

# ASOCIO DE ARACHIS PINTOI CON GRAMINEAS: UNA OPCIÓN PARA EL USO SOSTENIBLE DE LA TIERRA EN SISTEMAS GANADEROS

Danilo A. Pezo<sup>1</sup> y Muhammad Ibrahim<sup>2</sup>

## ABSTRACT

**Arachis pintoï / grass mixtures: an alternative for sustainable land use in livestock systems.** *Arachis pintoï* is a tropical legume adapted to medium/low fertility acid soils, grows well at elevations between 0 to 1800 m.a.s.l, prefers rainfall ranging from 2000 to 3500 mm, distributed at least in 8 months. *A. pintoï* is shade tolerant, compatible with many grasses, and has several morphological and physiological mechanisms which allow it to persist, even under intense defoliation. Due to its high nutritional value and ability to fix atmospheric N<sub>2</sub>, *A. pintoï* not only contributes to improve diet quality in grass/legume mixtures, but also to increase growth rate and CP content of the associated grass. Moreover, in this type of pastures nutrient cycling efficiency is enhanced, and many physical, fertility and biological soil parameters associated to sustainability tend to be improved. Animal production parameters obtained for grass/*A. pintoï* mixtures are promising. Criollo x Jersey crossbred cows fed only Arachis/african stargrass pastures, managed with a stocking rate (SR) of 2.4 cows/ha produced 10.8 kg milk/day, whereas the corresponding milk yield for african stargrass (*Cynodon nlemfuensis*) pastures, fertilized with 100 kg N/ha/year was only 9.5 kg/day. Regarding to beef production, the highest yields (937 kg LWG/ha/year) were obtained in the humid tropics, when *A. pintoï*/*B. brizantha* pastures were managed with a SR of 6.0 steers/ha.

---

<sup>1</sup> Profesor TP de Forrajes, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

<sup>2</sup> Investigador en Sistemas Silvopastoriles, CATIE, Turrialba, Costa Rica

# INTRODUCCIÓN

En los últimos años, está tomando mayor relevancia económica y ecológica el papel de las leguminosas forrajeras tropicales en la intensificación de los sistemas ganaderos. El uso de niveles altos de nitrógeno fertilizante en pasturas es cada vez menos atractivo, tanto por que su costo se ha incrementado a una tasa mayor que los precios de la mayoría de productos pecuarios (Riesco y Ara, 1994); como por la preocupación creciente respecto a la contaminación de las fuentes de agua con nitratos, cuando se usan dosis elevadas de fertilizantes (Kirchgessner et al., 1993).

Las leguminosas son también una alternativa para rehabilitar las praderas degradadas que caracterizan a los sistemas eminentemente extractivos que se practican comúnmente en los trópicos; ya que en ellos, el déficit de nitrógeno es uno de los principales factores desencadenantes de la pérdida del potencial productivo de la pastura (Spain y Gualdrón, 1991). El uso de leguminosas con este propósito tiene relevancia ecológica, pues el incremento en el potencial productivo de las mismas no sólo redundaría en una mayor capacidad fijadora de CO<sub>2</sub> (Castilla, 1992), sino que ayuda a reducir las pérdidas del recurso suelo debidas a la erosión.

En la literatura (Mannetje, 1991; Thomas et al., 1992; Pezo, 1995) está bien documentado el potencial de las leguminosas tropicales como fijadoras de N<sub>2</sub> y mejoradoras de la producción animal basada en pasturas; sin embargo, es posible que la pobre persistencia de muchas leguminosas herbáceas cuando se encuentran en praderas manejadas bajo pastoreo, haya contribuido a que pocos ganaderos de América Tropical hayan adoptado esta tecnología.

Son muchos los factores que pueden haber influenciado la pobre persistencia de algunas leguminosas promocionadas previamente para el trópico bajo; entre ellos, Pezo (1994) cita los siguientes: a) utilización de variedades comerciales producidas en Australia, las cuales han presentado problemas de adaptación a las condiciones bióticas y abióticas prevalentes en América Tropical; b) escasez de información básica necesaria para el diseño de prácticas de manejo del pastoreo que favorezcan la persis-

tencia de las leguminosas, y c) falta de tradición en el uso de praderas asociadas, lo cual ha llevado a que estas se manejen como praderas de sólo gramíneas (C<sub>4</sub>), ignorando la presencia de un componente fotosintéticamente menos eficiente como es la leguminosa (C<sub>3</sub>), y que es defoliado selectivamente por los animales. Incluso, en algunos casos, se ha tendido a eliminar las leguminosas nativas, al confundirlas con malezas de hoja ancha.

En años recientes, el trabajo coordinado de diversas instituciones que participan de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT), ha permitido identificar germoplasma forrajero adaptado a las condiciones prevalentes en las principales áreas ganaderas del trópico bajo y medio de América Tropical (Miles y Lapointe, 1992). Entre las leguminosas evaluadas en América Central, México y el Caribe ha destacado el *Arachis pintoii* como una forrajera persistente bajo pastoreo (Ibrahim, 1994), por tanto con buen potencial para ser utilizada en asociación con gramíneas estoloníferas y en bancos de proteína, pero también como cultivo de cobertura en plantaciones de banano, macadamia, cítricos y café (Argel y Ramírez, 1996).

En el presente trabajo se recopilan las experiencias desarrolladas mayormente en Costa Rica, respecto al uso del *Arachis pintoii* como cultivo forrajero, con énfasis en su impacto sobre la producción animal y sobre aquellos atributos del suelo asociados con el potencial de sostenibilidad de los sistemas pecuarios.

## Adaptación

El género *Arachis*, al cual pertenece también el maní común (*Arachis hypogaea*), tiene su origen en Brasil, Bolivia, Paraguay, Argentina y Uruguay (Valls y Simpson, 1993); pero el *Arachis pintoii* es una especie identificada apenas en 1954, cuando el Prof. Geraldo Pinto la colectó por primera vez en el Estado de Minas Gerais, Brasil (Valls y Pizarro, 1994). La introducción del *Arachis pintoii* a Costa Rica data de 1980 (Argel, 1994), pero es en 1986 cuando se inician las primeras evaluaciones de esta especie en Tu-

rialba (Hurtado et al., 1988), como parte de las acciones de la RIEPT en Costa Rica, y luego en el resto de países de América Central, México y el Caribe.

