

Canavalia ensiformis, un cultivo desarrollado mediante un esfuerzo de investigación interdisciplinaria

Juan de J. Montilla*
Julio A. Viera**
y Rubén E. Vargas*

* Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, e** Instituto de Genética, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.

Resumen

Las leguminosas constituyen no solamente una fuente natural de alimento si no también de una variedad de productos derivados y compuestos de amplia utilización industrial y farmacéutica. Su papel enriquecedor del suelo, producto de su capacidad fijadora de nitrógeno del aire, le confiere de por sí un lugar trascendente en la agricultura. En el trópico, el uso de las leguminosas forrajeras y de granos de mayor productividad ha estado limitado, en gran parte, por la escasa disponibilidad de conocimientos en relación al potencial de producción y utilización de las mismas en la alimentación. Las producciones animales intensivas en Venezuela dependen fundamentalmente de la importación de fuentes proteicas - soya - principalmente, para conformar los alimentos balanceados. El presente trabajo resume los principales esfuerzos de organización e investigación conducidos por el denominado «Grupo Interdisciplinario

Canavalia» (GIC), conformado por investigadores de distintas instituciones nacionales e internacionales, que han permitido transformar un cultivo - la *Canavalia ensiformis* - silvestre y desconocido, en una leguminosa de granos que puede ser hoy incorporada a la producción comercial en Venezuela. Se ha definido las prácticas agronómicas y culturales más apropiadas, seleccionando nuevas variedades, mecanizado el cultivo y se cuenta con recomendaciones para el procesamiento y utilización de la planta, en todas sus partes, en alimentación animal. Estos logros, sin duda significativos, no habrían sido posible en tan corto plazo si no se hubieran abordado con un enfoque interdisciplinario de investigación. Es de esperar que el GIC sirva de inspiración y estímulo para promover por parte de los entes financiadores de Ciencia y Tecnología en Venezuela, el abordaje de los grandes problemas nacionales en base a la conformación de grupos interdisciplinarios de trabajo.

Palabras Claves:

Canavalia ensiformis, agronomía, mecanización, alimentación, interdisciplinariedad.

Las leguminosas

Esta familia botánica que incluye 184 géneros y 19.700 especies, es superada sólo por las familias de las orquideáceas y las compuestas, y en importancia económica, por las gramíneas.

La familia, ofrece una de las más extraordinarias riquezas de la biodiversidad del trópico latinoamericano, incluye grandes árboles, arbustos, enredaderas leñosas y herbáceas, hierbas anuales y perennes. En particular, muchas especies de las subfamilias Mimosoideas y Cesalpinoideas son muy apreciadas como árboles madereros, de sombra, ornamentales y fuentes de colorantes, taninos, resinas, gomas, insecticidas y medicinas. Por otra parte, numerosos miembros de la subfamilia Papilionoideas son de gran importancia económica como fuentes de alimentos de alto valor nutritivo para consumo humano y animal, abonos verdes, cultivos de cobertura y sus flores uno de los mejores recursos para las abejas productoras de miel.

La distinción ecofisiológica, agronómica y económica de las leguminosas la constituyen los tubérculos y nódulos de su sistema radical; la nodulación ocurre en la gran mayoría de las leguminosas, para lo cual es condición que las Rhizobias compatibles estén presentes en la rizófera. Este hecho, las independiza en alto grado del abono nitrogenado, el más costoso de los insumos de la agricultura cerealera moderna. También enriquecen el suelo con nitrógeno, cuando se practica la rotación cultural o cuando las leguminosas se utilizan como abono verde. Con base en estas consideraciones, puede afirmarse que la incorporación de las leguminosas en los procesos productivos agrícolas constituye un prerrequisito para el éxito de una estrategia agrícola.

