falso carbón del grano causado por *Ustilaginoidea virens* (Cooke.) Takah, de menor importancia en el arroz (Rodríguez y Nass, 2005b)

El manejo se basa en el uso de estrategias adecuadas en el momento oportuno, tales como: principios de prevención y medidas para controlar las enfermedades de las plantas, variedades resistentes, control cultural, control químico, entre otras prácticas (Rodríguez y Rodríguez, 2005).

La resistencia genética a enfermedades en el país se utiliza para *P. grisea* pero debido a que este hongo la rompe rápidamente se ha promovido la caracterización de la estructura genética y la diversidad de linajes en las zonas arroceras venezolana de manera de usar los estudios de marcadores moleculares en el mejoramiento asistido. Así fueron identificados siete linajes, identificados como Ven-1, Ven-2, Ven-3, Ven-4, Ven-5, Ven-6 y Ven-7 (Zambrano *et al.*, 2006); de manera de concentrar los genes que muestran resistencia para cada linaje en un solo genotipo y alargar el período en campo. Entre las variedades que resisten ocho linajes de *Piricularia* están Venezuela 21, FONAIAP 1, Fedearroz 50 y D´Oryza (Arnao *et al.*, 2008).

La resistencia al virus de la hoja blanca es conferida por uno o dos genes pero las plantas que poseen el gen de resistencia son susceptibles antes de los 25 días de edad. La incertidumbre de una epidemia hace que los agricultores recurran al empleo masivo de químicos para combatir al vector (*Tagosodes orizicolus* (Muir)]. Las variedades que resultaron más resistentes al virus de la hoja blanca fueron Venezuela 21 y Fundarroz PN-1 y las más susceptibles Centauro, Cimarón y FONAIAP 2000 (Labrín, 2007).

No se han producido variedades con resistencia completa a *Rhizoctonia solani*; sin embargo, en un estudio se detectó que la línea CT15150-M-11-4-3-2M (derivado de un cruce con *Oryza glaberrima*); SD20A y D´Sativa mostraron los mejores niveles de resistencia (González-Vera *et al.*, 2011)

Cosecha

Es importante que la cosecha del arroz se realice cuando éste tenga entre 20 a 24% de contenido de humedad debido a que con 19, 18, 17 y 16% la agroindustria realizará descuentos de 0,5; 1; 2 y 4% en el precio del arroz. Otros parámetros que clasifican al arroz como Tipo A (mayor precio) son cuando éstos se encuentren por debajo de 17% de grano yesoso + panza blanca; 4% grano dañado total; 1,5% granos rojos (arroz maleza); 8,5% granos verdes y 1,5% granos sin cáscaras (Gaceta Oficial N° 37.425, 2002).

Antes de la cosecha se debe preparar la logística de cosecha considerando: (a) Conocer el ciclo de cada de variedad de arroz (madurez de cosecha); (b) Planificar la cosecha cuando el contenido de humedad de los granos se encuentre entre 20-24%; (c) Solicitar las guías de movilización al ente oficial pertinente (predecir el volumen de producción en campo); (d) Número de cosechadoras que se necesita; (e) Medios de transportes (camiones); (f) Tractores y tractores con remolques para transportar de la cosechadora a los camiones y (g) Respetar los acuerdos o convenios de recepción con la agroindustria.

Calidad molinera del arroz

El proceso de molinería del arroz consiste en tres etapas: remoción de las glumas (descascarado) eliminación del afrecho o bran (pulido) y clasificación por longitud de los granos. El rendimiento en molino es referido a la relación entre los granos enteros en el total de muestra de arroz paddy (Dunand, 1988).

La recepción del arroz paddy en el país se hace en las distintas agroindustrias o molinos donde el producto se recibe de acuerdo a la normativa vigente referida anteriormente sobre el contenido de humedad, impurezas, grano yesoso y panza blanca y granos rojos o verdes (Gaceta Oficial N° 37.425, 2002). Las empresas con mayor participación en el mercado venezolano son: (a) Corporación de Abastecimiento y Servicios Agrícolas (CASA) que lidera el segmento arrocero con la comercialización de 46% del producto que sólo se coloca a través de los puntos de venta de Mercal, Corporación Mary (24%) y Empresas Polar (8%); el resto lo suple otras empresas (Contreras, 2009).

