

VENTAJAS Y LIMITACIONES PARA EL USO DEL MANÍ FORRAJERO PERENNE (*Arachis pintoi*) EN LA GANADERÍA TROPICAL

Augusto Rojas Bourrillon
Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica
E-mail: augustor@cariari.ucr.ac.cr

RESUMEN

El maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y promover sistemas menos vulnerables y dependientes de ingredientes importados. Debido a su alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápida degradación de su hojarasca, estímulo sobre la diversidad biológica del suelo y mejoría en el contenido de materia orgánica del suelo, su presencia permite la recuperación de suelos degradados, lo que facilita utilizarla como estrategia para asignaciones de sellos ecológicos para la ganadería. Es una leguminosa ideal, ya que aporta tanto proteína como sustratos energéticos, lo que favorece la respuesta del bovino tanto en ganancia de peso como en producción de leche. Su aporte de proteína sobrepasante permite considerarla como una fuente importante de proteína metabolizable para animales de altos requerimientos. Se puede utilizar como monocultivo, asociada con forrajes de piso y de corte, mediante el ensilaje y la henificación. Las posibles limitantes que impiden una mayor adopción de su uso son: la falta de adiestramiento del productor en el uso de las asociaciones, disponibilidad y costo de la semilla sexual, pérdida de productividad debido a cortes a ras de suelo. Se deriva de la revisión el faltante de información de su empleo en sistemas de vacas de alta producción y engorde estabulado.

Palabras clave: *Arachis pintoi*, maní forrajero perenne, leguminosa tropical.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de bovinos en el trópico está basada en el suministro de forrajes, sin embargo, debido a la estacionalidad climática y a las variedades forrajeras la productividad animal es limitada. En general se considera que la

principal deficiencia nutricional de los forrajes es la energía (Sánchez y Soto, 1999). Sin embargo, en condiciones adversas de sequía, los bajos niveles de proteína aumentan el problema productivo. En sistemas productivos en los cuales se utiliza la suplementación, las correcciones tanto energéticas o proteicas de la dieta son solucionadas pero, una alta proporción de estos suplementos está constituido por granos que no son producidos en estos países lo que ha promovido el desarrollo de sistemas dependientes y vulnerables a los precios internacionales.

En la actualidad la conversión de granos como maíz a etanol ha aumentado los precios del mismo lo que ha impactado el costo de los suplementos. De tal manera, que cada vez se hace más importante el empleo de materiales forrajeros de mayor calidad nutricional, con aportes importantes de precursores energéticos ruminales y de proteína metabolizable que permitan reducir el empleo de los suplementos elaborados con ingredientes importados.

En condiciones templadas el concepto de la leguminosa y en particular la alfalfa como un material forrajero de alta calidad está bien establecido y aceptado por los productores ganaderos lo que ha generado en el trópico latinoamericano la búsqueda de sustitutos de alfalfa entre los cuales el maní forrajero *Arachis pintoi* es una opción aceptable.

CARACTERÍSTICAS DEL MANÍ FORRAJERO

El maní forrajero perenne tiene alta variabilidad intraespecífica por lo que existe las posibilidades de identificar líneas de uso múltiple dentro de la especie. En países latinoamericanos se han liberado dos cultivares: *A. pintoi* 17434 y *A. pintoi* 18744, aunque existen otros materiales que están siendo utilizados por los productores.

El género *Arachis* es originario de América del Sur y está restringido naturalmente a Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay (Valls y Simpson, 1995). El material donado al CIAT por las instituciones brasileñas conocido posteriormente como CIAT 18744 fue introducido para evaluación en Costa Rica junto con otros materiales como CIAT 17434 y 18744A.

Adaptabilidad

Arachis pintoi se adapta mejor a zonas entre 0 y 1.800 msnm con una precipitación anual entre los 2.000 y 3.500 mm y con estación seca menor a 4 meses (Argel y Pizarro, 1992), pero también se ha comportado adecuadamente en zonas de trópico húmedo con precipitaciones hasta de 4.500 mm anuales (Roig, 1989). Maní forrajero en zonas con más de 4 meses de período seco pierde sus hojas y estolones por desecamiento pero en el siguiente período de lluvias se presentan rebrotes y nuevas plantas emergidas del banco de semillas presente en el suelo (Argel, 1994).

Las diferentes accesiones tienen la habilidad de una mejor adaptación a condiciones específicas, por ejemplo el CIAT 17434 tolera menos la sequía que el CIAT 18744. Ambos toleran la sombra y en altitudes de 1.400 msnm la planta pierde agresividad, las hojas son pequeñas y el crecimiento inicial es lento. Este comportamiento es favorecido por la presencia de nubosidad en las zonas altas tropicales.

Producción de biomasa

El maní forrajero CIAT 18744 produce más estolones, puntos de crecimiento y raíces que el CIAT 17434. Esto facilita la colonización y mejor competencia con malezas durante la fase de establecimiento del cultivo (Argel y Villarreal, 1998).

En suelos de mediana fertilidad del trópico húmedo y subhúmedo (172 msnm y precipitación anual de 3.062 mm), la producción total de materia seca del CIAT 18744 superó en un 14 % la producción de biomasa de maní CIAT 17434 (Villarreal y Zúñiga, 1996). Evaluación bajo estas mismas condiciones ecológicas involucrando adicionalmente el *A. pintoi* CIAT 18748 demostró que esta accesión produce más biomasa que los anteriores principalmente a las 4 y 6 semanas de

edad (Villarreal *et al.*, 2005). Los autores cuantificaron una disminución del 36 % en la producción de biomasa en la época seca en comparación al invierno. En condiciones drásticas de sequía extrema el material vegetativo de maní forrajero se desaparece de la cobertura del suelo, sin embargo, con el inicio de las lluvias se inicia el reestablecimiento en base a las reservas de semilla en el suelo. Estimaciones de rendimiento de semillas presentadas por Argel y Villarreal (1998) y Rincón (1999) llegan en conteos de 2 t/ha con mayores aportes del *A. pintoi* CIAT 17434 en comparación al CIAT 18744.