Llama la atención la rapidez con que se ha difundido la especie para diferentes formas de uso (p.e. pasturas asociadas, bancos de proteína, cultivos de cobertura, ornamental). Esto puede haberse facilitado por su versatilidad de adaptación a diversas condiciones de suelo y clima, su tolerancia a la sombra moderada, su persistencia cuando es manejada bajo pastoreo (Ibrahim, 1994), así como su tolerancia a plagas y enfermedades (Argel, 1994).

El *Arachis pintoi* se adapta mejor a zonas entre los 0 y 1800 m.s.n.m., con una precipitación anual entre 2000 y 3500 mm y con una estación seca menor de 4 meses (Argel y Pizarro, 1992), pero también se ha comportado adecuadamente en zonas del trópico húmedo, con una pluviometría hasta de 4500 mm/año (Roig, 1990). En zonas con período seco mayor de 4 meses, el *Arachis pintoi* pierde sus hojas y estolones por desecamiento, pero en el siguiente período de lluvias se presentan rebrotes y nuevas plantas emergidas a partir del banco de semillas presente en el suelo (Argel, 1994). *Arachis pintoi* crece en suelos muy diversos, desde los Oxisoles y Ultisoles con 70-80% de saturación de aluminio (Pizarro y Rincón, 1994), hasta los Andosoles fértiles (Suárez-Vásquez et al., 1992); sin embargo, prefiere suelos de fertilidad media, como son la mayoría de Inceptisoles que abundan en América Central. El *Arachis* se comporta mejor en suelos arenosos, con más de 3% de MO, y que no tienen restricciones de humedad (Argel, 1994). Además, en los primeros se facilita la cosecha de semillas.

Las características de adaptación que quizás hacen más promisorio el *Arachis pintoi* para sistemas ganaderos son su compatibilidad con gramíneas de crecimiento postrado (Martínez, 1992; Fisher y Cruz, 1994; Hernández et al., 1995; Villarreal et al., 1996), incluso con algunas tan agresivas en presencia de niveles adecuados de nitrógeno como la estrella africana (Hurtado et al., 1988; González et al., 1996), pero sobretodo su persistencia cuando las asociaciones son manejadas bajo pastoreo.

Estudios efectuados en Costa Rica han permitido documentar los atributos que favorecen la persistencia del *Arachis pintoi* manejado bajo pastoreo. Entre estos se citan: a) hábito de crecimiento rastrero, que previene defoliaciones completas, incluso cuando se maneja con cargas tan altas como 6.0 novillos/ha (Hernández *et al.*, 1995); b) longevidad superior a la mostrada por la mayoría de leguminosas tropicales herbáceas (Ibrahim, 1994); c) producción profusa de flores a lo largo del año (Argel, 1994) y naturaleza geocárpica (subterránea) de sus semillas, que le permite formar bancos de semilla muy ricos en el suelo (Ibrahim, 1994), los mismos que contribuyen al reclutamiento continuo de nuevas plantas para reemplazar las plantas madres (Cuadro 1); y d) presencia de niveles elevados de estolones con capacidad de enraizamiento (Ibrahim, 1994), que favorecen su habilidad invasora por medios vegetativos.

### Cuadro 1.

**Cambios con el tiempo en el número de plantas/m<sup>2</sup> de *Arachis pintoi* y *Stylosanthes guianensis*, en asociaciones con *Brachiaria brizantha* o *B. humidicola*, manejadas con una carga de 3.0 UA/ha (Ibrahim, 1994)**

Meses <sup>1</sup>	A. pintoi +		S. guianensis +
	B. brizantha	B. humidicola	B. humidicola
0	40.8	69.6	—
6	96.4	135.7	1.2
12	149.6	395.4	1.1
18	179.3	279.0	0.9
24	205.3	102.3	0.7

<sup>1</sup> Meses después de iniciado el pastoreo.

## Fijación y Transferencia de Nitrógeno

La capacidad que poseen las leguminosas para fijar nitrógeno ( $N_2$ ) atmosférico, y el consecuente ahorro en fertilizantes nitrogenados, es uno de los atributos que hacen atractiva la incorporación de leguminosas en sistemas agropecuarios (Pezo, 1995). *Arachis pintoi* no es una excepción, ya que es capaz de establecer una relación simbiótica con los rizobios nativos, pero ha mostrado mejores resultados cuando se inocula con la cepa CIAT 3101 de *Bradyrhizobium* (Thomas, 1994). Además, para acelerar el desarrollo de las nuevas plantas y promover tempranamente la fijación de nitrógeno, es recomendable fertilizar durante la siembra con no más de 50 kg de N/ha, pero evitar cualquier aplicación posterior de nitrógeno fertilizante, pues este inhibe el desarrollo de nódulos (Valles *et al.*, 1996) y consecuentemente, la actividad fijadora de  $N^2$  atmosférico.

Los estimados de la cantidad de nitrógeno fijado por *Arachis pintoi* son muy variables, tanto por las diferencias en la precisión de los métodos utilizados, como por la influencia de factores ambientales y de manejo. Por ejemplo, en suelos ácidos e infértiles, Thomas (1994) encontró que *Arachis* asociado con *Brachiaria dictyoneura*, fijó entre 4.6 y 43.0 kg de  $N_2$ /ha/año, cuando la leguminosa representó el 4 y 17% de la biomasa disponible, respectivamente. En contraste, en suelos volcánicos de alta fertilidad, Suárez-Vásquez *et al.* (1992) estimaron que la fijación de nitrógeno del *Arachis* fue al menos de 138 kg de  $N_2$ /ha/año, cuando estuvo asociado con *Brachiaria decumbens*. Por otro lado, Valles *et al.* (1996) en un monocultivo de *Arachis pintoi* CIAT 17434, encontraron que la leguminosa comenzó a fijar  $N_2$  casi 4 meses después de la siembra, y que 5 meses después se había fijado el equivalente a 115.7 kg de  $N_2$ /ha.

En Costa Rica no se han hecho mediciones directas de la cantidad de  $N_2$  fijado por *Arachis pintoi*, pero los resultados obtenidos por González *et al.* (1996) para la disponibilidad de fitomasa de pasto estrella, cuando estuvo asociado con esta leguminosa, permiten estimar que la cantidad de nitrógeno transferido fue superior a los 100 kg N/ha/año. Una ventaja adicional de la incorporación del *A. pintoi* en las praderas de estrella africana fue su efecto en el control de las malezas y el pasto natural (Cuadro 2), atri-

buable no sólo a la competencia ejercida por la leguminosa, sino también al mayor vigor y habilidad competitiva del pasto estrella contra las plantas invasoras (Hurtado *et al*, 1988), resultante de los aportes de N<sub>2</sub> atmosférico que le hizo la leguminosa.