Una vez que el arroz paddy reúna las características adecuadas para el procesamiento industrial el producto es recibido por el molino y se inicia las etapas de prelimpieza, secado, limpieza, descascarado, pulido, clasificación (granos entero y partidos), empaque y distribución.

La calidad molinera del arroz es afectada por el arroz maleza bien sea de pericarpio rojo como beige, ya que su presencia en mezcla con el paddy reduce el porcentaje de grano entero en las variedades venezolanas y aumenta el porcentaje de granos yesosos y panzas blanca; es decir se requieren más kilogramos de arroz paddy para producir un kilo de arroz entero con bajo porcentaje de granos yesosos y panza blanca, cuando el arroz paddy viene contaminado con semillas de esta maleza (Ortiz, *et al.* 2000). No obstante el arroz maleza de pericarpio rojo produce estrías en el grano pulido que es penalizado en las normas de recepción por encima de 1,5% como arroz Tipo B con menor precio y afecta dramáticamente la calidad del arroz parboiled o vaporizado dado que magnifica la coloración en el arroz pulido (Aldazora, 2010).

De la misma forma, la calidad molinera se ve afectada por la incidencia de patógenos e insectos que producen manchas en el grano lo cual reduce la calidad del producto y su precio, especialmente en el proceso de parbolizado se acentúa el daño de los granos y se incrementa la intensidad del manchado (Sisterna *et al.*,

1994; Aldazora, 2010; Vivas y Notz, 2010).

La preferencia del mercado venezolano es hacia paquetes de un kilogramo con 95 y 99% de arroz entero; sin embargo, la oferta encontrada en supermercado, abasto y otros centros de expendio se encuentran arroz pairboiled o vaporizado y arroz saborizado. En Venezuela el proceso de parbolización abarca primeramente el remojo del arroz paddy hasta que los granos absorban 38% de humedad (maceración), los granos se drenan y posteriormente se procede a inyectar vapor de agua lo cual produce la gelatinización de los almidones, fijación de los nutrientes y los granos adquieren el color ámbar que caracterizan al arroz parbolizado o vaporizado, luego sigue la línea de acondicionamiento similar al descrito anteriormente para el arroz blanco (secado, descascarado, pulido, clasificación, empaque y distribución) (Aldazora, 2010)

Calidad culinaria del arroz

El gusto por el arroz de mesa de los consumidores venezolanos es hacia granos que tengan una temperatura de gelatinización media (cuando los granos colocados en una solución de KOH al 1,7% se disuelven parcialmente) y un contenido de amilosa de 20 a 27%, ya que estos arroces quedan secos, suaves y sueltos después de la cocción (Mendoza, 2004).

Importación

Entre 1997 y 2009, las importaciones totales de Venezuela representaban en promedio 16,3% del total de las compras en el exterior mientras que en 2011 fueron el 35%. Estas importaciones se han centrado principalmente en el área de alimentos, fundamentalmente en rubros como leche en polvo, azúcar, carnes de aves y bovino, arroz, maíz y café. El 53,75% del arroz que se consume en el país es comprado en el exterior (Contreras, 2012). Este panorama no es alentador para los productores de arroz venezolanos quienes han mostrado capacidad técnica, infraestructura y maquinarias modernas, así como variedades con alto potencial de rendimiento, demostrado plenamente en épocas anteriores como por ejemplo en 2000 cuando se exportaron 478, 6 775 y 3 4613 t de arroz paddy, cargo y blanco total (Asoveva, 2006).