Las leguminosas como fijadoras de nitrógeno

Puede afirmarse que la alimentación del hombre y la de los animales, particularmente de las especies de explotación económica,

es un proceso complejo, en el sentido de que la carencia (o marcada deficiencia) de cualquiera de los nutrientes y/o una limitación en la provisión de energía, o un desbalance entre nutrientes o, entre éstos y el nivel calórico de la ración, puede ocasionar serios trastornos, y en el caso de los animales de explotación económica, afectar el proceso productivo, o al menos deteriorar la economía de la explotación. Sin embargo, aunque se acepte el carácter fundamental y complementario de todos los nutrientes, hay que reconocer la trascendencia del nitrógeno como elementos de primordial importancia en el metabolismo, no sólo de los animales sino también de las plantas. El mismo es indispensable para la síntesis de los aminoácidos, a partir de los cuales los organismos vivos construyen sus propias proteínas, tanto estructurales como funcionales.

El nitrógeno constituye más de las tres cuartas partes del aire, del cual se extraen muchos millones de toneladas anualmente y cantidades proporcionales regresan al mismo como consecuencia de las combustiones y por la descomposición de los residuos vegetales y animales, dentro del llamado CICLO DEL NITRÓGENO. Sin embargo, a pesar de la abundancia, el nitrógeno elemental no puede ser utilizado directamente por plantas y animales. Su utilización implica que debe ser trasladado desde el suelo, a través de las raíces, para eventualmente integrarse al metabolismo vegetal. Existen varios procesos naturales y artificiales que permiten suplir de nitrógeno al suelo. Los procesos naturales incluyen:

1. Formación de óxido de nitrógeno en las tormentas.
2. Fijación biológica de nitrógeno por las algas azul-verde.
3. Fijación biológica por las bacterias libres del suelo.

4. Fijación biológica, mediante asociación simbiótica, de las bacterias del género *Rhizobium* (y también de otros géneros) y plantas de la familia de las leguminosas (y probablemente de otras familias).

A esos cuatro procesos naturales ya señalados debe agregarse el reciclaje que ocurre mediante la descomposición e incorporación al suelo de productos, subproductos, coproductos y desperdicios vegetales y animales.

Como lo refiere Hutton (1972), las cantidades de nitrógeno suplido a la biósfera por las tormentas, las algas azul-verde y las bacterias libres del suelo son relativamente bajas, exceptuando a algunos cultivos de inundación como el arroz, donde las algas azul-verde en la superficie pueden fijar importantes cantidades de este elemento. Por otra parte, los avances tecnológicos agrícolas hacen que cada vez sean menores los restos de cosecha que se incorporan al suelo y el uso de las deyecciones humanas y animales, con frecuencia se ve dificultado por la ubicación urbana de grandes núcleos poblacionales y, en todo caso, por la carencia de infraestructura que permita transportarlos hacia zonas agrícolas. Lo anterior convierte a la fijación de N en los nódulos de las leguminosas en el proceso más importante y útil que permite lograr, no solamente alimento de alta concentración proteica para consumo humano sino también enriquecimiento nitrogenado del suelo, para otros cultivos.

El nitrógeno puede ser también artificialmente incorporado al suelo mediante la fertilización química con urea (46% de N), nitrato de amonio (35% de N) y sulfato de amonio (21% de N). Sin embargo, la síntesis industrial de estos compuestos es costosa. En este sentido, el cultivo de las leguminosas son quizás la vía más eficiente para lograr la independencia de la agricultura de los abonos químicos, como lo ilustra el hecho de que en la agricultura norteamericana la producción de una hectárea de maíz (5.394 Kg. de grano y 400 Kg. de proteína), demanda 1.181 Mcal. en N aplicado como

fertilizante, lo cual representa el 28% de la energía total insumida en el proceso productivo; proporciones similares o superiores requieren otros cereales. (Pimentel y Pimentel, 1979). En cambio, por hectárea de soya (*Glicine max*) (1.822 Kg. de grano y 640 Kg. de proteína), sólo se requiere en N aplicado, 58,8 Mcal. (3,2% de la energía total insumida) y la producción de 6.832 Kg. de materia seca (1,127 Kg. de proteína) de alfalfa (*medicago sativa*) requiere sólo de 103,9 Mcal. en N como fertilizante, el 4,15% en relación con la energía total insumida (Pimentel y Pimentel, 1979).