VENTAJAS DEL USO DEL *A. pintoi* EN SISTEMAS GANADEROS

1. Persistencia

Una de las características que han promovido la aceptación del maní forrajero por los productores es su alta persistencia. Pezo y Ibrahim (1999) resumieron los atributos que favorecen la persistencia de *A. pintoi* manejado bajo pastoreo en: a) Hábito de crecimiento rastrero que previene defoliaciones completas incluso cuando se maneja con altas cargas animales, b) Longevidad superior a la mostrada por la mayoría de las leguminosas tropicales herbáceas, c) Producción profusa de flores a lo largo del año, d) Naturaleza geocárpica (subterránea) de sus semillas lo que permite formar bancos de semilla en el suelo, y e) Presencia de elevadas cantidades de estolones con capacidad de enraizamiento que favorecen su capacidad invasora por medios vegetativos.

2. Respuesta a la carga animal

El maní forrajero posee gran cantidad de estolones que le ayudan a resistir el pastoreo y también le permiten invadir fácilmente las áreas de suelo descubiertas. Villarreal y Vargas (1996) cuantificaron mayor cantidad de estolones y de puntos de crecimiento nudos y biomasa de raíces del *A. pintoi* CIAT 18744 en comparación con el CIAT 17434 lo que facilita el establecimiento y la colonización. Se reconoce del maní su capacidad para soportar altas cargas animales y su aporte en la biomasa en oferta y la dieta del animal tiende a mejorarse cuando se utilizan altas intensidades de defoliación (Hernández *et al.* 1995). El problema

causado por una alta carga animal tiene mayor impacto sobre la gramínea acompañante más aún si los intervalos de descanso son cortos afectando su capacidad de rebrote y persistencia (Ibrahim, 1994). En evaluaciones sobre ganancia de peso se denotan aumentos del 150-200 % en la capacidad de carga de la pastura (Rincón, 1999 y Hernández *et al.*, 1995) llegando el maní a contribuir en un 34 % de la biomasa presente y un 44 % en la dieta seleccionada por los animales

3. Impacto de la edad fisiológica sobre la calidad nutricional

En comparación con las gramíneas, el *A. pintoi* es menos adversamente afectado en su calidad nutricional conforme aumenta la edad fisiológica de la planta. Estudios en pastos demuestran las drásticas reducciones en los contenidos de proteína cruda, carbohidratos solubles y aumentos en los contenidos de pared celular afectando en forma drástica el contenido energético del pasto.

En contraste, el maní forrajero, mantiene altos valores nutricionales inclusive a las 12 semanas de rebrote. En esas edades, Conejo (2002) cuantifica para el *A. pintoi* 18744A contenidos de 18,74 % PC; 39,3 % FDN; 33,88 % FDA; 56,85 %TND; 2,51 Mcal E. Digestible/kg MS y 1,27 Mcal EnL/kg MS. Estos contenidos nutricionales no se obtienen con pastos que alcancen estas edades de rebrote. Sánchez y Soto (1999) informaron para pastos como estrella africana y kikuyo con edades fisiológicas de uso práctico de 21-25 días y 26-30 días valores de TND de 53,85 % y 56,7 % y EnL de 1,22 y 1,30 Mcal/kg MS, respectivamente.

4. Aporte de sustratos energéticos

De acuerdo a Buxton y Redfearn (1997) las diferencias entre pastos y leguminosas estriba en la forma que aportan sustratos energéticos al animal. En el caso de las gramíneas, su alto contenido de pared celular limita los aportes de contenido celular, de tal manera, que sus aportes energéticos se derivan de la fermentabilidad de la fibra. Por el contrario, en las leguminosas, el contenido de pared celular es menor y por lo tanto sus contenidos celulares son mayores. Inclusive los contenidos de lignina tienden a ser mayores, de tal manera que los aportes energéticos principalmente se derivan de la utilización de los

contenidos celulares. El maní forrajero no es la excepción presentando el *A. pintoi* CIAT 18744A (Conejo, 2002) valores desde 34 a 40 % de FDN correspondiendo a contenidos celulares de 66 y 60 %, respectivamente. Wing Ching y Rojas Bourrillon (2006) informaron de contenidos de pared celular de 56,0-59,5 % y de 52,6-54,7 % para el *A. pintoi* CIAT 17434 y CIAT 18744, respectivamente. En este caso correspondiendo a valores de contenido celular de 44,0-40,5 % y 47,4-45,3 %.

Por el contrario Sánchez y Soto (1997) informaron para pastos tropicales valores de pared celular de 67 y 72 % lo que corresponde a contenidos celulares de 33 y 28 %, respectivamente.

El suministrar *A. pintoi* como una fuente forrajera no solo debe verse como una alternativa para satisfacer los requisitos nutricionales de los animales sino también como un promotor y activador de la actividad ruminal favoreciendo la colonización de forrajes de menor calidad.

5. Tasa de aprovechamiento ruminal

En los forrajes, la digestión ruminal, el pasaje y el consumo están vinculados con su cosecha a edades tempranas ya que se reduce la concentración de pared celular (Kennelly y Donovan, 1991). La pared celular ha sido caracterizada mediante la determinación de FDN y FDA donde la FDN es más relacionada con consumo de forraje, debido a que esta fracción contiene todos los constituyentes de la pared que ocupan espacio en el rumen y son más lentamente digeridos, mientras que la FDA, contiene grandes cantidades de lignina, promoviendo este componente una disminución en la digestibilidad de la fibra. Debido a los menores contenidos de pared celular del maní con respecto a los pastos tropicales, esta característica se podría asociar a un mayor consumo del *A. pintoi* al compararlo con las gramíneas. Esto se complementa al analizar las tasas de degradación de la materia seca del maní (Cuadro 1) donde se aprecia que ésta se degrada en el rumen al doble de la velocidad de las gramíneas (10 – 12 %/h versus 5-6 %/ h) indicando la posibilidad de reducir su permanencia en rumen facilitando un mayor consumo.