CONCLUSIONES

El arroz es un cultivo que, aunque no es originario de Venezuela, se ha adaptado muy bien a las condiciones de Guárico, Portuguesa, Cojedes y Barinas, manteniendo un rendimiento estable en los últimos años y ascendiendo en fincas donde se hace un manejo agronómico adecuado hasta alcanzar 12 t/ha⁻¹, productividad cercana al techo genético. La problemática del cultivo responde principalmente a la incidencia de plagas, disponibilidad de insumos (semillas, fertilizantes, plaguicidas, entre otros) y falta de una política agrícola al largo

plazo que promueva e incentive la producción nacional, a través de estudios de costos de producción coherentes que establezca una mejor relación de precios en la cadena de producción de arroz.

REFERENCIAS

- Acevedo, M.; R. Álvarez; O. Torres; W. Castrillo; O. Moreno; G. Torrealba; E. Reyes; M. Navas; N. Delgado; M. Salazar y E. Torres. 2004. Venezuela 21, nueva variedad de arroz de riego. *Agronomía Tropical* 54: 233-242.
- Acevedo, M.; E. Torres; O. Moreno; R. Álvarez; O. Torres; W. Castrillo; G. Torrealba; E. Reyes; M. Salazar y M. Navas. 2007. Base genética de los cultivares de arroz de riego liberados en Venezuela. *Agronomía Tropical* 57): 197-204.
- Agüero, D. y Y. Poleo. 2005. Vertebrados Plagas: Biología, Especies y Morfología de los Roedores. En: *Vertebrados Plagas. Modulo 5*. Ed. Fundarroz. Acarigua. 23 p.
- Agüero, D. 1982. Combate de los roedores enemigos mayores del cultivo del arroz. *Fonaiap Divulga* 1:9-11.
- Ahrens, W.H. 1994. *Herbicide handbook*. 7th ed. EUA. Weed Science Society of America Champaign. 318 p.
- Aldazora, A. 2010. Control del manchado del grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) y su impacto en el proceso de vaporización industrial. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Aragua. Venezuela. 67 p.
- Anzola, L.H. 2012. Índice Agropecuario. Edición N° 37. Maracay. Venezuela. 160 p.
- Álvarez, D. 2011. Diagnóstico de los sistemas de labranza para la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) en los estados Cojedes y Portuguesa. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 79 p.
- Álvarez, M; M. Pérez, E. Reyes; O. Moreno; N. Delgado; G.T. Torrealba; M.A. Acevedo; W.A. Castrillo; María I. Navas; Marbelys Salazar; O. J. Torres; E.A. Torres; P.J. García y A. Pérez. 2008. Evaluación comparativa de híbridos y variedades de arroz en los Llanos Centrocidentales de Venezuela. *Agronomía Trop.* 58: 101-110.
- Anzalone, A; D. Peña y D. García. 2009. Evaluación de la resistencia de una población de *Echinochloa colona* L., a los herbicidas glifosato y fluazifop-p-butil. *El malezologo*. Boletín de la Sociedad Venezolana para el Combate de Malezas. 10-12P
- Amaya, A. y G. Rico. 2005. Fertilización en arroz. En: *Manejo de Suelos en Arroz. Modulo I*. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa. Venezuela. 25 p.