De lo antes expuesto pudiera concluirse que existen tres vías principales, no excluyentes, para optimizar dentro de una agricultura racional, el aporte de nitrógeno al suelo y, de esta manera, asegurar un adecuado suministro de proteína para consumo directo de la población humana y para la alimentación de los animales domésticos. Tales vías son:

1. Síntesis de fertilizantes nitrogenados.

2. Racionalización del manejo, procesamiento y utilización de subproductos, coproductos y residuos agrícolas, particularmente las deyecciones humanas y animales e incorporación de los llamados abonos verdes.

3. Utilización masiva de las leguminosas en la agricultura, tanto como cultivos de rotación, asociación o cultivos individuales.

Las leguminosas en la agricultura

Es muy desigual el uso de las leguminosas en los países de clima templado y en los países tropicales. En los primeros las cultivan y producen con alta eficiencia, mientras que en los tropicales, aunque las leguminosas de grano son básicas en la conformación del componente proteico de la dieta de la población, su rendimiento es pobre y está prácticamente ausente el cultivo de las leguminosas oleaginosas y forrajeras.

El valor del producto de los principales rubros agrícolas norteamericanos, que incluyen maíz, soya, heno de todos los tipos y trigo, fue en 1991 de 18.036, 11.078, 9.801 y 5.801 millones de dólares, respectivamente (USDA, 1992). Sabiendo que de los henos, aproximadamente el 85% son de leguminosas, resulta que la soya (leguminosa oleaginosa y de granos) y las leguminosas forrajeras ocupan el 2do. y 4to. lugar en cuanto al valor económico de su aporte.

La soya constituye el rubro agrícola de mayor crecimiento a nivel mundial en las últimas cuatro décadas al pasar de 14,2 millones de toneladas, producidas en 1980, a 107,8 millones en 1990 (FAO, 1987; 1991), como consecuencia de incrementos en el área cosechada, de 15,1 a 53,3 millones de hectáreas (253%), y en el rendimiento, de 943 a 1.913 Kg/ha (102,9%).

Del total de 107,8 millones de toneladas de soya producidos en el mundo en 1990, el 57,2% (57,3 millones de t) corresponde a los países desarrollados (clima templado), produciéndose en EUA y Canadá 53,6 millones de t (49,7% del total mundial y 93,5% de la producción de los países desarrollados). Los rendimientos promedian 2.248 Kg/ha (FAO, 1991). Los otros productores importantes son países del Tercer Mundo, Brasil, Argentina y China, con 19,9; 10,7 y 11,5 millones de t, respectivamente. Los dos primeros exportan la mayor parte de su producción al Primer Mundo, mientras que en China casi todo se consume internamente. Los rendimientos en estos países fueron de 1.732, 2.141 y 1.509, respectivamente.

En el trópico bajo, los únicos países que siembran soya a gran escala son Indonesia, Tailandia y Vietnam, con rendimientos de 1.125, 1.183 y 717 Kg/ha, respectivamente (FAO, 1991).

La producción mundial de leguminosas de grano para consumo directo ha pasado de 27,6 a 59,4 millones de t entre los años 1948-52 y 1990. En ese mismo período, en los países desarrollados el rendimiento se incrementó de 607 a 1.758 Kg/ha, mientras

que en los del Tercer Mundo sólo se incrementó de 489 a 666 Kg/ha. Sin embargo, en 1990, en los países desarrollados se produjeron 21,8 millones de t (36,7% del total) y en los del Tercer Mundo 37,6 millones de t (63,3% del total) (FAO, 1991). Venezuela, país en el cual se produjeron 84.000 t en 1960, sólo produce 65.000 t en 1990 (FAO, 1987, 1991), reduciendo así la producción per cápita anual de 12 a 3,3 Kg. Por otra parte, en el mismo período, el rendimiento sólo aumentó de 535 a 581 kg/ha.