## Cuadro 2.

### Disponibilidad (ton MS/ha) de fitomasa total y de sus componentes en praderas de estrella africana fertilizadas con nitrógeno o asociadas con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium* (González et al, 1996)

Atributo	Estrella + 100 kg N/ha/año	Estrella + A. pintoi	Estrella + D. ovalifolium
<i>Fitomasa en Oferta, ton MS/ha</i>	3.50 b <sup>1</sup>	3.96 a	3.96 a
♦ Por Componentes:			
• Materia Verde	2.77 b	3.36 a	3.35 a
• Materia Senescente	0.72 a	0.59 b	0.61 b
♦ Por Especies			
• Pasto Estrella	1.26 b	1.50 a	1.47 a
• Leguminosa	—	1.49 a	1.41 a
• Pasto Natural	2.00 a	0.91 b	1.03 b
• Malezas	0.24 a	0.06 b	0.05 b

<sup>1</sup> Valores con diferente letra dentro de una misma hilera, difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según la Prueba de Duncan.

## Otros Efectos sobre el Suelo

Las asociaciones gramínea/leguminosa basadas en el uso de genotipos adaptados y persistentes, cuando son bien manejadas, presentan altos niveles de fitomasa aérea y un sistema radicular muy profuso (Rao *et al.*, 1992). Esto contribuye a minimizar las pérdidas de nutrientes por erosión y lixiviación, pero a la vez ayuda a mejorar la estructura del suelo y la actividad biológica del mismo. Por otro lado, la presencia de leguminosas palatables, fijadoras de  $N_2$  atmosférico, ricas en nutrientes minerales y con una materia orgánica de fácil descomposición, resulta en un reciclaje de nutrientes más eficiente (Ayarza *et al.*, 1994), y por ende en mejoras del nivel de fertilidad del suelo. El *Arachis pintoi* es una leguminosa que ha demostrado poseer los atributos antes citados (Rao *et al.*, 1992; Ibrahim, 1994; Thomas, 1994), los mismos que son elementos fundamentales para la sostenibilidad de cualquier sistema ganadero basado en el uso de pasturas (Pezo, 1996).

Estudios efectuados en Andosoles del trópico húmedo de Costa Rica (Torres, 1995) demostraron que la introducción de *A. pintoi* en praderas de gramíneas, en el mediano plazo (4 años) resultó en efectos benéficos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Cuadro 3). Así, la conductividad hidráulica tendió a ser mayor en los suelos donde el *A. pintoi* estuvo asociado con *Brachiaria brizantha*, comparado a las praderas de gramínea sola (5.4 y 3.2 ml/h, respectivamente).

Además, la presencia del *Arachis pintoi* tendió a favorecer un mayor contenido de MO en el suelo, en especial de aquella fácilmente degradable (Cuadro 3). Esto acarreó una ligera acidificación del suelo, pero los niveles de pH alcanzados no fueron problema para las gramíneas acompañantes, ya que se trataba de genotipos adaptados a suelos ácidos. Por otro lado, la mejor calidad del material senescente de *A. pintoi*, comparado con el de gramíneas (Rao *et al.*, 1992), y la mayor riqueza de nitrógeno en las excretas de los animales que consumieron *A. pintoi* (Ayarza *et al.*, 1994), promovió una mayor tasa de mineralización de la materia orgánica (Cuadro 3).

### Cuadro 3.

**Características físicas, de fertilidad y biológicas en suelos bajo praderas de *B. brizantha* sola y asociada con *A. pintoi*, que fueron manejadas bajo pastoreo por cuatro años (Torres, 1995)**

<b>Características</b>	<b>B. brizantha</b>	<b>B. brizantha + A. pintoi</b>	<b>Signi- ficancia (p &lt; F)</b>
<i>Físicas</i>			
• Densidad aparente, g/cm <sup>3</sup>	0.82	0.78	n.s.
• Conductividad hidráulica, ml/h	3.20	5.37	n.s.
<i>Fertilidad</i>			
• pH	5.51	5.41	0.061
• Materia orgánica total (MOT),%	9.60	10.45	n.s.
• MO fácil degradación, % de MOT	47.1	54.8	0.059
• Nitrógeno, %	0.56	0.62	n.s.
• Fósforo, mg/l	2.19	1.83	n.s.
<i>Biológicos</i>			
• Tasa de mineralización, mg N/kg	0.11	0.62	0.020
• Nitrógeno microbiano, mg/kg	41.0	46.7	n.s.
• Densidad de lombrices, n <sup>o</sup> /m <sup>2</sup>	194.6	370.9	0.027
• Biomasa de lombrices, g/m <sup>2</sup>	61.6	115.0	0.05

La mayor cobertura del suelo en las pasturas asociadas *B. brizantha*/*A. pinto* contribuyó a crear condiciones microclimáticas (humedad, temperatura) más favorables para la actividad biológica en el suelo. Esto acompañado de la mayor cantidad y mejor calidad de material senescente depositado en las praderas que contenían el *A. pinto*, resultaron en una mayor población y biomasa de las lombrices responsables del proceso de humificación de los residuos orgánicos (Cuadro 3). Esto redundó no sólo en una mayor eficiencia del proceso de reciclaje de nutrimentos en la pradera asociada, si no que también contribuye al mejoramiento de las características estructurales del suelo.

## Valor Nutritivo

La incorporación de *Arachis pinto* en praderas de gramíneas ha resultado consistentemente en mejoras del contenido de proteína cruda y de energía digestible en la dieta de animales en pastoreo (Ibrahim, 1994; Hernández et al., 1995; González et al., 1996). Este efecto es más evidente en la medida en que se incrementa la contribución del *A. pinto* a la biomasa forrajera disponible y cuando se restringe la selectividad animal, como consecuencia del uso de cargas altas o de una disminución en la oferta de forraje, conforme se prolonga el período de ocupación (Cuadro 4). En contraste, bajo las mismas condiciones de manejo, no se ha manifestado este tipo de efectos cuando se ha trabajado con *Desmodium ovalifolium*, una leguminosa que a diferencia del *Arachis pinto* muestra niveles altos de taninos, baja digestibilidad (Valerio, 1990; Lascano, 1994) y un menor contenido de proteína cruda (González, 1992).