Cuadro 1. Tasas de degradación ruminal de la materia seca de algunos forrajes.

Tipo de follaje	Velocidad de degradación % por hora
Estrella africana 21 días	4,1 +
Kikuyo 30 días	5,7 +
<i>Brachiaria brizantha</i> 34 días	5,23
Heno Jaragua	1,75
Poro	15
Maní forrajero	10,0 * a 12,5 **

Fuente: + Herberth *et al.*, 1988; * Quan y Rojas, 1994; ** González, 1992.

6. Aporte de proteína degradable y sobrepasante

Se considera que las leguminosas son más efectivas cuando incrementan tanto el aporte energético como proteico de las dietas del rumiante. De acuerdo a Popi y Mc Lennan (1995) las leguminosas tropicales tienen una digestibilidad similar a los pastos tropicales y por lo tanto no hay un aumento del aporte energético mediante mejoría en la densidad energética de la dieta. Por lo tanto consideran los autores que el resultado positivo de las leguminosas resultan de un aumento en el consumo. Considerando el menor contenido de pared celular, aporte de TND y la alta tasa de degradación de la MS del *A. pintoi* se puede considerar que esta leguminosa cumple con los requisitos de no solo suplir proteína *per se* sino también materia orgánica fermentable en rumen.

En el trópico los aportes de proteína cruda de los forrajes pueden ser menores al 7 - 8 % PC considerado como nivel crítico de consumo. Así, las leguminosas, se introducen con la finalidad de aumentar el suministro de proteínas pero no necesariamente aumentan el suministro de proteína a nivel intestinal. Evaluaciones de maní forrajero CIAT 18744 como banco de proteína (Quan *et al.*, 1996b) y en monocultivo de CIAT 17434 (Rojas Bourrillon y Chaves, 1999) indicaron una alta degradabilidad de la proteína al cuantificarse altos contenidos de NH₃ amoniacal con valores de 315 y 237 mg/L en líquido ruminal. Estos valores son superiores a los establecidos como mínimos para optimizar la actividad microbiana de 100-150 g/L y por lo tanto capaces de suplir las necesidades de N ruminal faltante en los sistemas de pastoreo y de esta manera estimular el consumo total de MS. Pero además investigaciones realizadas por Villarreal *et al.*

(2005) indicaron que la fracción de proteína degradable en rumen de esta leguminosa es menor (64,25 % de la PC en CIAT 17434; 64,36 % PC en CIAT 18744 y 62,48 % PC en CIAT 18748) en comparación con las leguminosas templadas y por lo tanto hace contribuciones importantes en la fracción de proteína sobrepasante. Esta cualidad permite considerar a *A. pintoi* como una alternativa para suplir proteína metabolizable en aquellos sistemas en los cuales la demanda es alta como ocurre en vacas altas productoras (Villarreal *et al.*, 2005).

7. Capacidad amortiguadora

Debido a los cambios en los requerimientos nutricionales de los bovinos los programas de alimentación se han tenido que ajustar. Las dietas son altas en carbohidratos solubles, se utilizan ingredientes con poca capacidad de fibra efectiva y se ha incrementado el uso de forrajes fermentados. El aumento en los problemas de salud del hato relacionados con disturbios ácido-base es evidencia de que estos cambios pueden crear un ambiente ruminal más ácido (Jasaities *et al.*, 1987). Existe evidencia de las diferencias entre ingredientes en su capacidad de alterar la relación ácido-base del rumen y debido a la relación del pH con la digestión de la fibra se promueven dietas que generen valores de pH ruminal neutros. Esta capacidad de amortiguamiento es baja en los alimentos energéticos incluyendo ensilajes de maíz, intermedia para ingredientes bajos en proteína (15-35 % PC) y pastos y alta para los ingredientes altos en proteína (+ 35 % PC) y las leguminosas forrajeras

Esta alta capacidad amortiguadora de las leguminosas está asociada al aporte de proteínas (Whohlt *et al.*, 1987) y a la presencia de ácidos de sales orgánicas, ortofosfatos, sulfatos, nitratos y cloruros. Además se considera que la cantidad de fibra y la capacidad de intercambio catiónico de la matriz de la fibra contribuye en esta capacidad (Jasaities *et al.*, 1987).

Análisis realizado en maní forrajero CIAT 18744A (Conejo, 2002) permiten evidenciar la capacidad amortiguadora de esta leguminosa con valores promedio de 420 meq/kg MS, dato similar a los informados para alfalfa desde 390

a 570 y menores a aquellos de trébol rojo y blanco de 491 a 578 meq/kg (Playne y McDonal, 1966 y McDonal, 1981).

Así, la inclusión de maní forrajero podría contrarrestar el impacto adverso sobre el pH ruminal que causan los altos consumos de granos o ensilajes principalmente de maíz en sistemas de alto rendimiento animal. Es importante considerar que los diferentes ecotipos pueden presentar variantes en su capacidad amortiguadora como lo indicaron Wing Ching y Rojas Bourrillon (2006) al cuantificar una mayor capacidad amortiguadora de ensilajes de *A. pinto* CIAT 17434 en comparación con *A. pinto* CIAT 18744.

8. Fijación de nitrógeno

Una de las características importantes de las leguminosas es su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, lo que permite un ahorro en la utilización de fertilizantes nitrogenados. El *Arachis pinto* no es la excepción y es capaz de establecer relaciones simbióticas con los rizobios nativos aunque se ha cuantificado que en suelos pobres tipo ultisol la leguminosa responde a la inoculación con la cepa *Rhizobium* CIAT 310.

Estudios utilizando la técnica de dilución isotópica con ¹⁵N realizados en monocultivo de diferentes accesiones del maní forrajero (Rodríguez *et al.*, 1998) indicaron que es capaz de fijar de un 53 a 58 % de su contenido de nitrógeno total. Utilizando la información de biomasa se estima que en promedio el *A. pinto* es capaz de fijar 462 kg N/ha/año (Cuadro 2).

