

Análisis productivo del cultivo de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en Venezuela entre 2001-2010

Pedro R. Solórzano P.

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

INTRODUCCIÓN

En Venezuela la actividad agrícola ha desmejorado tanto en los últimos años, que para comprender la realidad de la mayoría de los cultivos y su contribución a la cadena alimenticia debemos hurgar un poco en el pasado, en su historia. Esto quizás sea muy necesario en el caso del sorgo granífero, el cual probablemente ha sido el cultivo con mayor crecimiento explosivo en un momento determinado, con uno de los índices de crecimiento interanual más elevado en toda la historia de nuestra producción agrícola, que se estableció muy rápida mente, especialmente en regiones ganaderas, llegando a cubrir cientos de miles de ha, cuya producción se ha estancado y hoy en día trata de sobrevivir en unas 300 000 ha en algunas regiones del país.

El sorgo granífero es un cultivo industrial, pues su grano, el cual es su principal producto, se utiliza en grandes proporciones como fuente energética en la elaboración de alimentos balanceados para animales, por lo que se considera un grano forrajero. Por otro lado, luego de la cosecha del grano hay un forraje remanente como producto secundario, que puede ser utilizado directamente por el ganado en pastoreo o puede ser henificado, razón por la cual este cultivo debe ser el mejor aliado de los ganaderos. Como todo cultivo industrial de uso masivo, es totalmente mecanizado.

Comparativamente con otras especies cultivadas, el sorgo granífero posee una aceptable rusticidad en cuanto a su comportamiento ante el ambiente, lo cual le permite que pueda producirse económicamente bien en áreas, regiones o épocas que ofrezcan condiciones limitativas para la explotación de otros cultivos, por lo que tiene grandes probabilidades de crecer sin competir por espacios con otros cultivos más exigentes como el maíz. Durante muchos años se ha tenido un

*Autor de correspondencia: Pedro R. Solórzano

E-mail: pedroraulsolorzano@yahoo.com

déficit elevado de granos forrajeros que en el pasado se cubrió con la importación de trigo de segunda (US N°2) y luego de sorgo, y que en la actualidad se cubre con la importación de maíz amarillo. Quiere decir, que existe en el país una gran oportunidad para que este cultivo crezca considerablemente y pase a cubrir una brecha en el suministro de material energético para la alimentación animal.

En Venezuela, el sorgo granífero tuvo un gran auge a partir de 1970, comenzó a crecer vertiginosamente llegando a convertirse en regiones como el noreste del estado Guárico en un cultivo de doble propósito, ya que luego de enviar su grano a la industria, su forraje se convirtió en el alimento principal para sustentar y sedentarizar una ganadería trashumante por la escasez de forraje durante la época seca. En esta región se llegaron a sembrar más de 200 000 ha/año, y aunque Guárico sigue siendo el principal productor de este cereal, en los últimos años la superficie sembrada oscila alrededor de 60 000-80 000 ha/año. Esto es indicativo del gran potencial de esta región para incrementar el cultivo del sorgo granífero; se espera que las políticas agrícolas favorezcan las condiciones para impulsar este crecimiento.

Este trabajo ha sido preparado a solicitud de la Comisión Organizadora para la celebración de los 75 años de la fundación de nuestra querida Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se presenta un análisis de la situación actual del cultivo en el país y algunas consideraciones para su crecimiento en la producción interna de granos forrajeros, el cual es un renglón con una gran dependencia de las importaciones. Buena parte de la información básica que aquí se presenta, ha sido tomada del libro *El Sorgo Granífero, su Producción en Venezuela* (Solórzano, 1986).

Cultivares utilizados

Se puede decir que las siembras comerciales de sorgo granífero en Venezuela comenzaron en 1966, promovidas por la empresa Protinal, C.A. Para esa fecha se trabajaba con híbridos importados, principalmente de la casa Northrup King, y el principal material por su buen comportamiento en casi todas las regiones del país fue el híbrido 'NK-Savanna 5'. Posteriormente, casas comerciales como Dekalb, Pioneer y otras, comenzaron a introducir híbridos y a evaluarlos con fines comerciales. Protinal, C.A., observando que las áreas sembradas con sorgo aumentaban constantemente y ante un eventual incremento considerable de la demanda de semillas de materiales con alta capacidad de rendimiento, inicia, a partir de 1970, un programa de mejoramiento genético de esta especie. Como resultado de ese programa se obtuvieron híbridos extraordinarios que superaron ampliamente a los híbridos importados y fueron favoritos de los agricultores venezolanos. Es así como el híbrido 'Chaguaramas III' fue el material de mayor demanda hasta mediados de los años ochenta; a partir de allí se producen e incorporan al mercado los híbridos 'Chaguaramas VI y VII', el primero con extraordinario comportamiento para las siembras de nortes en los Llanos Occidentales o para siembras tardías debido a su ciclo un poco más corto, y el segundo con un comportamiento y una adaptabilidad tan grandes que todavía,

después de más 25 años, sigue siendo uno de los híbridos que más se siembra en el país.

Como en todas las especies cultivadas, constantemente aparecen nuevas plagas y enfermedades; se aplican nuevas vías para manejar la agricultura debido al incremento de los costos de producción, siendo el caso de adaptar la planta a factores del ambiente como baja precipitación, acidez de los suelos, uso eficiente de nutrientes del suelo, salinidad, y otros; se busca mejorar la arquitectura de la planta para incrementar la eficiencia fotosintética; aumentar el potencial de rendimiento, etc.; que hacen que el mejoramiento genético sea constante en el tiempo y que cada día aparezcan nuevos materiales. Lógicamente, esos materiales, junto a otros que pueden ser traídos de diversos países, deben ser evaluados a nivel nacional para determinar su adaptabilidad a las condiciones de las áreas actuales y potenciales para la producción de este grano, y poder determinar su elegibilidad para ser comercializados y utilizados en las siembras de sorgo granífero. Estas evaluaciones se deben realizar de manera oficial, por lo que por medio del INIA y antes el FONAIAP, se ubicaron a lo largo y ancho del país los Ensayos Regionales de Sorgo, que hoy en día se denominan Ensayos Regionales Uniformes (ERU). En base a esos resultados se han sembrado en el país muchos híbridos y variedades de sorgo, y en la actualidad, el Servicio Nacional de Semillas (SENASA) señala como cultivares elegibles de sorgo, tanto granífero como forrajero, los que aparecen en el Cuadro 1, junto a las empresas que los han desarrollado o que son sus representantes legales.