La información disponible sobre el valor nutritivo del *Arachis pinto* y del *Desmodium ovalifolium* (Cuadro 5) contribuye a entender estos efectos. Así por ejemplo, análisis efectuados en muestras de *Arachis* colectadas en diversos ensayos efectuados en Costa Rica (Hurtado et al., 1988; Martínez, 1992; Quan et al., 1996b; Villarreal et al., 1996), han mostrado que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del *Arachis pinto* (62.0 a 68.2%) supera ampliamente al valor promedio (55%) detectado en leguminosas tropicales (Minson, 1990), y más aún el de *D. ovalifolium* (Roig, 1989; Va-

**Cuadro 4.**

**Efecto del *Arachis pinto* (Ap) y el largo del período de ocupación sobre la calidad de dieta en praderas de *Brachiaria brizantha* (Bb) manejadas con cargas de 3.0 y 6.0 animales/ha (Hernández et al, 1995)**

	Carga Baja		Carga Alta	
	Bb	Bb + Ap	Bb	Bb + Ap
<i>Ocupación, días</i>	<b>Proteína Cruda, %</b>			
1	9.6 a1	10.4 a	9.5 a	17.8 a
4	8.7 a	9.4 b	8.0 b	16.7 b
7	8.1 b	8.5 c	7.0 c	15.2 c
Promedio	8.8	9.4	8.1	16.6
<i>Ocupación, días</i>	<b>DIVMS, %</b>			
1	66.2 a	66.0 a	62.9 a	64.1 a
4	63.9 b	64.6 a	58.2 b	63.1 a
7	60.5 c	61.8 b	54.1 c	60.9 b
Promedio	63.5	64.1	58.4	62.7

Los valores con diferente letra dentro de una misma columna y correspondientes a un mismo parámetro, difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) según la Prueba de Duncan.

## Cuadro 5.

### Caracterización nutricional del *Arachis pintoi* CIAT 17434 comparado con el *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 (González, 1992)

Atributo	<i>Arachis pintoi</i>	<i>Desmodium ovalifolium</i>
Proteína cruda, %	14.7	11.6
Constituyentes de pared celular (FDN), %	43.6	56.4
Lignocelulosa (FDA), %	37.0	46.2
Nitrógeno ligado a FDN, % N total	31.7	29.2
Nitrógeno ligado a FDA, % N total	11.4	15.9
Taninos condensados <sup>1</sup> , %	3.2	26.0
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca, %	64.0	40.3
Degradabilidad inicial en rumen, %	26.4	20.5
Degradabilidad potencial en rumen, %	78.6	66.8
Tasa de degradación % h-1	0.12	0.04

1 Adaptado de Valerio (1990). Taninos condensados determinados por método vanilina HCl y catequina como estándar.

lerio, 1990). Por otro lado, el contenido de proteína cruda (14.7 a 22.1%) está dentro del rango establecido por Minson (1990) para las leguminosas tropicales, y es mucho más alto que el encontrado comúnmente en gramíneas.

Casi una tercera parte (31.7%) del nitrógeno contenido en *A. pintoi* se encuentra ligado a los constituyentes de pared celular (Cuadro 5), pero esto no constituye una limitante para su aprovechamiento a nivel ruminal, pues apenas el 11.3% está asociado con la fibra detergente ácido (González, 1992). Es más, como la mayor parte de la fracción nitrogenada contenida en su follaje es soluble o se degrada rápidamente (Lascano, 1994), entonces ocurre un incremento importante en la concentración de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal, cuando el *A. pintoi* está presente en la dieta (Quan *et al.*, 1996a). Esto puede incidir favorablemente sobre la digestibilidad, la tasa de pasaje y el consumo de forraje; sin embargo, es más probable que se manifieste este efecto, cuando el contenido de proteína cruda en el forraje base es menor del 8.0%, y ocurre una limitación de nitrógeno fermentable para la actividad ruminal (Chenost y Kayouli, 1997).

Otro factor que puede favorecer la mejora del nivel proteico de la dieta en praderas asociadas con *A. pintoi*, es el efecto que éste ejerce sobre el contenido de proteína cruda de la gramínea acompañante, el cual se ha atribuido a la transferencia de nitrógeno fijado por la leguminosa. Hurtado *et al.* (1988) detectaron que el contenido de proteína cruda en pasto estrella (*Cynodon nlmefuensis*) fue mayor cuando estuvo asociada con *A. pintoi* (11.9 y 10.9% PC, para asocio y monocultivo, respectivamente).

La incorporación del *A. pintoi* también puede ejercer un efecto aditivo sobre el consumo de pasto. González *et al.* (1996) detectaron un mayor consumo cuando el *A. pintoi* estuvo presente en las praderas de estrella africana; en cambio, ese efecto no ocurrió en presencia del *Desmodium ovalifolium*. Los consumos observados fueron: 2.67, 3.42 y 2.78 kg MS/100 kg PV, para estrella sola o en asocio con *A. pintoi* y *D. ovalifolium*, respectivamente.

Entre los factores que explican el efecto del *A. pintoi* sobre el consumo de biomasa total se citan: su alta palatabilidad (Martínez, 1992), en especial si se compara con el *Desmodium ovalifolium* (González, 1992, Lascano, 1994), y la rapidez con que los microorganismos ruminales la degradan. La tasa de degradación ruminal del *A. pintoi* supera a la observada para gramíneas tropicales, incluso aquellas utilizadas en estadio vegetativo (Pezo y Vohnout, 1977; González, 1992). Adicionalmente, el efecto bené-

fico del *Arachis* sobre el consumo de pastos puede estar influenciado por su menor contenido de fracciones fibrosas, y por el hecho que éstas sean más digeribles que las encontradas en las gramíneas tropicales. Así, los contenidos de constituyentes de pared celular (43.6 a 48.9 % de FDN) y de lignocelulosa (29.0 a 43.6% de FDA) detectados en *Arachis pintoi* son inferiores a los citados por Van Soest (1982) para las gramíneas tropicales (60-80% y 40-50% de FDN y FDA, respectivamente).

## Manejo del Pastoreo

El hábito de crecimiento postrado y estolonífero, la tolerancia media a la sombra, la producción de semillas enterradas y la capacidad para generar nuevas plántulas vigorosas a partir de semillas, son algunos de los atributos que hacen del *Arachis pintoi* una especie que por su potencial de persistencia se aproxima al ideotipo de leguminosa a ser incorporada en praderas asociadas que van a ser manejadas bajo pastoreo (Fisher y Cruz, 1994). Sin embargo, para obtener los mayores beneficios del *A. pintoi* debe hacerse una selección cautelosa de la gramínea a asociar, así como diseñar sistemas de manejo del pastoreo que permitan regular la competencia con las gramíneas, para lograr un balance adecuado en la asociación.