El cultivo de las leguminosas forrajeras, que con los cereales y la soya constituyen la base de las producciones animales con rumiantes en los climas templados, es también muy pobre en los trópicos, si se exceptúa su importante utilización en Australia tropical. Con respecto a Venezuela, Chacón (1986) afirma: «en las diferentes regiones ecológicas de Venezuela, se encuentra gran diversidad de leguminosas adaptadas a amplias condiciones edáficas y aun cuando representan un gran potencial para la producción animal, no se les ha prestado la debida atención. Este recurso forrajero constituye quizás la alternativa de mayor importancia para mejorar la calidad de la dieta de los animales a pastoreo».

En el trópico está extendido el uso de Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) como cultivo de cobertura en las plantaciones de palma africana.

El grupo interdisciplinario Canavalia

Conscientes de la trascendencia de las leguminosas en la agricultura y de la marginalidad e ineficiencia de su utilización en el trópico y conscientes también de que la desproporción en su uso entre los países de clima templado y los tropicales se debe en buena medida al esfuerzo desigual que en investigación y extensión se ha realizado en uno y otros en relación a especies de esta extraordinaria familia botánica, se inició en el Núcleo Maracay de la Universidad Central de Venezuela (UCV) desde hace ya más de dos décadas, el estudio de varias especies

tales como: mata ratón (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), toddy (*Stizolobium sp.*), alfalfa (*indigofera sp.*), frijol criollo (*Vigna unguiculata*) y canavalia (*Canavalia ensiformis*). Sin duda el trabajo más intenso, prolongado y persistente se ha realizado sobre esta última. *Canavalia ensiformis* (L) DC es una leguminosa de grano de la subfamilia *Papilionoideae*, de la tribu *Phaseoleae*, con rendimientos reportados que oscilan entre los 750 (Duke, 1981) y 17.000 Kg/ha (Reyes y Orta, 1977). Los rendimientos, en las pocas siembras comerciales realizadas en Venezuela, oscilan alrededor de los 3.000 Kg/ha. Esta especie puede considerarse como una de las 3.000 o más que el hombre ha utilizado para la producción de alimentos, sin haberse categorizado como cultivo comercial. Se la ha utilizado también como abono verde y como cultivo de protección.

Es una planta de una rusticidad extraordinaria. Al respecto, Marín (1993) reporta: «Una de las ventajas que presenta la canavalia es una amplia tolerancia a las condiciones ambientales extremas, pudiendo crecer en ambientes con temperaturas medias anuales de 14 a 27° C, con precipitaciones de 700 a más de 4.000 mm anuales y desde el nivel del mar hasta 1.800 m de altura. En Venezuela se han encontrado buenos rendimientos en granos y en biomasa aérea, en localidades cuyas pluviosidades anuales fluctúan entre 900 y 2.100 mm. y sobre suelos de variadas texturas, lo cual destaca la capacidad de la planta para tolerar tanto excesos como déficits hídricos temporales. Nuestras observaciones de campo indican que la planta mantiene un crecimiento vegetativo aun después del comienzo de la época de sequía, y que la susceptibilidad a los excesos de agua es alta sólo durante la fase de plántulas».

Sin duda, su extraordinaria capacidad productiva y su adaptación a diversidad de condiciones climáticas y edáficas hacen de la canavalia, una de las leguminosas tropicales de grano de mayor potencial. Sin

embargo, una serie de factores limitaba su establecimiento como cultivo agrícola comercial. Estos factores se clasifican en dos categorías:

1. Los que afectaban el comportamiento agronómico de la planta:

a) El desconocimiento de las prácticas culturales adecuadas para lograr el mayor rendimiento. No se tenía información sobre la época, densidad y forma de siembra, ni sobre los insumos que podían requerirse para proteger el cultivo y mejorar su producción, ni tampoco sobre el momento y la forma apropiada de cosecha.