Cuadro 1: Cultivares elegibles de sorgo. Uso actual.

Denominación comercial del cultivar	Representante legal
‘Cacique II’	
‘Chaguaramas VII’	
‘Chaguaramas XVI’	
‘Criollo 26’	
‘Guanipa 95’	Semillas Aragua, C.A.
‘HIMECA 383’	HIMECA 383
‘HIMECA 101’	HIMECA
‘HIMECA 500’	HIMECA
‘Magnate 2007’	Semilla Magna
‘Ismael (Variedad forrajera)’	INIA
‘Maracay (Variedad forrajera)’	INIA
‘Zaraza (Variedad forrajera)’	INIA
‘Wac-8228’	SEHIVECA
‘Yaruco I’	Sefloarca
‘Yaruco VII’	Sefloarca
‘Magnun 2012’	Semilla Magna

Fuente: SENASEM, 2011.

Dentro de las variedades forrajeras, la más sembrada es 'Maracay'. En el grupo de los sorgos graníferos los más sembrados son 'Chaguaramas VII', 'HIMECA 101' e 'HIMECA 500'. En general, los híbridos de lo que he llamado la Serie Chaguaramas, son materiales muy rústicos y con una característica muy importante que es su tolerancia a condiciones moderadas de acidez del suelo, lo que implica que en estos suelos no sea necesario aplicar encalado para lograr buenos rendimientos con estos cultivares. Esto es muy significativo, ya que buena parte de los suelos en los cuales se puede incrementar la superficie cultivada con sorgo, ubicados en los Llanos Orientales, en las llanuras colinosas de Guárico y en los llanos altos de Portuguesa y Barinas, puede presentar niveles de acidez que para la mayor parte de los cultivos populares en esas regiones requieran aplicaciones de caliza agrícola. Esta práctica de encalado es un costo adicional, además de consumir tiempo que retrasaría las fechas de siembra con sus consecuentes efectos negativos sobre los rendimientos.

Zonas de producción

A un alto nivel de abstracción, se puede señalar que con excepción de áreas montañosas y zonas bajas inundables, cualquier región del país con suelos de texturas medias a pesadas y una precipitación superior a 400 mm concentrados en un período de 4 meses, es potencialmente apta para la producción de sorgo granífero de secano. Sin embargo, tal como lo señala Ortiz (2002a), sobre el desarrollo de la planta de sorgo influyen marcadamente los factores temperatura, humedad y longitud del día, los cuales deben tomarse en cuenta para seleccionar áreas para la siembra de este cereal. Las bajas temperaturas nocturnas retardan la formación de las panículas, retrasando por tanto la floración y es una planta fotosensitiva en diversos grados, acelerándose la floración si los días son más cortos que cierto número de horas de luz, denominado fotoperíodo crítico.

Es así como el estado Guárico, con extensas áreas de dudosa precipitación para producir maíz, ha sido en muchos años el principal productor nacional de sorgo en Venezuela. Además, esas regiones han sido tradicionalmente ganaderas, con el problema de la falta de forraje desde el mes de noviembre hasta el inicio de una nueva temporada de lluvias hacia finales del mes de mayo. En esas condiciones, la mayor parte del ganado es movilizado hacia el sur, buscando zonas de mayor humedad y por lo tanto, mayor cantidad de alimento para los animales. Al llegar el sorgo a estas unidades de producción, se convirtió en un cultivo doble propósito, ya que, por un lado el grano se vende a las empresas productoras de alimentos balanceados para animales, y por otro, el forraje o restos de cosecha se utiliza en pastoreo o para la elaboración de pacas de heno que permiten mantener una ganadería bien alimentada y saludable durante la época seca. Si se elabora heno, el sorgo es capaz de producir una soca que puede ser igualmente henificada o pastoreada como forraje fresco. Esta situación trajo como consecuencia, que en lugar de sacar el ganado hacia el sur a finales del año, algunos ganaderos o agricultores con disponibilidad de forraje traen animales para levante en esas tierras que antes, por esta época, eran inhóspitas.

Lo anterior destaca que además de la adaptabilidad del sorgo a estas regiones, también se acopla muy bien al sistema de producción animal predominante en estas fincas. Como referencia, vale la pena señalar que manejando bien el cultivo, los rendimientos en grano son bastante buenos; por ejemplo, en la empresa Agrícola Chaguaramas, C.A. ubicada en las cercanías de la población de Chaguaramas en el estado Guárico, en la cosecha de 1983 se obtuvieron rendimientos comerciales superiores a 4 000 kg/ha cuando se sembró en la última semana de mayo y la primera de junio, y superiores a 3 000 kg/ha al sembrar durante la segunda quincena de junio y primera semana de julio. A partir de esa fecha, los rendimientos bajaron considerablemente, pero si se ajustan bien las fechas de siembra vemos que el potencial para producir sorgo en estas condiciones es muy alto. En buena medida, por esta situación, el estado Guárico ha sido desde un principio y por muchos años el principal productor de este cereal en el país, a pesar de que habiéndose llegado a sembrar más de 200 000 ha en un año, hoy es nuevamente número 1 pero con apenas 63 000 ha en el año 2010.

Además de Guárico, otras zonas para la producción de sorgo granífero actuales y potenciales son extensos sectores de los Llanos Orientales de Anzoátegui y Monagas que hoy ocupan, respectivamente, el segundo y quinto lugar en la escala de producción nacional; luego Portuguesa, Barinas y Cojedes con la siembra durante el período de nortes o en sectores de los llanos altos de estos estados; sigue Aragua que ha tenido un crecimiento importante en los últimos años; y sectores de Zulia, Yaracuy y Lara en menor escala.

Se debe señalar, que durante el período 2002-2007, el estado Portuguesa fue el principal productor nacional de sorgo, llegando en el 2003 a un record de 134 000 ha sembradas; por lo tanto, ésta es otra región con gran potencial para la producción de este cereal. Al efecto, González y Velásquez (2005) presentan al sorgo como una opción cierta para siembras de norte-verano en el estado Portuguesa y señalan que las siembras se deben realizar desde comienzos de septiembre hasta finales de noviembre, ya que más allá de esta fecha pueden presentarse serios problemas de ataques de pájaros. El sorgo como segundo cultivo, se aprovecha muy bien el efecto residual del fertilizante aplicado al cultivo de lluvias (generalmente maíz), lo cual contribuye a disminuir significativamente los costos de producción.