- Aponte, O; L. Escalona; L. Vivas. 2005. Descripción, biología y daño de las plagas y sus controladores biológicos. En: Manejo de Suelos en Arroz. Modulo 6. Ed. Fundarroz. Acarigua. 24 p.
- Apóstolo, G. 2009. Evaluación de la resistencia de una población de *Ischaemum rugosum* Salisb., provenientes de campos de arroz (*Oryza sativa* L.) al herbicida bispiribac sodio. Trabajo de Grado. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. 35 p.
- Arana, G. 2010 Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* salisb al herbicida Bispiribac Sodio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela; 38 p.
- Arnao, E., A. González, Y. Jayaro, E. Graterol y O. Borges. 2008. Evaluación de la resistencia a *Pyricularia grisea* en algunas variedades de arroz en Venezuela. Fitopatol. Venez. 21(1): 9-14.
- Asociación Venezolana de Molinos de Arroz (ASOVEMA). 2006. Caracas Venezuela. <http://www.asovema.org.ve/balarrocero20002004.htm>.
- Barrios M. y M. Adams. 1996. Uso de fertilizantes nitrogenados en arroz irrigado en un suelo de la serie calabozo. Venesuelos 4(1):28-35
- Blanco, S. 2010 Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* salisb al herbicida Bispiribac Sodio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) Trabajo de grado Ingeniero. Fac.Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 38 p
- Brown, A.E. 2006. Mode of Action of Insecticides and Related Pest Control Chemicals for Production Agriculture, Ornamentals, and Turf. Pesticide Information Leaflet No. 43. The University of Maryland. 13p. In: <http://www.entmclasses.umd.edu/peap/leaflets/pil43.pdf>. Consulta: mayo 23, 2012
- Campero, N. 1997. Estimación de la incidencia del síndrome de la raíz negra y superficial en el cultivo de arroz en Portuguesa. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 65 p.
- Carrillo C, E. Casanova y G. Rico. 1991. Cambios químicos en el agua de inundación de arroz bajo riego después de la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Agronomía Tropical 41(1-2): 55-68.1991
- Cedeño, D. 2005. Enfermedades de la vaina y del tallo. En: Enfermedades en Arroz. Modulo 4. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa-Venezuela. 10 p.
- Contreras, A. 2009. CASA lidera sector arrocero con 46%. http://www.eluniversal.com/2009/03/02/imp_eco_art_casa-lidera-sector-a_1286777.shtml.

- Contreras, A. 2012. Alimentos importados son parte del menú diario de la población. <http://www.eluniversal.com/economia/120603/alimentos-importados-son-parte-del-menu-diario-de-la-poblacion>.
- Delgado, M; A. Ortiz; Y. Guevara y L. Subero. 2002. Evaluación sanitaria de semillas de cuatro variedades de arroz en Venezuela. *Agronomía Tropical* 52: 223-234. 2002
- Díaz, A. y J. Carbonell, 1985. Adecuación de la tierra para la siembra de arroz. En: *Arroz: Investigación y Producción (Compilación)*. Centro de Internacional de Agricultura tropical (CIAT)- Naciones Unidas (PNUD). Cali, Colombia; P. 459-475.
- Dunand, R. 1988. Red rice. Its impact on grain quality and its cultural control. A review of research in Louisiana. 1.960-1.982. Bulletin No. 792. Louisiana Agricultural Experiment Station. 44 p.
- Fardella, C. 2008. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb., provenientes de campos de arroz (*Oryza sativa* L.) a los herbicidas fenoxaprop-p-etil y bispiribac sodio. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela 40 p.
- Fischer, A.J. 1998. Manejo integrado de malezas del arroz. En: Manejo integrado de plagas del arroz. CIAT- FLAR- Fundación Polar. 31-49p.
- Fory, L.; E. Tabares, I. Lozano; A. Mora; G. Delgado; T. Agrono; C. Ordoñez; M.C. Duque; L. Calvert y Z. Lentini. 2002. Arroz Transgénico con Resistencia al Virus de la Hoja Blanca del Arroz (RHBV) en Campo. Cali, CO, CIAT. http://webapp.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/pdf/poster_transgenico.pdf
- Fumero, L.F. 2012. Efecto del herbicida propanil (3360 g. i.a. ha⁻¹) en el control de accesiones de *Echinochloa colona* (L) Link., proveniente de arrozales venezolanos. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 40 p.
- Fundación Nacional del Arroz (Fundarroz). 2005. Seis puntos estratégicos en el manejo del arroz para una alta productividad. Programa de transferencia de tecnología. CFC. Fundarroz-Flar-Fonacit. 12 p.
- Fundación Nacional del Arroz (FUNDARROZ). 2012. Manejo de agua: mínima labranza como estrategia del manejo para el uso eficiente de agua de riego en el cultivo de arroz. 6 p.
- Graterol E. 2008. Progresos alcanzados en 50 años de mejoramiento genético de arroz en Venezuela. Fundación DANAC.
- Gaceta Oficial N° 37.425. 2002. Norma de Recepción de Arroz Paddy Húmedo. Según Resolución 031. Fecha 17/04/2002. <http://www.tsj.gov.ve/gaceta/abril/170402/170402-37425-05.html>.