b) El porte o hábito de crecimiento erecto voluble. Todas las plantas mostraban ramas decumbentes o con ápices que se enrollan sobre las plantas vecinas. Este tipo de hábito conducía, a su vez a tres problemas: i) los ápices dificultaban labores como control de malezas y cosecha, ii) la ramificación excesiva contribuía con la desuniformidad de la maduración, y iii) las ramas decumbentes ayudaban a que los frutos estuvieran más cerca del suelo.

c) Desuniformidad del crecimiento y de la maduración de los frutos. La única variedad existente presentaba esta dificultad.

d) Desarrollo basal de los frutos. Traía como consecuencia la pudrición de sus puntas.

e) Dehiscencia de los frutos. La apertura temprana de los frutos causaba la pérdida de muchos granos.

2) Los que afectaban el valor nutritivo. la presencia en los granos crudos de varios factores antinutricionales deterioraba severamente el comportamiento productivo de los animales monogástricos que los consumían. Entre estos factores se señalaban los siguientes:

a) Una lectina, la concanavalina A.

b) Dos aminoácidos no proteicos, la canavanina y la canalina.

c) Inhibidores de proteasas.

d) Taninos.

e) Ureasa.

Sin embargo, es oportuno acotar que la abundancia de algunos de estos metabolitos en los granos de canavalia ha constituido un aporte trascendental al desarrollo científico. En efecto, el 0,14% de ureasa en los granos de esta leguminosa la convierten en la principal fuente comercial de esta enzima, la cual en su forma cristalina pura es actualmente utilizada industrialmente con fines biológicos y farmacéuticos. Además, esta fue la primera enzima en ser aislada y purificada lo cual contribuyó a establecer las bases para la investigación de la cinética enzimática, desarrollándose la actual enzimología, hoy en día fundamental para todas las ciencias biológicas. El contenido de aproximadamente 4% de concanavalina A en los cotiledones es la única fuente de esta importante lectina hemaglutinante, esencial para las separaciones de polisacáridos específicos alfa-glucano en los diagnósticos biomédicos (Lind y Ansman, 1993).

Para disminuir el efecto de los factores que limitaban el establecimiento de la canavalia como cultivo comercial era necesario desarrollar las prácticas agronómicas y las técnicas de procesamiento particulares y definir experimentalmente los efectos de su inclusión en raciones para distintos destinos productivos de rumiantes y monogástricos.

Las investigaciones iniciales sobre el valor nutricional de los granos de canavalia fueron conducidas por Montilla y colaboradores a mediados de la década del 70 y los primeros resultados fueron presentados en la XVIII Convención Anual de AsoVAC. En años subsiguientes continuaron las investigaciones en Venezuela y México; sin embargo, no fue sino hasta 1983 cuando las investigaciones sobre canavalia lucen enmarcadas dentro de un proyecto global, coherente y sistemático, recogido en un documento, hoy historia, titulado **«Proyecto Canavalia: un Enfoque Interdisciplinario»**, cuyos autores fueron los Profesores Julio Viera, Juan de Jesús Montilla y Rodrigo Parra. Había nacido el

ahora conocido **«Grupo de Trabajo Interdisciplinario en Canavalia»** (GIC). En el documento en referencia se analizaban los resultados obtenidos para la fecha y las limitantes existentes para el momento, se establecieron cuatro áreas principales de investigación vinculadas entre sí:

- 1) Agronomía y Genética
- 2) Mecanización
- 3) Evaluación Bioquímica y Nutricional
- 4) Evaluación Económica del Cultivo

El objetivo general era la formulación de una oferta tecnológica para la producción y utilización comercial de *Canavalia ensiformis* en la alimentación animal. Hacia esta meta, ambiciosa y optimista, se ha avanzado, superando limitaciones económicas y escollos científicos. Al principio se trabajó con los pocos recursos que se conseguían en las propias instancias donde se realizaba la investigación. Pero, era perentorio resolver la cuestión de recursos financieros adecuados y se abordaron tres vías independientes aunque complementarias:

1) Motivando y promoviendo la formulación de proyectos para ser sometidos a diferentes instancias para su financiamiento, especialmente el CDCH-UCV, el CONICIT, la CEE y la IFS. El número de proyectos así financiados llegó a superar los 20. Es digno de destacar que el GIC fue la primera instancia interdisciplinaria que obtuvo la aprobación de una Ayuda Institucional del CDCH de la UCV.