*A. pintoi* se asocia bien con gramíneas de hábito semi-erecto, como la *Brachiaria brizantha* var. Diamantes 1<sup>3</sup> (Ibrahim, 1994) y con gramíneas estoloníferas, como el pasto estrella africana (González *et al.*, 1996), pero puede ser muy competitiva con gramíneas de hábito postrado, como son *B. humidicola*, *B. ruziziensis*, *B. dictyoneura* (Grof, 1985; Ibrahim, 1994; Villarreal *et al.*, 1996) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Con estas últimas se dificulta la introducción del *A. pintoi* en praderas ya establecidas, así como la regulación del balance en la asociación gramínea/leguminosa.

En praderas asociadas utilizadas bajo pastoreo, el balance gramínea/leguminosa es fuertemente dependiente del manejo de la defoliación, por lo que es deseable hacer ajustes en función de los cambios en composición

---

<sup>3</sup> Denominación en Costa Rica para la accesión CIAT 6780, conocida como var. Marandú en Brasil.

botánica (Spain y Pereira, 1985). En asociaciones con *A. pintoi*, el aporte de la leguminosa a la biomasa en oferta y a la dieta del animal, tiende a incrementarse cuando se utilizan altas intensidades de defoliación (Hernández *et al.*, 1995); más aún si éstas se acompañan con intervalos de descanso muy cortos, que puedan afectar la capacidad de rebrote y la persistencia de las gramíneas acompañantes (Ibrahim, 1994). El espacio dejado por las gramíneas, puede ser ocupado por la leguminosa, pero también por malezas invasoras (Cuadro 6).

### Cuadro 6.

**Producción de biomasa (ton MS/ha/año) total y por componentes en praderas asociadas de *A. pintoi* con *B. brizantha* y *B. humidicola*, en función de la carga animal (Ibrahim, 1994)**

Componente	A. pintoi + B. brizantha	A. pintoi + B. humidicola
<b>1.75 UA/ha</b>		
• Gramínea	25.7	16.2
• A. pintoi	2.7	5.6
• Invasoras	0.9	4.6
• Total	29.3	26.4
<b>3.0 UA/ha</b>		
• Gramínea	15.6	6.0
• A. pintoi	4.9	6.8
• Invasoras	1.2	5.0
• Total	21.7	17.8

En términos generales, el intervalo entre pastoreos a ser aplicado a las asociaciones que incluyen *Arachis pintoi* estará determinado en principio por la gramínea acompañante; sin embargo, en las asociaciones los pastoreos deberán ser ligeramente menos frecuentes que lo recomendado para las praderas de gramíneas fertilizadas con nitrógeno. Esto va a favorecer una mejor recuperación de la gramínea defoliada y una mayor producción de biomasa; además, la pérdida de calidad de la gramínea debida al uso ligeramente más tardío, puede ser contrarrestada por la presencia del *A. pintoi* en la dieta.

## **Producción Animal en Praderas Asociadas con *Arachis pintoi***

Por ser *Arachis pintoi* una especie de incorporación reciente en los esquemas de evaluación de la RIEPT, no es mucha la información disponible respecto a la respuesta de animales que pastorean praderas que contienen esta leguminosa. En este particular, la mayor proporción de la información generada experimentalmente proviene de Costa Rica, Colombia y Panamá, y ha sido desarrollada con la accesión CIAT 17434<sup>4</sup>.

### *Producción de leche*

La incorporación de *Arachis pintoi* en praderas de estrella africana, ha resultado en una mayor producción y productividad de leche que la obtenida en el monocultivo de estrella, incluso cuando esta fue fertilizada con el equivalente a 100 kg de N/ha/año (Cuadro 7). Sin embargo, esto ha ocurrido cuando la leguminosa representó de un 15 a 40% de la biomasa disponible. En contraste, la presencia de una leguminosa menos palatable como es el *Desmodium ovalifolium* (Lascano, 1994), no contribuyó a mejorar la producción de leche; es más, el contenido de sólidos totales tendió a ser menor en la asociación con *D. ovalifolium* (González et al., 1996).

---

<sup>4</sup> Liberada en Costa Rica bajo la denominación de "Maní Mejorador"

## Cuadro 7.

**Producción y composición de la leche y contenido de urea en sueros sanguíneo y de leche, en vacas que pastorearon praderas de pasto estrella en monocultivo y en asocio con *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 (González et al., 1996).**

Atributo	Estrella en Monocultivo <sup>1</sup>	Estrella + A. pintoi	Estrella + D. ovalifolium
<b>1990</b>			
<b><i>Producción de leche</i></b>			
• kg/vaca/día	7.7 b <sup>2</sup>	8.8 a	7.6 b
• kg/ha/día	22.33	25.5	22.0
<b><i>Componentes de la leche, %</i></b>			
• Grasa	3.8 a	3.9 a	3.7 a
• Proteína	3.1 a	3.3 a	3.1 a
• Sólidos Totales	13.1 a,b	13.6 a	12.8 b
Urea en suero sanguíneo, mg/dl	4.9 b	6.6 a	4.5 b
<b>1991/1992</b>			
<b><i>Producción de leche</i></b>			
• kg/vaca/día	9.5 b	10.8 a	9.4 b
• kg/ha/día	22.83	25.9	22.6
<b><i>Componentes de la leche, %</i></b>			
• Grasa	3.9 a	3.9 a	3.9 a
• Proteína	3.6 a	3.4 a	3.3 a
• Sólidos Totales	13.0 a	13.0 a	12.8 a
Urea en suero de leche, mg/dl	16.3 b	35.0 a	30.3 a

<sup>1</sup> En el período 1991/1992 recibió el equivalente a 100 kg de N/ha/año

<sup>2</sup> Medias con la misma letra dentro de una misma hilera no difieren entre sí, según la prueba de Duncan ( $P < 0.05$ ).