- Gil, R. 2010. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Echinochloa colona* (L) Link, al herbicida bispiribac sodio, recolectadas en arrozales del estado Guárico. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Aragua. Venezuela. 36 p
- González-Vera, A.; E. Graterol; B. Borges. 2011. Métodos de evaluación y reacción de cultivares para resistencia al añublo de la vaina del arroz causado por *Rhizoctonia solani* AG-1 IA. *Bioagro* 23: 3-12.
- Guillen, L. G. 2012. Identificación y epidemiología de las bacterias fitopatógenas presentes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en parcelas del Sistema de Riego del Río Guárico. Trabajo de Grado de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Aragua. Venezuela. 98 p.
- Graterol, E. 2012. Mejoramiento genético de arroz en Venezuela: Programa arroz de Fundación Danac. En: I Taller GRISP de mejoradores de arroz de América Latina y el Caribe. CIAT. Palmira. Colombia. 36 p. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/CIAT/mejoramiento-genetico-de-arroz-en-venezuela-programa-arroz-de-fundacion-danac>. [Consulta: mayo 19, 2012.]
- Heap, I. 2012. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC). Weed Science Society of America (WSSA) : <http://www.weedscience.org/summary/HRACchem.asp>. Consulta, mayo 6, 2012
- Jenning, P. 1998. Manejo del síndrome de la raíz negra y superficial. FUNDARROZ. s/p.
- Jenning, P.R. 1985. Ecosistemas en relación al mejoramiento del arroz. P. 37-44. En Arroz: Investigación y producción. Ed. E. Tascón y E. Gracia. CIAT-PNUD. 696 p.
- Khush, G.S. 1984. Terminology for rice growing environments. In: Terminology growing system. International Rice Research Institute (IRRI). Manila. Philippines. 5-10 p.
- Labrín, N. 2007. Estudio de la resistencia en variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) venezolanas al virus de la hoja blanca. Trabajo de Grado para Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación Escuela de Posgraduados. Costa Rica. 100 p.
- López, A. 2010. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Echinochloa colona* (L.) Link, al herbicida cyhalofop butil, recolectadas en arrozales de Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 78 p.
- Linares, O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Editorial. Caracas. 340 – 347 p.

- Matheus, R. 2010. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb., al herbicida Profoxidim en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) del sistema de riego río Guárico (SRRG) y sus adyacencias. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 30 p
- Medina, A. 2006. Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Echinochloa colona* (L.) Link al herbicida Bispiribac sodio en arroz (*Oryza sativa* L.) Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 44 p.
- Medina, B. 2012. Evaluación de la resistencia de *Ischaemum rugosum* Salisb., al herbicida propanil utilizado en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 36 p.
- Mendoza, D. 2004. Efectos del retraso de cosecha sobre la calidad culinaria del arroz (*Oryza sativa* L.) efectos del retraso de cosecha sobre la calidad culinaria del arroz (*Oryza sativa* L.) en Araure, estado Portuguesa. Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Venezuela. 76 p.
- Moquete, C. 2008. La soca en el cultivo de arroz en Republica Dominicana. Apuntes sobre trasplante. En: IV Congreso Arroceros Nacional. Conarroz. San José. Costa Rica. 35 p.
- Molina, Luisa E. 1998. Notas sobre la situación de la producción primaria de arroz en Venezuela. Agroalimentaria 6: 45-55
- Martínez, P. 1998 Situación Actual del Cultivo del Arroz en Venezuela. Fundación Polar. Caracas. Venezuela. 127 pp
- Monasterios, P. 1998. Efecto de diferentes láminas de agua en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo de grado para optar el título de Magister Scientiarum. UNELLEZ. Guanare. Portuguesa. 87 p.
- Moreno, J. 2010. Evaluación del índice de resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb., al herbicida profoxydim, recolectadas en arrozales del Estado Portuguesa. Trabajo de Grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Aragua. Venezuela. 19 p
- Morillo, K. y I. Rodríguez. 2009. Estudio comparativo de la micobiota de campo asociada a granos de arroz cosechados en los ciclos de sequía y lluvia en el estado Guárico, Venezuela. Sociedad Venezolana De Fitopatología, XXI Congreso Venezolano De Fitopatología. Isla de Margarita. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.ovefit.com.ve/boletines/22-2/Resumen.pdf>. [Consulta: mayo 19, 2012]
- Muñoz, J. A. 2008. Productos Agroquímicos y biológicos, Fertilizantes, Semillas y Equipos: Manual Técnico. AGROISLEÑA. Cagua. Aragua. Venezuela. 398 p.