Evaluaciones sobre la capacidad de fijación de nitrógeno cuando el maní está asociado con gramíneas indicaron que maní forrajero CIAT 17434 es capaz de fijar un 80 % de su nitrógeno. Este mayor porcentaje de fijación del maní en condiciones de asociación, en parte se puede deber a que las leguminosas al estar asociadas

con la gramínea se ven sometidas a mayor competencia por nitrógeno, lo que no ocurre cuando están solas (Rodríguez *et al.*, 1998).

Estudios realizados en suelos ácidos por Thomas (1994) demostraron que *Arachis pinto* asociado con *Brachiaria dictyoneura* fijó entre 4,6 y 43 kg de N/ha/año cuando la leguminosa representó de un 4 a 17 % de la biomasa disponible. En suelos de mejor fertilidad, Ibrahim (1994), estimó fijaciones de 75,6 y 157 kg N/ha/año cuando el maní CIAT 17434 representó un 9,2 y 21,2 % de la asociación con *Brachiaria brizanta* y *B. humidicola*, respectivamente.

9. Mejoría sobre la calidad nutricional del forraje acompañante

El maní forrajero se caracteriza por ser una leguminosa que posee un alto contenido de proteína cruda, alta fijación de nitrógeno atmosférico y con aportes al suelo de material senescente de alta calidad, estimándose que del 20 al 30 % del contenido de nitrógeno en hojas y tallos de maní que son depositados sobre la superficie del suelo, puede ser absorbido por la gramínea acompañante en un período de 3 meses. Esto se relacionado con la mejoría en el aporte de proteína total de la dieta consumida por el animal y principalmente sobre la mejoría en el contenido de proteína cruda de la gramínea acompañante. Hurtado *et al.* (1988) cuantificaron una mejoría en el contenido de proteína cruda del pasto estrella africana (*Cynodon lemfuensis*) asociado en comparación al monocultivo (11,9 versus 10,9 % PC, respectivamente). Rincón (1999) en los llanos colombianos indicó una mejoría importante en el contenido de PC de la gramínea acompañante cuando el maní forrajero supera el aporte del 20 % de la asociación. Indica el autor una mejoría del contenido de PC de la *B. humidicola* del 5 % en el primer año de establecimiento del maní a valores de 8 % PC en los dos años siguientes.

Cuadro 2. Estimación del nitrógeno fijado por tres accesiones de maní forrajero en monocultivo.

Accesión de maní	kg MS/ha/año	Nitrógeno Total, %	kg N/ha/año	Nitrógeno fijado, %	kg N fijado/ha/año
17434	24.200	2,96	716	58	415
18744	28.800	3,40	979	54	529
18748	24.900	3,35	834	53	442

Fuente: Rodríguez *et al.*, 1998.

10. Efecto sobre características del suelo

Se reconoce que la presencia de leguminosas en una asociación debido a la producción de biomasa y sistema radicular favorecen la estructura del suelo, minimizan las pérdidas de nutrientes por erosión y lixiviación y favorecen la actividad biológica del suelo.

La presencia de *Arachis pintoii* en pasturas asociadas ha demostrado efectos beneficiosos sobre las características físicas, de fertilidad y biológicas del suelo. La presencia del *A. pintoii* en pasturas de *Brachiaria brizantha* en 4 años tendió a favorecer un mayor contenido de materia orgánica (9,6 versus 10,45 %) especialmente la fracción fácilmente degradable (47,1 versus 54,8 % MO) acarreado una ligera acidificación del suelo pero que no se consideró problemática debido a que los genotipos de gramíneas utilizados son adaptados a suelos ácidos (Torres, 1995). Informa el autor de una mejoría en el número de lombrices (194,6 versus 370,9 ind./m²) causado por los efectos de cobertura del maní, y por la mayor cantidad y calidad del material senescente.

Estudios similares realizados por Rodríguez *et al.* (1999) con asociaciones de *Arachis pintoii* CIAT 18744 y pastos *Cynodom lemfluensis*, *Pennisetum clandestinum*, *Ischaemun ciliare* y *Brachiaria brizantha* en altitudes que variaron desde 83 a 1.750 msnm cuantificaron menores conteos de lombrices en la asociación (154,5 versus 172,3 ind/m²) quizás debido a que los muestreos se realizaron en pasturas con apenas dos años de asociación.

11. Recuperación de suelos degradados

De acuerdo a Rincón (1999) el retorno de nutrientes al suelo vía hojarasca producida por la planta es generalmente de mayor importancia cuantitativa que la que retorna vía excretas para el reciclaje de nutrientes en pasturas tropicales. El maní forrajero posee un alto contenido de nutrientes con una alta incorporación al suelo debido a su rápida descomposición favoreciendo el reciclaje de nutrientes. Los cambios cuantificados por Torres (1995) con la introducción de *A. pintoii* a pasturas de *B. brizantha* y su evolución en 4 años mejoran el contenido de materia orgánica, la tasa de mineralización del nitrógeno, y tienden a mejorar

la conductividad hidráulica, el contenido de nitrógeno y el nitrógeno microbiano (mg/kg). Similarmente Rincón (1999) en pasturas asociadas por 3 y 9 años de *A. pintoii* y *Brachiaria spp.* cuantifica mejoras sustanciales en contenido de calcio, magnesio y de materia orgánica.

La calidad ambiental del agroecosistema en pasturas asociadas de maní forrajero y gramíneas como *Cynodom lemfluensis*, *Pennisetum clandestinum*, *Ischaemun ciliare* y *Brachiaria brizantha* revelan en la mayoría de los casos una mayor diversidad de organismos en estas asociaciones en comparación con los monocultivos de gramíneas (Villalobos *et al.*, 1999).

12. Utilización como cobertura en forrajes de corte

Debido al abundante desarrollo estolonífero y al buen cubrimiento de suelo el *A. pintoii* es utilizado como cobertura en diferentes tipos de plantaciones agrícolas. La capacidad del maní forrajero de crecimiento bajo sombra facilita la asociación con forrajes de corte. Esto promueve aumentos en la biomasa forrajera en relación con el monocultivo. Experiencias con maíz (Nieto, 2004) demostraron aumentos de 6,13 t MS/ciclo del monocultivo de maíz a 7,97 t MS/por ciclo cuando el maní CIAT 17434 representó un 19 % de la mezcla forrajera. Como ventajas adicionales a dichas asociaciones se eliminó la utilización de herbicidas para el control de malezas y se eliminó una de las fertilizaciones nitrogenadas requeridas para el cultivo de maíz.