En cuanto a la producción de semillas, ésta debe realizarse con riego. Inicialmente los programas se concentraron en Anzoátegui, utilizando pivotes centrales para la aplicación de agua por aspersión y disfrutando de la sanidad de los campos por ausencia de malezas que pudieran contaminar las semillas. En la actualidad, cerca de un 80% de la semilla híbrida de sorgo granífero se produce en el estado Aragua. Muchas zonas del país pueden ser utilizadas en la producción de semillas si se dispone de riego, sin embargo, existen requisitos para la selección de los campos que se pudieran dedicar a la producción de semilla de sorgo, que según Ortiz (2002b) son los siguientes:

- Los campos no deben haber sido sembrados con sorgo el ciclo anterior
- No se aceptarán campos que tengan presencia de algunas malezas del género *Sorghum*, sudán, escoba, sorgos forrajeros y paja rolito (*Rottboellia cochinchinensis*) que pudieran ser focos de contaminación de las semillas al cruzarse en el campo con las líneas que sirven de hembras en el proceso de hibridación, o que sean difíciles de separar durante el acondicionamiento de la semilla. En la actualidad, existen herbicidas muy eficientes para el combate de estas malezas, lo que ha permitido que en Aragua y Carabobo se pueda producir semillas y que se pueda volver a Anzoátegui a producir este importante insumo.
- Los lotes para producción de semilla no deben ser accidentados y de fácil acceso para vehículos y maquinaria agrícola.

La ubicación de los campos para producir semillas de sorgo también debe ir ligada a la disponibilidad de plantas industriales para el procesamiento y almacenamiento, y facilidades de distribución hacia las regiones productoras de sorgo granífero.

Descripción del sistema de producción. Referencial tecnológico aplicado

El cultivo del sorgo granífero se realiza bajo sistemas de producción donde se aplica alta tecnología, es totalmente mecanizado, se utilizan semillas de alta pureza y calidad genética, generalmente cultivares de alta capacidad de rendimiento que demandan la aplicación de prácticas agronómicas que permitan la expresión de esta cualidad, lo cual incluye realizar las labores oportunamente; poblaciones de plantas de acuerdo a la fecha de siembra y condiciones del sistema suelo-clima; fertilización adecuada según un análisis de suelo reciente y confiable; combate de malezas sin permitir que sus poblaciones superen el umbral de competencia; combate de plagas aplicando preferiblemente el manejo integrado de plagas; selección de cultivares tolerantes a las enfermedades más probables en cada región del país; cosecha oportuna para evitar pérdidas que superen los límites permitidos y pronta entrega del grano en las plantas receptoras.

Como debe ocurrir con todos los cultivos, no hay un patrón rígido en cuanto a las prácticas agronómicas que se suceden, o mejor dicho, no hay un paquete tecnológico que pueda ser utilizado fielmente en la generalidad de los casos, y dicho referencial tecnológico aplicado va a depender fundamentalmente de las condiciones del sistema suelo-clima. Sin embargo, como referencia general, se presenta brevemente la siguiente secuencia de prácticas que deben cubrir el ciclo del cultivo del sorgo granífero:

Labranza: es una de las prácticas más tradicionales en la agricultura mundial, y se realiza básicamente para proveer buenas condiciones de suelo para la germinación de las semillas y la emergencia de las plantas, eliminar residuos de cosecha de cultivos previos y eliminar malezas que pudieran competir con el cultivo desde las primeras etapas de desarrollo.

En el caso del sorgo en particular, el sistema de labranza seleccionado va a depender, entre otros, de las condiciones del sistema suelo-clima y del método de siembra seleccionado. En muchas condiciones se aplica labranza convencional que popularmente implica el uso de rastra pesada y rastra, cuando se va a sembrar al voleo. También se requiere la labranza convencional en terrenos recién incorporados a la producción agrícola, o cuando la superficie del suelo tiene muchos accidentes como consecuencia del uso de maquinarias en cultivos previos. En muchas oportunidades las condiciones son favorables para el uso de labranza reducida y hasta cero labranza, lo cual puede ser muy favorable desde el punto de vista de reducir costos y como práctica para la conservación de suelos y agua. La siembra al voleo también puede hacerse con labranza reducida aunque la incorporación del fertilizante es limitada disminuyendo la eficiencia de estos productos. Para la cero labranza en sorgo se requiere un equipo de siembra especialmente diseñado para este fin, al igual que se requiere un grupo amplio de herbicidas que puedan ser utilizados, especialmente aplicados presiembra para controlar la vegetación existente en los campos. Afortunadamente, en el país se puede disponer de estos recursos y se tiene una amplia experiencia en el uso de esta práctica debido a su crecimiento en los últimos años.

Fertilización: debido a que la mayor parte de los suelos que actual y potencialmente son aptos para la producción de sorgo en Venezuela son relativamente pobres en su capacidad de suministro de nutrientes para las plantas, la fertilización es una práctica muy importante para esperar resultados exitosos. No hay una recomendación general para fertilizar el cultivo, pero si se pueden señalar algunas orientaciones para decidir la mejor manera de realizarlo. Solórzano (2001) señala que conociendo los patrones de acumulación de nutrientes de la planta que permiten detectar las etapas críticas o de mayor demanda durante el ciclo de vida, además de la magnitud de las necesidades nutritivas del cultivo y los niveles de suficiencia de la concentración de los nutrientes en los tejidos de las plantas, conjuntamente con un análisis de suelo reciente y confiable, el productor o técnico puede preparar un programa de fertilización bastante ajustado a cada situación en particular.

En el caso del sorgo granífero, el patrón de acumulación de nitrógeno es muy importante debido a la poca permanencia de las formas de N aprovechable en el suelo. Al efecto, Solórzano y Rengel (2004) señalan que aproximadamente durante el período 30-50 días de edad las plantas de sorgo acumulan en promedio alrededor de 4 kg de N/ha/día, cantidad que debe asegurarse en el volumen de suelo explorado por las raíces de las plantas por medio del fraccionamiento o reabonamiento con nitrógeno, o aplicando fertilizantes de liberación controlada de N o con N protegido en forma de amonio por inhibidores de la nitrificación. En la mayoría de los casos, el fósforo y el potasio son bastante permanentes en el suelo, por lo que no es necesario reabonar con estos nutrientes.

En lo que respecta a las necesidades nutritivas, se estiman los siguientes valores para el sorgo, los cuales destacan que a los de N y K son muy superiores a los de P; 35 kg de grano producido/kg de N acumulado; 280 kg de grano producido/kg de P acumulado; 50 kg de grano producido/kg de K acumulado.