2) Por otra parte, a mediados de los años 80, en una reunión fortuita realizada en Etiopía entre el Profesor Rodrigo Parra y el Investigador Michel Picard (del INRA de Francia), surgió lo que posteriormente ha resultado en un intercambio científico de gran nivel y provecho para el GIC.

Seguidamente, y aprovechando la apertura de Francia hacia Latinoamérica, se estableció un convenio de cooperación entre

Francia y Venezuela (a través del CONICIT) el cual constituye uno de los nueve PCP (Proyectos Cooperativos de Postgrado) hoy vigentes en nuestro país. Este proyecto impulsó aun más las actividades del GIC, involucrando en los trabajos de investigación a varios laboratorios franceses y permitiéndonos la formación de recursos humanos a distintos niveles: doctorados, maestrías, pasantías cortas y largas, así como también permanencias por diversos períodos de tiempo de investigadores franceses en el país.

3) Con base en los antecedentes y vivencias del GIC, en 1986 se presentó el Proyecto Canavalia a la Fundación Polar, institución en la cual encontramos gran receptividad, habiéndose constituido en una de las fuentes de financiamiento seguro y oportuno desde hace ya siete años; también ha sido fuente de estímulo y motivación.

Así pues, a pesar de las muchas dificultades que han debido superarse y gracias a la contribución del CDCH-UCV, el CONICIT y la Fundación Polar, en el ámbito nacional, y la CEE, la IFS, la Embajada de Francia y el INRA, a nivel internacional, se integró el grupo de trabajo original en las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias de la UCV y el CENIAP, al cual se unieron las Facultades de Ciencias e Ingeniería de la UCV, las Universidades Simón Rodríguez, Rómulo Gallegos, Ezequiel Zamora, de Oriente y Simón Bolívar, totalizando en Venezuela unos 40 investigadores que incluyen agrónomos, veterinarios, nutricionistas, geneticistas, biólogos, economistas e ingenieros, habiéndose contado también con la participación de estudiantes de pre y postgrado. Por otra parte, se mantienen importantes vínculos internacionales con instituciones y grupos de investigadores de Francia, Colombia, México, República Dominicana, Brasil, EUA, Nigeria y Escocia. Investigadores de estos países se nos unieron en 1991, presentando importantes trabajos en el PRIMER SEMINARIO-TALLER

SOBRE CANAVALLIA, los cuales están recogidos en el libro «*Canavalia ensiformis* (L.) DC., Producción, Procesamiento y Utilización en Alimentación Animal».

Muchos han sido los logros alcanzados en estos diez años de trabajo; sin embargo, sólo para resumir se pueden señalar los siguientes:

1) Sobre los factores que afectaban el comportamiento agronómico de la planta:

a) De las prácticas culturales y los equipos necesarios para alcanzar una producción alta de frutos se puede destacar que la parte media del período de lluvias es el momento más propicio para la siembra, 50.000 plantas/ha es una densidad adecuada, una mezcla de dos herbicidas permite controlar las malezas hasta la semana sexta después de la siembra, la exigencia de fertilización química sigue siendo mínima, la semilla de canavalia se adapta a la mayoría de las sembradoras comúnmente usadas en el país, los granos de esta planta se pueden cosechar con la combinada de flujo axial. (Ramis y col., 1994)

b) Se han desarrollado variedades de porte erecto con muy pocos ápices volubles, como el genotipo «Tovar». (Viera y Ramis, 1993)

c) La desuniformidad del crecimiento y de la maduración de los frutos ha disminuido con el uso de los genotipos nuevos y el riego.

d) El carácter fruto corto que se ha introducido en algunos genotipos ha ayudado a resolver el problema que constituye el desarrollo basal de los frutos.