La presencia de maní forrajero CIAT 18744 en cultivo de sorgo negro forrajero (*Sorghum almun*) permitió aumentar la productividad de la pastura de 16,72 a 39,7 t MS/ ha/año lo que permite un mayor suministro de forraje o la posibilidad de un aumento en la carga animal (Wing Ching *et al.*, 2005).

13. Mejoría en respuesta animal

La inclusión del *A. pintoii* en la dietas del ganado ha favorecido la respuesta animal tanto en crecimiento como en producción de leche. El maní se ha ofrecido en sistemas de banco de proteína, corte y acarreo y en asocio con

gramíneas. Investigaciones en crianza de reemplazos de lechería utilizando bancos de proteína de maní forrajero CIAT 18744 (acceso 5 h) de 34 días de recuperación y pastoreo de estrella africana con altas cargas animales (3,3 y 4,2 UA/ha) demostraron la capacidad de reducir el suministro de alimentos balanceados durante la etapa de desarrollo (Quan *et al.*, 1996a). Estudios adicionales con el suministro de *A. pinto* CIAT 18744 en monocultivo permitió reducir en un 50 % el suministro de alimentos balanceados durante la fase posdestete (de 85 a 160 kg PV), estimándose una asignación de 30 m² por cada 100 kg PV (Rojas Bourrillon *et al.*, 1999a). Avellaneda *et al.* (2006) empleando mezclas de caña de azúcar (36 % de la MS) y maní forrajero (64 % de la MS) sustituyen hasta un 75 % la oferta de alimento balanceado (trat. control recibieron 2,13 kg) a terneras cruzadas Sahiwal x Holstein de 2 meses de edad y 72 kg PV.

En sistemas de corte y acarreo Rojas Bourrillon *et al.* (1999b) la sustitución de heno de gramíneas por *A. pinto* CIAT 18744 fresco, causó una mejoría en la ganancia de peso de terneras Holstein en desarrollo. Los consumos de maní representaron fueron 0,99 kg de MS/100 kgPV.

En novillas de carne el acceso a bancos de proteína de *A. pinto* durante 3 horas diarias con descansos de 28 días, mejoró en un 18,5 % las ganancias de peso (0,505 versus 0,426 kg/día) en comparación a aquellos animales que solo pastoreaban estrella africana (Villarreal, 1996).

En vacas lecheras (Cuadro 3) la presencia de maní forrajero en pasturas de estrella africana causó una mejoría en la producción de leche inclusive cuando la estrella es fertilizada con 100 kg N/ha/año siempre que los aportes de maní sean del 15-40 % de la biomasa disponible. Si bien estas producciones de leche son bajas, el incremento en la producción refleja el potencial del maní forrajero y la expresión porcentual (14 %

de aumento) es similar a la reclamada por compañías que introducen productos tecnológicos externos a la explotación. Investigaciones realizadas por Morales *et al.* (2003) indicaron que la sustitución de un 33 % del alimento balanceado (reducción de 3 kg a 2 kg) disminuye en un 20 % los costos de alimentación/kg de leche sin afectar la producción y los componentes lácteos.

Información sobre la respuesta de *A. pinto* en vacas de alto rendimiento en el trópico no es disponible, principalmente porque este tipo de explotación está localizada en zona agroecológica no apta para el maní forrajero. Sin embargo, extrapolar información de Staples *et al.* (1997) sobre ensilajes de *Arachis glabrata* en la alimentación del ganado lechero, quienes, al sustituir un 70 % del ensilaje de maíz (50 % MS de la dieta) por ensilaje de maní, no causan efectos negativos sobre la producción de leche en vacas de alto rendimiento (30,4 kg versus 29,7 kg).

En ganadería de carne las pasturas asociadas con maní forrajero se caracterizan por su alta productividad sin llegar a presentar síntomas de degradación después de varios años de pastoreo. Las ganancias de peso por novillo/año varían de 160 a 200 kg con aportes de 250 a 600 kg/ha (Lascano, 1994). En asociaciones localizadas en el Piedemonte y Altillanura colombiana de *A. pinto* con *B. decumbens* se informa de aumentos de 159 y 414 kg/ha/año y para la asociación con *B. humidicola* de 170 y 196 kg/ha/año (Rincón, 1999).

14. Aplicación de sistemas de conservación de forrajes

Las experiencias en producción de leche se han centralizado en vacas de bajo potencial lechero, debido a la poca adaptabilidad del maní forrajero a alturas superiores a los 1.400 msnm.

Cuadro 3. Efecto de la presencia de *A. pinto* sobre la producción de leche.

Tratamiento	Producción de leche, kg/vaca/día	
	Experimento 1*	Experimento 2**
Estrella africana + 100 kg N	9,49	7,70
Estrella + <i>Arachis pinto</i>	10,75	8,80
Incremento, kg/vaca/día	1,26	1,10
Porcentaje	13,28	14,28

Adaptado: *Gonzales, 1992; ** Van Heurck, 1990.

Sin embargo, mediante la henificación y el ensilaje se espera en el futuro un uso en sistemas más intensivos de producción

Ha demostrado la adaptabilidad del maní para ser cosechado y enfardado en pacas mediante la mecanización. Aprovechando que su valor nutricional no es tan seriamente afectado por la edad, este material puede ser embalado a los 3 meses de edad, con lo cual se consigue un mayor rendimiento de pacas por ha. Experiencias en el trópico húmedo (Rojas Bourrillon, 2001) con las accesiones CIAT 17434 y CIAT 22160 durante la época de verano cosechados a los 147 y 180 días presentaron altos contenidos nutricionales con valores promedio de 14,9 % PC; 41 % FDN y 32,6 % FDA. Considerando la ecuación propuesta por Linn *et al.* (1989) para valor relativo de forrajes (VRF) se clasifica estos materiales de primera calidad aún a estas edades de rebrote.