Finalmente, para conocer el estado nutritivo de la planta de sorgo, se utilizan los rangos de suficiencia de nutrientes en la tercera hoja de la planta tomada en la etapa de floración, que según Lockman (1972), son los siguientes: N, 3,3-4%; P, 0,2-0,35%; K, 1,4-1,7%; Ca, 0,3-0,6%; Mg, 0,2-0,5%; B, 1-10 ppm; Cu, 2-7 ppm; Fe, 65-100 ppm; Mn, 80-190 ppm; Zn, 15-30 ppm.

Con el análisis de suelo se debe chequear también, entre otras cosas, las relaciones Ca/Mg intercambiables, pH y su efecto sobre la disponibilidad de micronutrientes, para ajustar totalmente los programas de fertilización.

Siembra: la siembra es una de las prácticas más importantes ya que implica seleccionar el cultivar mejor adaptado a las condiciones de las unidades de producción donde se va a sembrar, decidir el momento más oportuno para la siembra, la densidad de población más adecuada y el método de siembra a utilizar.

En la sección anterior se indicó cómo escoger el cultivar mejor adaptado a cada región. En relación a la fecha de siembra, debe seleccionarse para que el cultivo utilice al máximo posible la humedad disponible; por esa razón, generalmente, la fecha de siembra más indicada coincide con el inicio de la temporada de lluvias, una vez que el suelo ha acumulado suficiente humedad para asegurar una pronta y uniforme germinación de las semillas. Para hacer esto, es necesario conocer los ciclos históricos de la precipitación en cada región o sector que se vaya a dedicar a la siembra de sorgo. También se debe considerar, para seleccionar la fecha de siembra, que al momento de la maduración del grano no exista mucha lluvia ni humedad edáfica excesiva que puedan interferir con la labor de cosecha. Un retraso en la recolección del grano puede causar pérdida de rendimiento y de la calidad del grano.

La densidad de población va a depender de las características del cultivar utilizado, de las condiciones de suelo en cuanto a niveles de fertilidad y capacidad de retención de humedad, y a las características de la temporada de lluvias. En la actualidad, para cada híbrido se suministra información sobre el rango de poblaciones más adecuadas, seleccionando las mayores poblaciones en la medida que las condiciones del sistema suelo-clima sean mejores, y se van disminuyendo las poblaciones a medida que van empeorando las condiciones de suelo y clima. Generalmente, las poblaciones de sorgo oscilan entre 200 000 y 300 000 plantas/ha.

En relación al método de siembra, el sorgo granífero se puede sembrar al voleo y en hileras. Cuando se siembra en hileras, por lo general se fertiliza en la misma operación colocando el abono en una banda al lado y por debajo de las semillas, y para la mayoría de los cultivares las hileras se separan a 50 cm o menos. Se puede utilizar cualquier sembradora-abonadora siempre y cuando permita el ajuste de la población de plantas seleccionada. Las siembras al voleo se realizan generalmente con “trompos” y el fertilizante debe ser incorporado al suelo previamente a la siembra.

Combate de malezas: las malezas son plantas que pueden interferir con el sorgo, crean una competencia espacial con el cultivo por agua, luz y nutrientes. Al estar presentes en altas poblaciones pueden reducir significativamente los rendimientos y la calidad del grano, e incluso pueden obstaculizar la labor de recolección.

Para combatir las malezas se emplean métodos mecánicos que van desde la labranza hasta el posible uso de cultivadoras entre las hileras del cultivo. Sin embargo, actualmente, casi todo el combate de malezas se realiza con la aplicación de herbicidas, pudiendo comenzar desde antes de la siembra cuando se emplea labranza reducida o cero labranza, aplicando un producto de amplio espectro sobre todas o la mayoría de las malezas presentes. Luego los programas para combate de malezas se van desarrollando según los tipos de malezas presentes, sus poblaciones y la edad tanto del cultivo como de las malezas. Por esa razón, no hay un programa único para el combate de malezas, y de ser necesario, se sugiere el asesoramiento técnico para la selección de productos, dosis y momentos de aplicación de los herbicidas.

Combate de plagas: como la generalidad de los cultivos, el sorgo granífero es atacado por una serie de insectos plaga, la mayoría de las cuales deben combatirse a tiempo para evitar su efecto negativo sobre los rendimientos. Gelves (1995) agrupa las plagas del sorgo en plagas principales que son aquellas que permanentemente se encuentran en el cultivo y pueden llegar a causar elevadas pérdidas económicas. En este grupo destacan *Spodoptera frugiperda* y *Contarinia sorghicola*. Plagas ocasionales que siempre están presentes en el cultivo, pero solo causan daño circunstancialmente en algunas oportunidades, lugares y temporadas; en este grupo destacan los áfidos, gusanos de la panoja como *Celama sorghiella*, taladradores del tallo como *Elasmopalpus lignosellus*. El tercer grupo es el de plagas potenciales que siempre están presentes en el agroecosistema, en bajas poblaciones que no llegan a causar daño importante, pero si se alteran los mecanismos naturales reguladores de sus poblaciones pueden pasar a ser plagas muy dañinas, en este grupo destacan los chinches *Nezara viridula* y *Veneza zonata*.

Quizás la plaga que se debe monitorear con mayor interés en el cultivo del sorgo granífero es la mosca del ovario (*Contarinia sorghicola*). Es un insecto muy pequeño, de unos 2 mm, pero que puede causar un terrible daño vaneando las panojas si no se maneja bien su presencia en los campos de cultivo. Para iniciar su combate se sugiere mantener los alrededores de los campos libres de malezas que pueden ser hospederas de este insecto, especialmente los sorgos silvestres; revisar permanentemente las plantas desde el momento de floración amarilla (cuando abren las anteras) ya que a partir de esta etapa el adulto se posa sobre la unión de las glumas y oviposita muy cerca del ovario, los huevos eclosionan a los dos días después de la postura y al salir la larva, se alimenta del grano en formación. Si se detecta presencia de adultos en poblaciones potencialmente peligrosas, se debe proceder a su combate con insecticidas de rápido efecto.

Otras plagas de este cultivo pueden ser los taladradores del tallo que son larvas del género *Diatraea* y el taladrador del cuello del tallo que son larvas del género *Elasmopalpus*, ambos pueden causar daños importantes y su combate se dificulta ya que se alojan en el interior del tallo. Su incidencia se puede disminuir con una buena preparación de tierras y cuando ha habido ataques de estas plagas se debe evitar la permanencia de socas de sorgo y restos de cosecha de sorgo y maíz hasta la llegada del nuevo ciclo de siembras; a la vez, hacer un buen combate de malezas, especialmente gramíneas, ya que muchas de ellas son hospederas de estos insectos plaga.