- Nass, H y R. Cardona. 2005. Enfermedades de la vaina y del tallo. En: Enfermedades en Arroz. Modulo 4. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa-Venezuela. 10 p.
- Ortiz, A. 2008. Herbicidas usados en el cultivo de arroz en Venezuela. El Malezologo. Boletín de la Sociedad Venezolana para el Combate de Malezas. 17-19
- Ortiz, A. 2011. Informe de avance sobre el proyecto manejo integrado de malezas en arroz (MIMA). Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 61 p.
- Ortiz, A. y T. Budowski. 1998. Estudio preliminar de la incidencia de arroz rojo y otras malezas en el arrozal venezolano. Investigaciones Agrícolas – DANAC (3):1-8.
- Ortiz, A.; M. Pacheco; V. Pérez; R. Ramos; E. Seijas. 2000. Identificación de biotipos de *Echinochloa colona* (L.) Link. Potencialmente resistentes al propanil en Venezuela. Rev. COMALFI (Colombia) 26:21–27.
- Ortiz, A.; L. Villarreal; S. Torres; M. Osuna; L. López, R. Figueroa; C. Zambrano; M. Cásares; A. J. Fischer. 2012. Resistencia de *Fimbristylis miliacea* al herbicida pirazosulfurón-etilo en campos de arroz del estado Guárico-Venezuela. Interciencia 37 : 1-7
- Páez, O. 2004. Zonas y sistemas de producción de arroz en Venezuela. P 23-28. En: El cultivo del arroz en Venezuela. Serie Manuales de Cultivo. INIA N° 1. Ed. O. Páez. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola. 202 p.
- Palencia, D. 2012. Efecto del herbicida propanil (480 g L⁻¹) en el control de acepciones de *Echinochloa colona* (L.) Link., proveniente de arrozales venezolanos. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. (Por presentar).
- Pérez-Almeida I.; E. Torres; L. Angulo y M. Acevedo. 2011. Diversidad genética entre cultivares de arroz de Venezuela con base a la estimación del coeficiente de parentesco y análisis con marcadores moleculares microsatélites (SSR). Interciencia 36 : 545-551
- Pérez, D. y P. Dorta. 2003. Determinación de la dosis óptima de nitrógeno para las variedades de arroz Fonaiap 1, Zeta 15 Y Fedearroz 50 en época de lluvias. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. 78 p.
- Pérez, y Zambrano. 2008. Evaluación de la posible resistencia metabólica de poblaciones de paja americana [*Echinochloa colona* (L.) Link] provenientes de diferentes localidades del Estado Portuguesa a los herbicidas cyhalofop-butyl (Clincher®), clefoxidym (Aura ®), fenoxaprop p-etil (Furore ®) y bispiribac sodio (Nominee ®) en arroz (*Oryza sativa* L.). *El malezologo*. Boletín de la Sociedad Venezolana para el Combate de Malezas:8-9