En condiciones de trópico seco se recomienda especialmente la accesión CIAT 17844A para henificar principalmente debido a su resistencia a la sequía. Las experiencias se ha extendido a utilizarlo en asociación con pastos comúnmente utilizados para la henificación como el transvala (*Digitaria decumbens*) y el pasto suazi (*Digitaria swazilandensis*) en relaciones 75:25 pasto-maní. Esto asegura una mayor calidad del heno con cambios en la concentración de proteína de valores de 5-7 % PC a valores de 10-12 % PC y menores contenidos de pared celular (64,8 versus 46,2 % FDN) lo que favorece el consumo y la respuesta animal (Morales *et al.*, 2003).

La opción del uso de deshidratadores solares como alternativa para pequeños productores y de tecnología de baja inversión fue estudiada por Filomena (2006) utilizando maní forrajero (*A. pinto*) de 180 días de rebrote. Se concluyó que mantener espesores de cama de 15 cm y con dos volteos diarios favorece el proceso de deshidratación. Los contenidos nutricionales del heno fueron de 88 % MS; 15,4 % PC; 48,3 % FDN; 41,4 % FDA y 0,15 % N-FDA.

El ensilaje es la otra opción tecnológica para el maní. A pesar de su alto contenido

amortiguador, el maní, presenta también un alto contenido de CSSND (carbohidratos solubles en solución neutro detergente) lo que puede facilitar el proceso fermentativo durante el ensilaje. Wing Ching y Rojas Bourrillon (2006) demostraron que el ensilaje de maní presenta las mejores características nutricionales y fermentativas cuando se adiciona un 6 % de melaza. Al utilizarse el premarchitamiento se logra aumentar el contenido de materia seca en el forraje a valores de 30 % lo que facilita el proceso de fermentación.

LIMITACIONES PARA EL USO DE *A. pinto* EN SISTEMAS GANADEROS

Falta de adiestramiento del productor en el uso de asociaciones

En sistemas intensivos de producción de leche el empleo de fertilizantes nitrogenados es una práctica común. El empleo de 100-180 kg de N/ha/año asegura una disponibilidad de biomasa para no comprometer la carga animal. Esta práctica tan arraigada en el productor en parte ha sido la causa del porqué el maní forrajero no se ha adoptado extensivamente en estos sistemas. A pesar de que los resultados de investigación indican una mejoría en la cantidad de biomasa disponible (Pezo y Ibrahim, 1999) el productor es temeroso de una pérdida en la cantidad de biomasa principalmente debido a su apreciación visual de pasturas como estrella, brachiaria y kikuyo. Si bien el maní CIAT 18744 y 17434 responden a la falta de luz mediante crecimiento más erecto, es necesario enfatizar la búsqueda de accesiones de porte más erecto y de alta producción biomasa que compitan mejor con este tipo de gramíneas.

El tiempo requerido para obtener una alta proporción de *A. pinto* en la asociación condiciona la respuesta positiva del productor hacia su empleo. Esto está asociado a la cantidad de semilla empleada/ha, principalmente sexual debido al alto costo de la misma. También la tendencia del productor hacia la eliminación de herbicidas del sistema como búsqueda de sistemas ambientalmente amigables y para la reducción de costos es una barrera debido a la necesidad del uso de estos como parte del manejo.

Tipo de gramínea acompañante

La selección cautelosa de la gramínea acompañante así como cambios en el manejo de la pastura asociada son requisitos importantes para obtener los máximos beneficios del *A. pintoii* (Pezo y Ibrahim, 1999). Experiencias exitosas se informan de asociaciones de maní con estrella africana (*Cynodon lemfuensis*); *Brachiaria brizantha*; suazi (*Digitaria swazilandensis*); barrera (*Brachiaria decumbens*); aguja (*Brachiaria humidicola*); llanero (*Brachiaria dictyoneura*), peludo (*Brachiria ruzizensis*). En el caso del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) se dificulta el establecimiento y el mantenimiento de la asociación (Pezo y Ibrahim, 1999 y Tejos, 2002). En la práctica se observan asociaciones exitosas con guineas Tanzania y Mombasa, pero no persiste asociada a *Bachiaria arrecta* (tanner).

Incompatibilidad con períodos cortos de recuperación de la pastura acompañante

En principio el intervalo de pastoreo a ser aplicado en asociaciones estará determinado por la gramínea acompañante. Sin embargo, en sistemas con recuperación de 18-21 días como los ofrecidos en estrella existe posible incompatibilidad con el *A. pintoii*. Se propone prolongar los tiempos de descanso de tal manera que la pérdida de calidad de la gramínea sea compensada por la mejor calidad del maní forrajero (Pezo y Ibrahim, 1999).

Altura de corte en sistema de corte y acarreo

La persistencia del maní forrajero en un sistema de corte y acarreo puede comprometerse debido a la altura de corte. Experiencias prácticas derivadas de las investigaciones (Rojas Bourrillon *et al.*, 1999b y Wing Ching *et al.*, 2005) con corte a ras de suelo causan pérdida de la plantación e invasión de malezas de porte alto principalmente cuando se acortan los días de descanso y se utilizan accesiones de maní forrajero con poco potencial de producción de semilla sexual.

Hospedero de nemátodos

Debido a que el maní forrajero es hospedero de nemátodos se ha cuestionado las asociaciones con cultivos. Valoraciones realizadas por Rojas Bourrillon *et al.* (2004) sobre la presencia de nemátodos en monocultivos de gramíneas y de *A. pintoii* indicaron que esta leguminosa presentó una densidad promedio y

máxima de 30 y 160 nemátodos del género *Pratylenchus* en raíces aunque se desconoce el impacto de los mismos sobre la gramínea acompañante.