Existen otras plagas de menor importancia que atacan al sorgo granífero, incluyendo áfidos y algunos gusanos de la panoja, pero que en general, son plagas ocasionales del cultivo. En relación a las plagas potenciales, Gelves (2002), ya presenta a los chinches *Nezara viridula* y *Veneza zonata* como plagas de cierta importancia, alimentándose de granos lechosos de sorgo causando disminución de los rendimientos y favoreciendo la entrada de hongos en el grano. Más recientemente, se ha observado que las poblaciones de estos chinches en algunos campos se han incrementado mucho, ameritando algún tipo de control para evitar daños de importancia económica, especialmente en campos dedicados a la producción de semillas. Si el productor no tiene suficiente experiencia en el manejo de los insectos plaga, se sugiere buscar asesoramiento técnico adecuado para su combate.

Pájaro arrocero: en Venezuela, cultivos como el arroz y el sorgo granífero son los principales objetivos de unas aves migratorias que vuelan en bandadas, tan numerosas que llegan a oscurecer el día, y atacan los campos cuando las plantas están llenas de granos, se posan sobre las plantas y comienzan a devorar los granos, y en cuestión de pocos minutos levantan vuelo para dirigirse a otros plantíos, dejando el campo sin producto para cosechar, sembrando la ruina del productor.

Estos pájaros, en general, se conocen como “pájaro arrocero” debido a que su presencia en el país comenzó destruyendo solo campos de arroz, ya que aún no existía el sorgo granífero como cultivo importante. En realidad, especialmente al cultivo del arroz, lo afectan una gran variedad de aves que incluye pájaros, palomas, gallinetas, patos, pero el pájaro arrocero es el que puede llegar a causar grandes pérdidas a la agricultura venezolana.

El nombre científico del pájaro arrocero es *Spiza americana*, un ave migratoria del norte de América que pasa parte del otoño y del invierno preferiblemente en la faja intertropical del globo o en el hemisferio sur, huyendo del frío invernal. Es insectívoro en su origen, siendo muy útil en el control natural de otras plagas de los cultivos, pero en Venezuela se ha determinado que consume básicamente granos (hábito granívoro) y su comportamiento gregario lo hace asociarse en grandes bandadas para alimentarse. Durante los meses de marzo y abril, cuando se está preparando para dejar Venezuela y dirigirse de nuevo hacia el norte, el pájaro arrocero consume gran cantidad de alimento (granos) que le

permita acumular en su cuerpo suficiente grasa para su extenso viaje de retorno a su lugar de origen. Es en esta época, cuando el pájaro arrocero es más dañino a los cultivos, estimándose que en Venezuela causa pérdidas millonarias cada año. Algunas de las medidas de combate que se han puesto en práctica, son las siguientes:

- Establecer las fechas de siembra procurando que cuando el grano está madurando no sea la época crítica de los pájaros arroceros.
- Colocación de grandes mallas en los sitios de entrada de las bandadas de pájaros a los campos.
- Realizar disparos de perdigones para eliminar algunas aves y tratar de ahuyentarlas.
- Colocación de espantapájaros o de animales muertos para atraer aves de rapiña que alejen a las otras aves.
- Contratar personas que caminen los campos haciendo ruidos con objetos metálicos.
- Uso de cohetes para espantar las bandadas de pájaros.

En realidad, ninguno de los métodos es totalmente efectivo y siempre ocurrirá alguna pérdida en estos cultivos debido al ataque de las aves.

Combate de enfermedades: el sorgo granífero es atacado por un complejo grupo de agentes patógenos, que causan enfermedades de diversa importancia económica en el cultivo. Virus, bacterias y hongos pueden atacar a las plantas en cualquier etapa de desarrollo y a los diferentes órganos de la planta. Como una ayuda al manejo de las enfermedades se puede comenzar por tratar las semillas con fungicidas, lo cual ha sido una práctica eficiente para el combate de hongos del suelo; los alrededores de los campos deben mantenerse libres de malezas, se deben establecer las poblaciones de plantas adecuadas, sembrando en las fechas de siembra más recomendadas, en fin, realizando el mejor manejo posible del cultivo.

Mena (2002) señala como enfermedades de importancia económica en Venezuela, las siguientes:

- Moho lanoso del sorgo, también conocida como Downy mildew o punta loca, causada por el hongo *Peronosclerospora sorghi*. Fue una enfermedad importante en la década de los setenta y su control se basó en el desarrollo de cultivares resistentes a la enfermedad.
- Antracnosis (*Colletotrichum graminicola*) fue casi una epidemia en los años 1999 y 2000 y es considerada como la enfermedad más importante en nuestro país y de muy difícil control.

- Virus del mosaico enanizante del maíz (Maize dwarf mosaic virus-V o MDMV-V), fue muy importante alrededor de 1978 pero en la actualidad se han desarrollado cultivares resistentes.
- Fusarium, causado por *Fusarium moniliformis*, afecta tallo, hojas, raíces y panojas. Para su control se deben utilizar materiales resistentes y evitar situaciones estresantes al cultivo.
- Ergot del sorgo, causado por el hongo *Claviceps africana*, es de aparición relativamente reciente en el país y puede causar fuertes pérdidas de rendimiento y de calidad ya que afecta directamente a los granos en las panojas. Para su combate se debe evitar la contaminación en el proceso de producción de semilla certificada para que el hongo no se incorpore a las siembras comerciales.
- Pudrición seca o pudrición carbonosa del tallo, causada por *Macrophomina phaseolina* cuyo ataque causa acame de las plantas por debilitamiento del tallo. Su ataque está asociado a estrés hídrico.

Cosecha: un aspecto importante es iniciar la recolección del grano cuando éste contenga alrededor de 20% de humedad o menos, para facilitar la trilla y el manejo poscosecha del grano; sin embargo, la cosecha puede realizarse hasta con 24% de humedad. Las cosechadoras combinadas deben ser debidamente graduadas y operadas para evitar pérdidas elevadas.

Una vez cosechado el grano debe trasladarse lo más pronto posible a las plantas receptoras para ser secado hasta 12% o menos de humedad y poder almacenarse sin mayores peligros de fermentación. En muchas oportunidades han ocurrido pérdidas por esta vía, mientras el grano se encontraba en los camiones de carga o en el lugar donde se almacenó antes de ser enviado a las plantas de secamiento.