- Poleo, J. y L. Fuentes. 2005. Bioecología de las principales especies de roedores Cricétidos de Venezuela. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. [Documento en línea]. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n8/arti/fuentes_1/fuentes_1.htm [Consulta: mayo 22, 2012].
- Poleo, J. y R. Mendoza. 2000. Aves que afectan el cultivo de arroz. Fonaiap Divulga 67:21-24.
- Rico, 2005. Manejo del agua de riego. En: Manejo de Suelos en Arroz. Modulo I. Ed. Fundarroz. Acarigua. 14 p.
- Rico, G. 2008. Adecuación de suelos para la siembra de arroz. En: Taller sobre Manejo Integrado del Cultivo de Arroz en Venezuela. Calabozo. Venezuela. 80 p.
- Rivillo, A. La Química de Suelos Inundables En Venezuela. 2006. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros. Venezuela. 274 p.
- Rodríguez, P.J. 2008. Reingeniería en campos para maíz: Fase adecuación de tierras. Alimentos Polar. Venezuela. 80 p.
- Rodríguez, H. y H. Nass. 2005a. Enfermedades Foliares. En: Enfermedades en Arroz. Modulo 4. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa. Venezuela. 20 p.
- Rodríguez, H y H. Nass. 2005b. Enfermedades del grano/semilla. En: Enfermedades en Arroz. Modulo 4. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa. Venezuela. 20 p.
- Rodríguez, P.J.; G. Rico. 2005. Macrocaracterización zonas productoras. En: Manejo de Suelos en Arroz. Modulo I. Ed. Fundarroz. Acarigua. 15 p.
- Rodríguez, D. y H. Rodríguez. 2005. Elementos Básicos de Fitopatología. Unidad 1. En: Enfermedades en Arroz. Modulo 4. Ed. Fundarroz. Acarigua. Portuguesa. Venezuela. 14 p.
- Sanint, L. 2010. Nuevos retos y grandes oportunidades tecnológicas para los sistemas arroceros: Producción, seguridad alimentaria y disminución de la pobreza en América Latina y el Caribe. En: Producción Eco-eficiente del arroz en América Latina. Ed. B. Degiovanni, C. Martínez y F. Motta. Tomo I. Publicación CIAT, N° 365. Colombia. 487 p.
- (SASA) Servicio Autónomo de Sanidad Agropecuaria. 2005. Alerta Cuarentenaria: El ácaro *Steneotarsonemus spinki* una amenaza para el cultivo del arroz. Ministerio de Agricultura y Tierra (MAT) y Servicio Autonomo de Sanidad Agropecuaria (SASA). 6 p.

- Sifuentes, R. 2012. Evaluación de la resistencia de accesiones de *Ischaemum rugosum* Salisb., provenientes de arrozales venezolanos al herbicida pyribenzoxim. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad central de Venezuela. Maracay. Venezuela.
- Sisterna, M.; G. Lori; Y. J. Marassi. 1994. Sintomatología y hongos asociados al manchado del grano de arroz en el cultivar IRGA 409. Rev. Fac. Agron. (La Plata). 70:13-21.
- Taccarelli, A. 2011. Evaluación de la resistencia de algunas poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb al herbicida Imazapir + Imazetapir recolectadas en arrozales de Venezuela. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 41 p.
- Trujillo, G, Y. Hernández y J L. Subero. 1999. La quemazón bacteriana del arroz causada por *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* en Calabozo, Estado Guárico, Venezuela. Fitopatología Venezolana 12: 2-5
- Vivas, L. 2005. Primera cita de *Trigonotylus tenuis* Reuter, 1893 (Hemiptera, Miridae) causando daños en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Venezuela. Entomotropica 20: 125-126.
- Vivas L y A. Notz. 2010. Determinación del umbral y nivel de daño económico del chinche vaneadora del arroz, sobre la variedad cimarrón en calabozo estado Guárico, Venezuela. Agronomía Tropical 60: 271-281. 2010
- Zambrano Y., A. Vegas, R. Cardona, Z. Gutiérrez y J. R. Demey. 2006. Estructura genética y diversidad de linajes de *Pyricularia grisea* en la zona arrocera venezolana. Interciencia 31: 62-66.