<sup>3</sup> Con cargas de 2.9 y 2.4 UA/ha, en 1990 y 1991/1992, respectivamente

Los niveles de producción de leche alcanzados en el asocio de pasto estrella con *A. pintoi* pueden considerarse relativamente modestos (8.8 y 10.8 kg/vaca/día, con cargas de 2.9 y 2.4 UA/ha, respectivamente), cuando se compara con los valores obtenidos en hatos lecheros especializados en Costa Rica (Vargas y Solano, 1995; González y Boschini, 1996), pero debe señalarse que los mismos se obtuvieron con vacas cruzadas Criollo x Jersey, alimentadas exclusivamente en pastoreo.

Si las vacas que pastorean en praderas asociadas con *A. pintoi* reciben niveles moderados de un suplemento energético, se aprovecharía el excedente de nitrógeno amoniacal liberado en el rumen (Quan et al., 1996a), y se podrían lograr niveles más altos de producción de leche. De hecho, las mayores concentraciones de urea detectadas por González et al. (1996) en los sueros sanguíneo (6.6 mg/dl) y de leche (35.0 mg/dl) fueron obtenidas para las vacas que pastorearon la asociación estrella/*A. pintoi* (Cuadro 7); en cambio, los valores correspondientes para las praderas de sólo estrella fueron de 4.9 y 16.3 mg/dl.

En cuanto al impacto potencial de este tipo de pasturas sobre la producción de leche a nivel de finca, evaluaciones efectuadas en el trópico húmedo de Costa Rica (Pezo et al., 1992) mostraron que la presencia de praderas asociadas de *B. brizantha*/*A. pintoi* en sistemas de doble propósito y de lechería especializada, resultó en mejoras en la producción de leche por vaca que variaron entre el 4.0 y el 26.7%, comparado con las pasturas tradicionales de gramíneas (Cuadro 8). Las menores ventajas correspondieron a aquellas fincas donde el sistema de pasturas en uso ("tradicional") era de gramíneas fertilizadas o cuando fue más baja la presencia de la leguminosa en la biomasa forrajera disponible.

### **Ganancia de peso**

Los estudios efectuados en los Llanos Orientales de Colombia, en los que se midió la producción de carne en asociaciones de *Arachis pintoi* con gramíneas del género *Brachiaria*, creciendo en suelos ácidos y de baja fertilidad, con 2500 mm de precipitación anual distribuidos en 8-9 meses, mostraron ganancias de peso por animal que variaron entre 160 y 189 kg/año, mientras que la productividad fue de 246 a 432 kg/ha/año (Rincón et

## Cuadro 8.

### Producción de leche (kg/vaca/día) en pasturas de gramíneas y en asociaciones con *Arachis pintoi*, manejadas por pequeños productores del Trópico Húmedo de Costa Rica (Pezo et al., 1992)

Finca Nº	Sistema <sup>1</sup>	Genotipo Animal	Carga vacas/ha	Tipo de Pastura	
				Tradicional <sup>2</sup>	Mejorada <sup>3</sup>
1	LE	Europeo	1.9	10.1	10.5
2	LE	Europeo	1.6	9.9	10.3
3	LE	Cruzado	2.3	7.3	7.7
4	DP	Cruzado	2.8	5.5	6.3
5	DP	Cruzado	1.4	7.0	8.0
6	DP	Cruzado	1.3	3.0	3.8

1 LE = Lechería Especializada y DP = Doble Propósito

2 Pasturas con dominancia de pasto ratana (*Ischaemum indicum*), excepto en las fincas 1 y 2 donde las praderas eran de *Brachiaria ruziziensis* fertilizada con nitrógeno.

3 Mayormente asociaciones *Brachiaria brizantha*/*Arachis pintoi*

al., 1992). En contraste, en el Piedemonte Llanero (Pérez y Lascano, 1992), con 2-3 meses de sequía y una precipitación de 2900 mm/año, las ganancias de peso por animal fueron ligeramente superiores (176-203 kg/año), pero la productividad fue un 70% superior (528-609 kg/ha/año), lo cual se explica por la mayor capacidad de carga lograda en este ecosistema.

Aún mayores ventajas en carga animal y productividad de carne (534-937 kg/ha/año) se obtuvieron trabajando con la asociación *Arachis pintoi*-*Brachiaria brizantha* (Cuadro 9), en suelos de fertilidad mediana del Trópico Húmedo de Costa Rica (Hernández et al., 1995). El mayor efecto benéfico de la incorporación de *A. pintoi* sobre la productividad de carne

en este tipo de praderas se dio con la carga de 6.0 novillos/ha, en la cual la leguminosa hizo una mayor contribución a la fitomasa presente (34%) y a la dieta seleccionada por los animales (44%); mientras que los valores correspondientes para la carga de 3.0 novillos/ha fueron de apenas 6 y 8%, respectivamente.

### Cuadro 9.

#### Ganancia de peso (kg/año) por animal y por hectárea en praderas de *Brachiaria brizantha* sola y en asocio con *Arachis pintoi*, manejadas con dos cargas animales en el Trópico Húmedo de Costa Rica (Hernández et al., 1995)

Pastura	Ganancia por animal		Ganancia por hectárea	
	3.0 an/ha	6 an/ha	3.0 an/ha	6 an/ha
B. brizantha	159a <sup>1</sup>	119a	478a	716a
B. brizantha + A. pintoi	178a	154b	534a	937b
DMS (P = 0.05)	N.S.	27.4	N.S.	145

1 Medias con diferente letra dentro de una misma columna difieren entre sí, según la prueba de Diferencia Mínima Significativa ( $P < 0.05$ ).

Por otro lado, Pinzón et al. (1996), trabajando con asociaciones de *A. pintoi* con *Brachiaria dictyoneura*, *B. decumbens* y *B. humidicola* en Oxisoles del Bosque Muy Húmedo Premontano, en una zona de Panamá con 4000 mm de precipitación anual, obtuvieron ganancias de peso por animal que variaron entre 210 y 215 kg/año. En contraste, cuando las mismas gramíneas recibieron una fertilización equivalente a 80 kg de N/ha/año, las ganancias de peso fueron ligeramente inferiores (197 a 210 kg/animal/año); pero menores aún en ausencia de fertilización (164 a 179 kg/animal/año). Como los datos reportados por Pinzón et al. (1996) corresponden a sólo un año de evaluación, es probable que en años posteriores se reduzca marcadamente la productividad obtenida para las pasturas de gramíneas no fertilizadas; ya que estas deberán degradarse como resultado de la no reposición de los nutrimentos extraídos (Pezo, 1996).