2) Sobre los factores que afectaban el valor nutritivo:

a) De los factores antinutricionales que originalmente se pensaba que contenían los granos de canavalia, la mayoría de las evidencias señalan a la concanavalina A y a la canavanina como las sustancias más importantes, tanto desde el punto de vista del contenido como del efecto perturbador del comportamiento nutricional de los animales monogástricos. (Michelangeli y Vargas, 1993; León y col., 1993)

b) Los ensayos realizados indican que los rumiantes pueden consumir los granos crudos, los frutos enteros y el follaje sin muchos inconvenientes. (Mora y col., 1993)

c) Los efectos antinutricionales de la concaavalina y la canavanina se han reducido drásticamente con el tostado (aplicación de calor seco).

Con toda la investigación realizada, consideramos que la canavalia está lista para presentarse al país como un cultivo comercial. Reconocemos que todavía quedan muchos problemas por resolver, como la inestabilidad del rendimiento de granos y las condiciones óptimas para el tostado, pero el trabajo interdisciplinario no ha finalizado.

REFERENCIAS

Chacón, E. (1986). *Manejo y utilización de leguminosas con bovinos a pastoreo*. 2do. Curso sobre bovinos de carne. Mimeografiado. Fac. Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Aragua, Venezuela. p. XII-34.

Duke, J. 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. Plenum Press, New York and London.

F.A.O. 1987. *Anuario de Producción 1986*. F.A.O. Roma, Italia.

F.A.O. 1991. *Anuario de Producción 1990*. F.A.O. Roma, Italia.

Hotton, E. 1972. *Conferencias*. Fundación Shell. Cagua, Aragua, Venezuela.

León, A., R. Vargas, C. Michelangeli, J. Montilla, J. Carabano, J. Risso y M. Picard. 1993. Valor nutricional de los granos de *Canavalia ensiformis* en dietas para aves y cerdos. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial futuro. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. 213-228.

Lynd, J. y Ansman. 1993. Simbiosis nodular tripartita: ¿distinta o gobierna la síntesis de componentes

altamente nitrogenados en la canavalia (*Canavalia ensiformis*). *Canavalia ensiformis* (L.) DC. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial Futuro. San Cristóbal, Táchira, Venezuela. 77-83.

Marín, D. 1993. Algunos aspectos ecofisiológicos del cultivo de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 65-76

Michelangeli, C. y R. Vargas. 1993. Posibles efectos de la canavanina sobre el metabolismo de las aves. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 187-198.

Mora, M., M. Domínguez y A. Escobar. 1993. Alternativas de uso de la *Canavalia ensiformis* en la alimentación de los rumiantes. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp

Pimentel, D. y M. Pimentel. 1979. *Food energy and society*. Whitstable Little Ltd., Whitstable, Kent, Great Britain.

Ramis, C., J. Viera y R. Vargas. 1994. Un nuevo cultivo: *Canavalia*. Venezolana de Publicaciones. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela.

Reyes, H. y C. Orta. 1977. El haba de burro (*Canavalia ensiformis*): una alternativa para la producción agrícola del país. IX Jornadas Agronómicas. Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos, Maracay, Aragua, Venezuela.

United States Department OF Agriculture. 1992. *Agricultural statistics 1991*. Washington, E.U.A.

Viera, J. y C. Ramis. 1993. Aspectos genéticos del cultivo de la canavalia. En: Vargas, R., León, A. y Escobar, A. (Ed.), *Canavalia ensiformis* (L.) DC.: Producción, procesamiento y utilización en alimentación animal. Editorial Futuro. San Cristóbal, Edo. Táchira, Venezuela. pp 85-96.