Por las razones anteriores, se debe prestar mucha atención tanto a la recolección del grano como a su tratamiento después de la cosecha, ya que cualquier descuido en estas etapas puede dar al traste con todo el esfuerzo realizado durante el proceso productivo.

Análisis productivo

Durante los últimos 10 años, la producción nacional de sorgo se ha caracterizado por presentar altibajos, pero con una tendencia hacia una progresiva disminución al pasar de más de 550 000 t en el año 2001 a 470 000 t en 2010. En esa década, ocurrió una producción máxima de 614 214 toneladas en el año 2003 y un mínimo de casi 377 000 t en el año 2008, tal como se aprecia en el Cuadro 2. Esas oscilaciones en la producción han ocurrido en paralelo con las variaciones de la superficie sembrada, la cual tuvo un máximo en el año 2003 superando las 300 000 ha y un mínimo de 165 804 ha en el 2007. Los rendimientos han variado desde 1 984 kg/ha en el año 2008 hasta 2 305 kg/ha en el 2007, mostrando que siempre han estado rondando los 2 000 kg/ha y en franco contraste con el potencial de rendimiento de los actuales cultivares disponibles en el mercado nacional. Esto muestra que un incremento sustancial de los rendimientos puede lograrse con el solo

Cuadro 2. Superficie, producción y rendimiento del sorgo granífero en Venezuela durante el período 2001-2010.

Año	2001	2002	2003	2004	2005
Superficie (ha)	2 653 63	224 829	302 084	266 991	179 950
Producción (tonn)	5 540 64	508 652	614 214	563 346	385 439
Rendim. (kg/ha)	2 088	2 262	2 033	2 110	2 142

Año	2006	2007	2008	2009	2010
Superficie (ha)	256 274	165 804	192 742	213 934	223 934
Producción (tonn)	584 376	382 116	382 399	427 868	472 630
Rendim. (kg/ha)	2 280	2 305	1 984	2 000	2 111

Fuente: Serie Estadísticas 1987-2010. MPPAT.

mejoramiento del manejo del cultivo, comenzando con una buena escogencia de los sistemas suelo-clima para la siembra y luego la correcta aplicación de las prácticas agronómicas más recomendables en cada caso.

La producción nacional de sorgo ronda las 500 000 t/año, mientras que el déficit de grano forrajero, tomando como referencia la importación de maíz amarillo, llegó a casi 1 200 000 t para el año 2010. Quiere decir que para cubrir las necesidades de grano forrajero del país se debe producir adicionalmente este volumen, y si se estima que el 50% (600 000 toneladas) pudiera producirse en forma de sorgo, con el rendimiento promedio actual de 2 000 kg/ha, se necesita incorporar cerca de 300 000 ha más. Si se asume que el rendimiento promedio va a incrementarse a 3 000 kg/ha, se requiere incorporar unas 150 000 ha adicionales a las que ya están bajo producción con este cereal.

Considerando la producción nacional de sorgo por estados, como ya se mencionó, Guárico ha sido la mayoría de las veces el principal productor de este cereal. Hasta mediados de los años ochenta, Portuguesa, Barinas y Cojedes fueron los estados productores más importantes después de Guárico, representando estos cuatro estados en conjunto alrededor de 80% de la producción nacional. En la actualidad (año 2010) la situación ha cambiado, Guárico sigue siendo el principal productor pero con 63 000 ha y unas 120 000 t de grano, que es un tercio de la superficie que alguna vez llegó a cubrir con este cultivo y de la producción que llegó a generar en el pasado. Anzoátegui pasa a ocupar el segundo lugar en importancia con unas 40 000 ha sembradas, luego Portuguesa, Barinas, Monagas y Cojedes. El estado Aragua ha pasado a ser una opción en la producción de este grano, ya que ha llegado a sembrar actualmente unas 10 000 ha pero con rendimientos que superan los 2 500 kg/ha, los cuales son, en promedio, los mejores del país. Otros estados donde se realizan algunas siembras importantes son Zulia con unas 10 000 ha, muy cerca Yaracuy con 9 000 ha y

Lara con 4 000 ha. En el período 2002-2007 Portuguesa ocupó el primer lugar como productor nacional de sorgo.

Uno de los aspectos más interesantes de las estadísticas precedentes es que muestran que el cultivo del sorgo granífero en Venezuela tiene excelentes oportunidades para crecer, ya que se produce con relativo éxito en muchas regiones del país que presentan condiciones del sistema suelo-clima muy diferentes y donde los intereses de los agricultores son igualmente muy distintos.

En cuanto a la producción de semillas, las estadísticas del Cuadro 3 muestran información solamente para el período 2004-2009, durante el cual se aprecia una disminución progresiva de la producción. Esta disminución de la producción no ha sido causada por disminución de la superficie sembrada, ya que en el año 2009 se ha señalado la superficie más alta; por lo tanto, se debe a una disminución marcada de los rendimientos que en 2004 fueron de 3 446 kg/ha y en 2009 promediaron 1 783 kg/ha, destacando que los rendimientos han bajado a la mitad en ese período de 6 años.

En el Cuadro 4 se presenta una breve información de la superficie sembrada para la producción de semilla de sorgo por estado. Se observa que hasta el año 2006 Anzoátegui fue ampliamente el estado más importante, sin embargo, en la actualidad la producción de semillas de sorgo granífero se ha desplazado hacia la zona central del país, con Aragua como líder con una producción cercana al 80% del total y Carabobo con algo más del 10%.

Se debe señalar que la producción nacional de semilla de sorgo, según las estadísticas presentadas, es aparentemente suficiente para cubrir las necesidades del país, ya que como máximo se requieren 15 kg de semilla/ha, por lo que 3 400 t de semilla permitirían la siembra de unas 227 000 ha/año que fue lo sembrado en el 2010. Sin embargo, todavía se está importando semilla para más de 50 000 ha/año. Esto significa, que ha habido mal uso de la semilla o se ha tenido que recurrir a resembrar algunos campos por pérdidas después de la siembra. Lo importante, es que fácilmente se puede llegar a cubrir las necesidades de semilla de sorgo granífero, aún si llegara a ocurrir un crecimiento importante del área bajo cultivo.

Análisis de importación y exportación de sorgo en los últimos 10 años

Cuadro 3: Superficie, producción y rendimiento de semillas de sorgo granífero en Venezuela durante el período 2004-2009.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Superficie (ha)	1 655	1 725	1 218	1 086	1 060	1 899
Producción (tonn)	5 704	5 716	4 330	3 632	2 307	3 386
Rendim. (kg/ha)	3 446	3 314	3 554	3 344	2 176	1 783

Fuente: Serie Estadísticas 1987-2010. MPPAT.