Requisitos de energía fermentable

Debido a que el acceso a maní forrajero promueve altas concentraciones de nitrógeno amoniacal en rumen se genera la necesidad de adicionar fuentes energéticas capaces de capturar este excedente y convertirlo en proteína microbiana, de lo contrario, se causa un riesgo al animal, al comprometer su estado energético y reproductivo. Además, se estaría promoviendo impactos negativos al ambiente al propiciar aumentos en la excreción de nitrógeno mediante la orina. Para tal efecto lo más adecuado es utilizar fuentes energéticas que logren sincronizarse con la liberación de nitrógeno del maní. Rojas y Cháves (1999) cuantificaron una mayor disminución en la concentración de N-NH₃ de animales consumiendo maní forrajero al incluir la melaza en comparación con la suplementación con maíz, lo que se traduciría en un aumento en la síntesis microbiana.

Niveles de calcio preparto

En los sistemas de alimentación para vacas altas productoras se recomienda restringir el suministro de leguminosas durante el período seco debido al riesgo de presentación de fiebre de leche. En el caso del maní forrajero los niveles de potasio (0,80 y 1,30 %) son similares e inclusive menores a los presentes en pastos. Sin embargo, los contenidos de calcio son altos (1,05 y 1,77) lo que favorecería el riesgo de la hipocalcemia.

REFERENCIAS

- Argel, P.A y Pizarro, E.A. 1992. Germplasm case study: *Arachis pintoii*. In Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT Contributions CIAT, Cali. Pp.57-73.
- Argel, P.A. 1994. Regional experiences with forage *Arachis* in Central America and Mexico. In Kerridge, P.C. y Hardy, B., eds. Biology y Agronomy of Forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali. Publicación N° 245. Pp. 134-143.

- Argel, P.A. y Villarreal, M. 1998. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) Cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín Técnico. 32 p.
- Avellaneda-Ceballos, J., Camping, P., Vera, W., Vargas, J., Tuarez, J., Vivas, R., Montañez, O., Zambrano, S. 2006. Uso del maní forrajero (*Arachis pintoi*) y caña de azúcar en la alimentación de terneras Sahiwal x Holstein. *Livestock Research for Rural Development* 18 (9): paper129.
- Buxton, D.R. y Redfean, D.D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. *J. Nutrition* 127: 814S-818S.
- Conejo, E.A. 2002. Producción de biomasa y valor nutritivo de la línea de maní forrajero CIAT 18744A en la zona tropical húmeda de Costa Rica. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Costa Rica. 69 p.
- Filomena, S.A. 2006. Valor nutritivo del maní forrajero (*Arachis pintoi*) deshidratado en secadores solares. Tesis Ing. Agr., Universidad de Costa Rica, San José. 59 p.
- Gonzales, M.S. 1992. Selectividad y producción de leche en pasturas de estrella (*Cynodon nlemfluensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 113 p.
- Herbert, D., Boschini, C., Rojas-Bourrillon, A., Zuñiga, A. M. 1998. Efecto de cuatro niveles de cáscara de banano maduro sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca de los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfluensis*). *Agronomía Costarricense* 22(2): 163-172.
- Hernández, M., Argel, P.J., Ibrahim, M.A., Mannetje, L. 1995. Pasture production, diet selection, and liveweight gains of cattle grazing *Brachiaria brizantha* with or without *Arachis pintoi* at two stocking rates in the Atlantic Zone of Costa Rica. *Tropical Grasslands* 29: 134-141.
- Hurtado, J., Pezo, D.A., Chaves, C., Romero, F. 1988. Caracterización de una pradera degradada de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) bajo el efecto del pastoreo y la introducción de leguminosas en el trópico húmedo. In Pizarro, E.A., ed. *Memorias I Reunión RIEPT / CAC*. Veracruz, México. CIAT, Cali. Pp. 341-347.
- Ibrahim, M. 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures for sustainable animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 129 p.
- Jasaitis, D.K., Wohlt, J.E., Evans, J.L. 1987. Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. *J. Dairy Sci.* 70: 1391.
- Kennelly, J.J., Donovan, B.C. 1991. Maximizing feed intake in cows. *Advances in Dairy Technology*. Vol 3. Proceedings of the Western Canadian Dairy Seminar. University of Alberta. P. 73.
- Lascano, C. 1994. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In Kerridge, P.C. y Hardy, B., eds. *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali. Publicación N° 245. Pp. 109-121.
- McDonald, P. 1981. *The biochemistry of silage*. John Willey&Sons Bath, England. 226 p.
- Morales, J., Acuña, V., Cruz, Z.M.A. 2003. Industrialización del heno de calidad en sistemas de riego en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. 80 p.
- Nieto, B.J.C. 2004. Caracterización nutricional y productiva de material fresco y ensilado de maní forrajero (*Arachis pintoi*) cultivado en asocio con maíz (*Zea mays*) a tres densidades de siembra. Tesis Mag. Sci. PPCARN, Universidad de Costa Rica, San José. 64 p.
- Pezo, D. y Ibrahim, M. 1999. Asocio de *Arachis pintoi* con gramíneas: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *Nutrición Animal Tropical* 5 (1): 3-30.
- Popi, D.P. y Mclennan, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* 73: 278-290.