## CONCLUSIONES

La incorporación de *Arachis pintoi* en praderas de gramíneas es una alternativa viable para zonas con una altitud inferior a los 1800 m.s.n.m., y con un régimen de precipitación que tenga menos de 4 meses secos. Bajo estas condiciones, con base en sólo pastoreo de praderas bien manejadas, en las cuales el *Arachis pintoi* representa del 15 al 40% de la biomasa disponible, es posible obtener niveles de productividad lechera (9460 kg de leche/ha/año) superiores a los logrados con la aplicación de 100 kg de N/ha/año. Lo mismo aplica para los sistemas de producción de carne, en los que se han obtenido hasta 937 kg GPV/ha/año. Además, en estos sistemas no sólo se mejora la producción y productividad animal, sino que hay cambios favorables en aquellos atributos del suelo asociados con el potencial de sostenibilidad del sistema.

## RESUMEN

El *Arachis pintoi* es una leguminosa tropical que se adapta bien a suelos ácidos y de fertilidad media a baja, en áreas con altitud inferior a los 1800 m.s.n.m., y muestra preferencia por zonas con una precipitación anual entre los 2000 y 3500 mm, distribuidos al menos en 8 meses.

El *A. pintoi* es una leguminosa tolerante a la sombra, compatible con muchas gramíneas, y que posee mecanismos morfológicos y fisiológicos que le permiten persistir bajo pastoreo, incluso cuando se aplican altas intensidades de defoliación. Su incorporación en praderas de gramíneas ha permitido mejorar la calidad de la dieta, por ser una especie palatable y con un valor nutritivo superior al promedio de las leguminosas tropicales. Además, su capacidad para fijar N<sub>2</sub> atmosférico y transferirlo a las gramíneas acompañantes, ha resultado en mayor crecimiento y en un ligero incremento en el contenido de PC de la gramínea. La introducción de *A. pintoi* en praderas de gramíneas ha contribuido también a una mayor eficiencia en el reciclaje de nutrientes en el suelo, así como a mejorar los parámetros físicos y biológicos asociados con la sostenibilidad del uso del recurso suelo.

Los resultados obtenidos en producción animal son también promisorios. Así, en ausencia de concentrados, trabajando con animales cruzados Criollo x Jersey, y utilizando una carga de 2.4 UA/ha, se han producido 10.8 kg de leche/vaca/día en praderas de estrella africana asociada con *A. pintoi*, mientras que la producción con estrella fertilizada con 100 kg de N/ha/año fue de apenas 9.5 kg/día. En producción de carne, los niveles más altos de productividad (937 kg/ha/año) se han obtenido en el trópico húmedo, trabajando con la asociación *A. pintoi*/*B. brizantha*, manejada con una carga de 6.0 novillos/ha.

---

## BIBLIOGRAFIA

- Argel, P.A. 1994. Regional experiences with forage *Arachis* in Central America and Mexico. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 134-143.
- Argel, P.A. y E.A. Pizarro. 1992. Germplasm case study: *Arachis pintoi*. In: *Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contributions*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 57-73.
- Argel, P.A. y A. Ramírez. 1996. Experiencias Regionales con *Arachis pintoi* y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. 206 p.
- Ayarza, M.A.; I.M. Rao. y R. Thomas. 1994. Reciclaje de nutrientes en pastizales tropicales de suelos ácidos. In: E.J. Homan (ed.). *Memorias del Taller "Ganadería y Recursos Naturales en América Central: Estrategias para la Sostenibilidad"*. San José, Costa Rica. 7-12 octubre, 1991. CA-TIE, Turrialba, Costa Rica. pp.163-174.
- Castilla, C.E. 1992. Carbon dynamics in managed tropical pastures: The effect of stocking rate on soil properties and on above- and below-ground carbon inputs. PhD Thesis, North Carolina State University, Raleigh, U.S.A. 175 p.

- Chenost, M. y C. Kayouli. 1997. Roughage utilization in warm climates. FAO Animal Production and Health Paper N° 135. FAO, Rome, Italy. 226 p.
- Fisher, M.J. y P. Cruz. 1994. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). Biology and Agronomy of Forage *Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 53-70.
- Grof, B. 1985. *Arachis pintoi*, una leguminosa promisoriosa para los Llanos Orientales de Colombia. **Pasturas Tropicales** 7(1): 4-5.
- González, M.S. 1992. Selectividad y producción de leche en pasturas de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 142 p.
- González, M.S.; L.M. Van Heurck; F. Romero; D.A. Pezo y P. Argel. 1996. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) sola y asociada con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. **Pasturas Tropicales** 18(1) 2-12.
- González, N. y C. Boschini. 1996. Comportamiento de la producción de leche en hatos Holstein y Jersey del Valle Central de Costa Rica. **Nutrición Animal Tropical** 3:43-60.
- Hernández, M.; P.A. Argel; M.A. Ibrahim, y L. 't Mannetje. 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.; D.A. Pezo; C. Chaves y F. Romero. 1988. Caracterización de una pradera degradada de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) bajo el efecto del pastoreo y la introducción de leguminosas en el trópico húmedo. In: E.A. Pizarro (ed.). Memorias I Reunión RIEPT/CAC. Veracruz, México. Noviembre 17-19, 1988. CIAT, Cali, Colombia. 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.

- Kirchgessner, M.; F.X. Roth y W. Windisch. 1993. Minimizing environmental nitrogen and methane emissions by animal nutrition. *Ciencia e Investigación Agraria* (Chile) 20: 480-504.
- Lascano, C.E. 1994. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 109-121.
- Mannetje, L. t. 1991. Productividad y persistencia de las leguminosas y su adopción en pasturas tropicales. In: *Contribución de las Pasturas Mejoradas a la Producción Animal en el Trópico*. CIAT, Documento de Trabajo N° 80. CIAT, Cali, Colombia. pp. 25-38.
- Martínez, A. 1992. Disponibilidad, composición botánica, selectividad y calidad nutritiva en seis asociaciones gramínea-leguminosa manejadas bajo dos cargas animales en el Trópico Húmedo de Costa Rica. Tesis *Mag. Sc.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. 146 p.
- Miles, J.W. y S.L. Lapointe. 1992. Regional germplasm evaluation: A portfolio of germplasm options for the major ecosystems of Tropical America. In: *Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contributions*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 9-28.
- Minson, D.J. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, San Diego, U.S.A. 483 p.
- Pérez, R. y C.E. Lascano. 1992. Potencial de producción animal en asociaciones de gramíneas y leguminosas promisorias en el piedemonte de la Orinoquia colombiana. In: E.A. Pizarro (ed.). *Memorias I Reunión RIEPT/Sabanas*. Brasilia (Brasil), 23-26 noviembre de 1992. Documento de Trabajo N° 117. CIAT, Cali, Colombia. pp. 585-593.
- Pezo, D. 1994. Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas: Algunas experiencias en el trópico húmedo. In: T. Clavero (ed.), *Memorias IV Curso Producción e Investigación en Pastos*, Sociedad Venezolana de Pastizales y Forrajes. Maracaibo, Venezuela, 29-30 abril, 1994. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp. 113-140.
- Pezo, D. 1995. Avances sobre el uso de leguminosas forrajeras en la producción de leche y carne en el trópico húmedo de América Central. In: N. Madrid-Bury y E. Soto Belloso (eds.). *Manejo de la Ganadería de Doble*

Propósito. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp. 241-261.