Cuadro 4: Superficie por estado dedicada a la producción de semilla de sorgo granífero en Venezuela durante el período 2004-2009.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Anzoátegui	1 227	960	562	495	151	185
Aragua	248	633	365	443	781	1 491
Carabobo	180	132	292	148	128	224

Fuente: Serie Estadísticas 1987-2010. MPPAT.

El manejo de la comercialización del sorgo en Venezuela está definido por las demandas de granos forrajeros en general, que son todos aquellos granos que se utilizan como fuente energética en el consumo animal directo o en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Por supuesto, con la producción deficitaria de sorgo, no deben existir exportaciones de este grano, pero esto es aparentemente, ya que ha sido difícil confirmar la información por no poder acceder a estadísticas oficiales. Lo mismo ocurre con las importaciones de sorgo, y el déficit de granos forrajeros se cubre con la importación de maíz amarillo, la cual, tal como se presenta en el Cuadro 5, fue del orden de casi 1 200 000 toneladas en el año 2010.

Los datos revelan que desde el año 2008 las importaciones de maíz amarillo han sido en promedio alrededor de 1 200 000 t/año. El maíz amarillo es preferido en la industria de alimentos balanceados, ya que aparentemente es un grano de más fácil manejo que el sorgo en las plantas procesadoras, y además, contiene menos taninos y una mayor riqueza en pigmentos, que como carotenos y xantofila, son necesarios para dar color, especialmente, a la carne de pollos y a los huevos.

Además, el estancamiento en la producción nacional de sorgo granífero, entre otras razones, también obedece a que su precio ha sido tradicionalmente inferior al del maíz amarillo, y la mayor parte de los productores que se mantienen sembrando sorgo, es porque las condiciones de sus fincas no permiten una segura siembra de maíz, o porque son ante todo ganaderos con necesidad de disponer del forraje que produce el sorgo. Sin embargo, algunos ganaderos siembran maíz amarillo por encima de sorgo, porque en sus fincas no tienen limitaciones de forraje o porque necesitan el flujo de caja dinámico que brindan los cultivos de ciclo corto en comparación con la ganadería. Toda esta información deja ver la gran oportunidad del sorgo para contribuir en disminuir las importaciones de granos forrajeros, pero se necesitan acciones que promuevan el cultivo, tal como mejores precios relativos, ya que de lo contrario se seguirá estimulando la siembra de maíz amarillo como hasta ahora, el cual ha tenido un marcado crecimiento en los últimos años.

Principales factores limitativos del sistema agroproductivo

- En la actualidad, en Venezuela, uno de los principales factores limitativos para la actividad agrícola es la disponibilidad oportuna de los insumos básicos. Para el sorgo granífero están representados por semillas, fertilizantes, herbicidas,

Cuadro 5: Importación venezolana de maíz amarillo durante el período 2001-2010. Datos expresados en miles de toneladas.

Año	2001	2002	2003	2004	2005
Ton x 1 000	899	356	597	528	134
Año	2006	2007	2008	2009	2010
Ton x 1.000	25	529	1 128	1 218	1 177

Fuente: www.fedeagro.org/comercio/default.asp

insecticidas y en menor grado fungicidas. El suministro de semillas no debe tener mayores problemas, ya que es fundamentalmente un producto nacional, cuyo mercadeo es manejado principalmente por casas comerciales con el principal interés de prestar un buen servicio a los agricultores.

La suplencia de los fertilizantes convencionales es responsabilidad casi exclusiva de organizaciones oficiales, son productos que en su mayoría tienen subsidio por lo que no es fácil competir con ellos en el mercado nacional. La consecuencia de esto, que hemos apreciado en los últimos años, quizás desde la temporada del 2007 hasta el 2011, es la escasez de productos; la tardanza en la entrega a los productores de algunos fertilizantes cuya aplicación no debería posponerse; la poca variedad de productos que no permiten que se apliquen las fórmulas más recomendadas para determinados sistemas suelo-clima, y se disponga, muchas veces de una sola fórmula para todo el territorio nacional; además, en algunas oportunidades los agricultores han tenido que manejar en sus fincas productos de pobres características físicas.

En la fertilización de cultivos es lamentable que en Venezuela la planificación de los volúmenes de importación y la distribución interna de los fertilizantes se realice sobre la base de una dosis única de aplicación por cultivo y un único tipo de fórmula, independientemente de las características de los diferentes sistemas suelo-clima predominantes en el país. Por supuesto, esto ha determinado que los agricultores pierdan interés en conocer sus suelos y por lo tanto, no apliquen la mejor fertilización, ya que su única opción es un solo tipo de fertilizantes y una sola dosis que pueden ser muy diferentes a las que realmente necesitan.

Recientemente, desde el año pasado (2011), se ha observado en el mercado venezolano de insumos agrícolas, escasez y poca variedad de herbicidas e insecticidas, lo cual impide la correcta y oportuna aplicación del referencial tecnológico de cualquier cultivo. Indudablemente, toda esta situación afecta negativamente los rendimientos de los cultivos y las superficies sembradas, con su respectivo impacto sobre el desabastecimiento nacional. Quizás ésta sea una de las mayores razones por la cual cada año se incrementa la importación de alimentos y nos alejamos más de lo que denominan seguridad alimentaria para el pueblo venezolano.

- Independientemente de la escasez de insumos básicos y de la oportunidad en su suministro, un aspecto que limita la aplicación de una adecuada tecnología para la producción es el desconocimiento de los sistemas suelo-clima. En el caso del sorgo granífero, no se puede hacer el mismo manejo en Guárico, que en Anzoátegui, Portuguesa o Yaracuy. En cada caso los suelos son de diferente nivel de fertilidad por lo que demandan diferentes tipos y dosis de fertilizantes; el clima es diferente especialmente en lo que se refiere a cantidad y distribución de las lluvias, por lo tanto, las fechas de siembra, las poblaciones y especies de malezas e insectos plaga, así como la incidencia de organismos fitopatógenos debe ser distinta; todo lo cual determina un manejo exclusivo para cada región e incluso, para cada unidad de producción
- El conocimiento del cultivo es fundamental, el productor debe saber como crece la planta, cuales son sus tolerancias y necesidades, para poder manejarlo adecuadamente. Para el cultivo del sorgo, especialmente si se busca un crecimiento de las áreas de producción, se incorporarían nuevos agricultores a los respectivos programas; en esos casos, es indispensable realizar talleres, cursos, distribución de material divulgativo y otros recursos, para desarrollar las destrezas necesarias que permitan manejar adecuadamente el cultivo y poder esperar resultados satisfactorios.