- Playne, M.J. y McDonal, P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of Science and Food Agriculture* 17: 264-268.
- Quan, A., Rojas-Bourrillon, A. 1994. Componentes de degradabilidad de la materia seca del *Arachis pintoï* a través del año. In I Congreso Agronómico Regional. ITCR Santa Clara, San Carlos, Costa Rica. P. 61.
- Quan, A., Rojas-Bourrillon, A., Villalobos, L. 1996a. *Arachis pintoï* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. In Argel, P. y Ramírez, A., eds. Experiencias regionales con *Arachis pintoï* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. CIAT, Cali. Publicación N° 159. P. 17.
- Quan, A., Amador, L., Rojas, B.A., Villalobos, L. 1996b. Efecto del acceso de bovinos a bancos de *Arachis pintoï* en la degradabilidad de forrajes en el rumen. In Argel, P. y Ramírez, A., eds. Experiencias regionales con *Arachis pintoï* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. CIAT, Cali. Publicación 159. P. 26.
- Rincón, A.C. 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoï*) la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Información Técnica. Corpoica – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Colombia. Año 3 N° 24. 8 p. En <http://www.agronet.gov.co/www/docs> . [Consulta: nov. 27, 2006].
- Rodríguez, R., Villalobos, L., Villarreal, M. 1998. Fijación biológica del nitrógeno del maní forrajero (*Arachis pintoï*). UNA-ITCR. Programa Cooperativo UNA-NCSU-UCR. 10 p.
- Rodríguez, R., Villalobos, L., Villareal, M. 1999. Densidad y biomasa de lombrices presentes en pasturas asociadas y no asociadas con *Arachis pintoï* en diferentes localidades de San Carlos (Resumen). In XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. Memorias. Vol. III. P. 53.
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., Jorgensen, N. 1978. Proposed hay grading standards base on laboratory analysis for evaluating quality. *J. Animal Sci.* 47: 747-759.
- Roig, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas tropicales forrajeras en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba. 179 p.
- Rojas-Bourrillon, A., Chaves, A. 1999. Suplementación de carbohidratos no estructurales en terneros doble propósito manejados en un sistema de pastoreo con maní forrajero Mejorador CIAT 17434. Informe final Proyecto N° 739-98-207. CINA. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Rojas-Bourrillon, A., Villarreal, M., Hidalgo, E. Quan, A. 1999a. Validación del uso del maní forrajero (*Arachis pintoï*) para terneras de lechería. I. Reducción de concentrado y empleo de maní como única fuente forrajera en terneras Jersey. *Agronomía Costarricense* 23(1): 7-11.
- Rojas-Bourrillon, A., Villarreal, M., Hidalgo, E., Quan, A. 1999b. Validación del uso del maní forrajero (*Arachis pintoï*) para terneras de lechería. II. Utilización como forraje de corte. *Agronomía Costarricense* 23(1): 13-19.
- Rojas-Bourrillon, A. 2001. Producción de heno de maní forrajero (*Arachis pintoï*): Producción, rendimiento y calidad nutritiva. Informe Final del Proyecto N° 739-A1-017, CINA, Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 13 p.
- Rojas-Bourrillon, A., Salazar, L., Flores, C.L., Wing Ching, J.R. 2004. Reconocimiento de los nemátodos fitoparásitos asociados a pastos tropicales en sistemas de producción de leche en las localidades de San Carlos. Informe Final Proyecto N° 739-A3-097. CINA. Universidad de Costa Rica, San José. 9 p.
- Sánchez, J.M., Soto, M.H. 1997. Estimación de la calidad de los forrajes del Cantón de San Carlos. II. Componentes de la pared celular. *Nutrición Animal Tropical* 4(1):3-23.
- Sánchez, J.M., Soto, M.H. 1999. Estimación de la calidad de los forrajes del Cantón de San Carlos. III. Energía para la producción de leche. *Nutrición Animal Tropical* 5(1): 31
- Staples, C.R., Emanuelle, S.M., Prine, G.M. 1997. Intake and nutritive value of Florigraze rizoma peanut silage for

- lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 80: 541-549.
- Thomas, R.J. 1994. Rhizobium requirements, nitrogen fixation and nutrient cycling in forage *Arachis*. In Kerridge P.C y Hardy, B. eds. Biology y Agronomy of Forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali. Publicación N° 245. Pp. 84-94.
- Tejos, R. 2002. Caracterización, manejo y perspectivas del maní forrajero (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) en el llano venezolano. Venezuela Bovina 17(54): 18-23.
- Torres, M. I. 1995. Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sola o asociada con *Arachis pintoi* después de 4 años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- Valls, J.F.M. y Simpson, C.E. 1995. Taxonomía, distribución natural y atributos de *Arachis*. In Kerridge, P.C. y Hardy, B., eds. Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Publicación N° 245. Pp. 1-20
- Van Heurck, B.L.M. 1990. Evaluación del pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 111 p.
- Villalobos, L., Rodríguez, R., Villarreal, M. 1999. Poblaciones de artrópodos en sistemas de pasturas asociadas y no asociadas con *Arachis pintoi* en San Carlos (Resumen). In XI Congreso Agronómico y de Recursos Naturales. Memoria. Volumen III. P. 55.
- Villarreal, M. 1996. Desarrollo de bovinos en pasturas de Estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) con y sin acceso controlado a un banco de proteína a base de la leguminosa *Arachis pintoi*. Informe final. Proyecto ITCR, Sede San Carlos. 30 p.
- Villarreal, M. y Vargas, W. 1996. Establecimiento de *Arachis pintoi* y producción de material para multiplicación. In Argel, P.J y Ramírez, P., eds. Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo N° 159. Pp. 79-99.
- Villarreal, M. y Zuñiga, L. 1996. Frecuencia de corte y productividad de accesiones de *Arachis pintoi*. In Argel, P.J y Ramírez, P., eds. Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical, Cali. Documento de Trabajo N° 159. Pp. 45-49.
- Villarreal, M., Cochran, R.C., Villalobos, L., Rojas-Bourrillon, A., Rodríguez, R., Wickersham, T.A. 2005. Dry matter yield and crude protein and rumen degradable protein concentrations of three *Arachis pintoi* ecotypes at different stages of regrowth in the humid tropics. Grass and Forage Science 60: 237-243.
- Wing Ching, J.R., Rojas-Bourrillon, A., Quan, A. 2005. Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de maní forrajero. I. Características nutritivas y de producción. Agronomía Costarricense 29 (1): 29-39.
- Wing Ching, J.R. y Rojas-Bourrillon, A. 2006. Composición nutricional y parámetros fermentativos del ensilaje de maní forrajero (CIAT 17434 Y CIAT 18744). Agronomía Costarricense 30(1): 87-100.
- Wohlt, J.E., Jasaitis, D.K., Evans, J.L. 1987. Use of acid and base titrations to evaluate the buffering capacity of ruminant feedstuffs *in vitro*. J. Dairy Sci. 70: 1465.