- Pezo, D. 1996. Potencial de sostenibilidad en sistemas de producción animal basados en la utilización de recursos alimenticios locales. In: 1er. Ciclo de Conferencias sobre "Utilización de Recursos Alimenticios Alternativos para Rumiantes en el Trópico". Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela. Julio 15-23, 1996. pp. 119-146.
- Pezo, D.; F. Romero y M. IBRAHIM, 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. In: S. Fernández Baca (ed.). Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. pp. 47-98.
- Pezo, D. y K. Vohnout. 1977. Tasas de digestión *in vitro* en seis gramíneas tropicales. **Turrialba** 27: 47-53.
- Pinzón, B.; M. Avila y R. Montenegro. 1996. Resultados preliminares de la introducción de *Arachis pintoi* en pasturas de pangola y *Brachiaria* en Panamá. In: P. Argel y A. Ramírez (eds.). Experiencias Regionales con *Arachis pintoi* y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. pp. 123-128.
- Pizarro, E.A. y A. Rincón. 1994. Regional experiences with forage *Arachis* in South America. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). Biology and Agronomy of Forage *Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 144-157.
- Rao, I.M., M.A. Ayarza, R.J. Thomas, M.J. Fisher, J.I. Sanz, J.M. Spain, y C.E. Lascano. 1992. Soil-plant factors and processes affecting productivity of ley farming. In: Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contribution. CIAT, Cali, Colombia. pp. 145-176.
- Rincón, C.A.; P.A.. Cuesta M.; B.R. Pérez; C.E. Lascano y J. Ferguson. 1992. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Kaprovickas & Gregory): Una alternativa para ganaderos y agricultores. Boletín Técnico ICA N° 219. Instituto Colombiano Agropecuario y Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Cali, Colombia. 23 p.

- Quan, A.; L. Amador; A. Rojas y L. Villalobos. 1996a. Efecto del acceso de bovinos a bancos de *Arachis pintoi* en la degradabilidad de forrajes en el rumen. In: P. Argel y A. Ramírez (eds.). Experiencias Regionales con *Arachis pintoi* y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. pp. 26-34.
- Quan, A.; A. Rojas y L. Villalobos. 1996b. *Arachis pintoi* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. In: P. Argel y A. Ramírez (eds.). Experiencias Regionales con *Arachis pintoi* y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. pp. 17-25.
- Riesco, A.; y M. Ara. 1994. Perspectivas de la integración de sistemas agrosilvopastoriles. In: J.M. Toledo (ed.). Biodiversidad y Desarrollo Sostenible de la Amazonía en una Economía de Mercado. Memoria Seminario-Taller, Pucallpa, Perú, octubre 1994. IVITA, Lima, Perú. pp. 83-104.
- Roig, C.A. 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica (Guápiles, Costa Rica). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 179 p.
- Spain, J.M. y R. Gualdrón. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: C.E. Lascano y J.M. Spain (eds.). Establecimiento y Renovación de Pasturas: Conceptos, Experiencias y Enfoque de la Investigación. 6ª Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales (RIEPT), Veracruz, México, noviembre de 1988. CIAT, Cali, Colombia. pp. 269-284.
- Spain, J.M. y Pereira, J.M. 1985. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: una propuesta. In: C. Lascano y E. Pizarro (eds.). Evaluación de Pasturas con Animales: Alternativas Metodológicas. Memorias Reunión RIEPT celebrada en Perú, 1-5 octubre, 1984. CIAT, Cali, Colombia. pp. 85-98.
- Suárez-Vásquez, S.; M. Wood y S. Nortcliff. 1992. Crecimiento y fijación de nitrógeno por *Arachis pintoi* establecido con *Brachiaria decumbens*. CENICAFE 43: 14-21.

- Thomas, R.J. 1994. Rhizobium requirements, nitrogen fixation, and nutrient cycling in forage *Arachis*. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 84-94.
- Thomas, R.J.; C.E. Lascano; J.I. Sanz; M.A. Ara; J.M. Spain; R.R. Vera; y M.J. Fisher. 1992. The role of pastures in production systems. In: *Pastures for the Tropical Lowlands: CIAT's Contributions*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 121-144.
- Torres, M.I. 1995. Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sólo y en asocio con *Arachis pintoi* después de cuatro años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 98 p.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Corvallis, U.S.A. 374 p.
- Valerio, S. 1990. Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 94 p.
- Valles, B.; E. Castillo; G.R. González y P.J. Argel. 1996. Respuesta del *Arachis pintoi* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 a la aplicación de nitrógeno en un Ultisol del Norte de Veracruz, México. In: P. Argel y A. Ramírez (eds.). *Experiencias Regionales con Arachis pintoi y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe*. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. pp. 50-56.
- Valls, J.F.M. y E.A. Pizarro. 1994. Collection of wild *Arachis* germplasm. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 19-27.
- Valls, J.F.M. y C.E. Simpson. 1994. Taxonomy, natural distribution and attributes of *Arachis*. In: P.C. Kerridge y B. Hardy (eds.). *Biology and Agronomy of Forage Arachis*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 1-18.
- Vargas L., B. y C. Solano P. 1995. Cálculo de factores de corrección para producción de leche en ganado lechero de Costa Rica. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal** 3: 131-148.

Villarreal, M.; I. Rodríguez; J.M. Sánchez y H. Soto. 1996. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones gramínea - *Arachis pintoi* en San Carlos, Costa Rica. In: P. Argel y A. Ramírez (eds.). Experiencias Regionales con *Arachis pintoi* y Planes Futuros de Investigación y Promoción de la Especie en México, Centroamérica y el Caribe. Documento de Trabajo N° 159. CIAT, Cali, Colombia. pp. 3-16.