Perspectivas y potencialidades

Tanto las perspectivas como las potencialidades del cultivo de sorgo granífero en Venezuela son muy favorables. Las primeras se basan sobre la realidad de cuantiosas importaciones de granos forrajeros para cubrir la demanda de las fábricas de alimentos balanceados para animales. Estas importaciones, que son básicamente de maíz amarillo, se pueden sustituir con producción nacional tanto de maíz amarillo como de sorgo, cada uno en sus áreas respectivas ya que en el país hay zonas con condiciones favorables para la producción de maíz y otras con limitaciones para esta especie, pero donde el sorgo es capaz de producir bien. Además, en las áreas ganaderas donde tienen escasez de forraje durante la época seca, el cultivo del sorgo granífero ofrece una producción de grano capaz de dinamizar el flujo de caja de las empresas ganaderas y a la vez, un forraje de muy buena calidad para alimentar el ganado en los meses de sequía.

El déficit de granos forrajeros es, según la importación reciente de maíz amarillo, de aproximadamente 1 200 000 t. Se consideran rendimientos promedio, tanto del maíz amarillo como del sorgo, de 3 000 kg/ha, se deben incorporar 400 000 ha adicionales a la producción. Lógicamente, estas superficies tienen que ir aumentando en la medida que las demandas crecen a la par del crecimiento de la población.

En cuanto a las potencialidades, en Venezuela se tienen muchos recursos naturales con aptitud para la producción de sorgo granífero. En anteriores

secciones se señaló, haciendo abstracción de otros aspectos, que con excepción de las zonas montañosas y aquellas que se inundan o aguachinan por períodos prolongados, todas aquellas áreas con suelos de texturas medias a pesadas y al menos 400 mm de lluvia concentrada en 4 meses, son potencialmente aptas para la producción de sorgo granífero. Suelos de texturas livianas, incluyendo franco arenosos y areno francosos, deben estar ubicados en áreas con regímenes de lluvia de al menos 600 mm concentrados y bien distribuidos en 4 meses, para ser considerados para la producción de sorgo. Estas condiciones predominan en Guárico y las mesetas de Anzoátegui y Monagas. No se puede olvidar el inmenso recurso que existe en los Llanos Occidentales, donde se ha demostrado que el sorgo es una verdadera opción para la siembra del período de norte-verano y que solo en Portuguesa en el año 2003 se llegó a sembrar más de 100 000 ha, con rendimientos muy aceptables y costos de producción relativamente bajos. Es evidente el gran potencial que hay en el país para incrementar sustancialmente la producción de sorgo y contribuir al autoabastecimiento nacional de granos forrajeros.

CONCLUSIONES

1. En Venezuela existen los recursos naturales suficientes para permitir un progresivo autoabastecimiento de sorgo, que en la actualidad presenta un déficit superior al millón de toneladas/año
2. Un crecimiento en la superficie sembrada con sorgo granífero incorporando nuevos agricultores demanda la implementación de actividades orientadas al entrenamiento de estas personas para adquirir el conocimiento y las destrezas indispensables que conduzcan al éxito en la siembra de este cultivo. Este crecimiento, además, debe ir acompañado de incrementos en el parque de maquinarias y equipos que permitan realizar las diversas labores agrícolas a tiempo, así como mejoras en la capacidad de recepción, acondicionamiento y almacenamiento del grano en las diferentes regiones con potencial para la producción
3. Debido a la gran amplitud de condiciones, a lo variado de los sistemas suelo-clima donde actualmente y potencialmente se puede producir sorgo granífero en Venezuela, es conveniente disponer en el mercado de un buen número de cultivares que puedan ofrecer una buena adaptabilidad a ese abanico de situaciones. Por ello, se deben ampliar los programas de mejoramiento genético y de producción de semilla de alta calidad, para cubrir la demanda creciente que se generaría y posibles eventualidades que ocurran en el campo. A la par de esto, se deben realizar rigurosamente los Ensayos Regionales Uniformes ampliando su influencia a todos aquellos sectores donde se planifiquen desarrollos futuros de producción de sorgo granífero
4. El sorgo granífero, a pesar de ser un cultivo relativamente reciente en el país ya que el inicio de su producción comercial en una escala importante se ubica en el

año 1970, pudiera ser un cultivo estratégico en los planes de autoabastecimiento interno de alimentos, por su potencial en diversas regiones del país, porque hay un déficit marcado de granos forrajeros para la industria de alimentos balanceados para animales, y porque sería un valioso aporte para la ganadería del país, al aportar abundante forraje de calidad como un complemento a la producción de granos. Es decir, permitiría un uso eficiente de la tierra durante todo el año.

REFERENCIAS

- FONAIAP. 1989. Recomendaciones generales para la fertilización de cultivos, CEREALES. Serie D N° 6-02. Maracay, Venezuela
- Gelves, J. 1995. Insectos plagas del sorgo. Ediciones de la Fundación Cultural UNELLEZ. Guanare. 189 pp.
- Gelves, J. 2002. Insectos del sorgo. En: IV curso sobre producción de sorgo. Asoportuguesa-INIA. Araure. Portuguesa.
- González, R.; L. Velásquez. 2005. Siembra del sorgo granífero como alternativa en norte-verano en el estado Portuguesa. sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/INIA.../gonzalez_r.pdf
- Mena, H. 2002. Enfermedades de importancia económica del sorgo en Venezuela y su control. En: IV curso sobre producción de sorgo. Asoportuguesa-INIA. Araure. Portuguesa. 188 pp.
- Ortiz, A. 2002. Crecimiento y desarrollo del cultivo de sorgo. En: IV curso sobre producción de sorgo. Asoportuguesa-INIA. 88 pp.
- Ortiz, A. 2002. Producción de semilla de sorgo. En: IV curso sobre producción de sorgo. Asoportuguesa-INIA. Araure. Portuguesa. 188pp.
- Solórzano P.; P.R. 1986. El sorgo granífero, su producción en Venezuela. Protinal, CA-Valencia. 140 pp.
- Solórzano P.; P.R. 2001. Manual para la fertilización de cultivos en Venezuela. Agroisleña, CA -Cagua. 216 pp.
- Solórzano P.; P.R.; M. L. Rengel. 2004. Crecimiento, nutrición y fertilización de cereales en Venezuela. Agroisleña, CA-Cagua. 152 pp.