

Evaluación de métodos para el establecimiento de *Arachis pintoii* en una pastura nativa de Veracruz, México

G. E. Gómez-Cortés*, B. Valles**, E. Castillo** y J. Jarillo**

Introducción

En la vertiente del Golfo de México, las variaciones de clima que ocurren a través del año dificultan la producción estable de las pasturas nativas. Estas pasturas se componen, en su mayoría, por *Paspalum* sp., *Axonopus* sp., *Cynodon* sp. y, en menor proporción, por *Desmodium triflorum*, *D. ascendens*, *D. scorpiurus* y *Centrosema* sp. (Bosman et al., 1990).

Por lo anterior, es necesario evaluar nuevo germoplasma y sus formas de propagación, para seleccionar especies que presenten una producción de forraje uniforme de mejor calidad y que contribuyan a la sostenibilidad de las áreas de pastoreo. *Arachis pintoii* CIAT 17434, entre las leguminosas evaluadas en esta zona, sobresalió por su rendimiento y buena adaptación (Valles et al., 1992). Además, se ha utilizado con éxito como abono verde y cultivo de cobertura (Pérez-Jiménez et al., 1990).

Según Grof (1985), esta leguminosa se adapta en zonas con precipitación bien distribuida y períodos secos inferiores a 4 meses;

crece bien en suelos con moderada fertilidad y es tolerante al aluminio. También persiste en pastoreo debido a su hábito de crecimiento postrado, habilidad para enraizar a partir de sus estolones y por su reserva de semillas en el suelo (Jones, 1993).

Los altos costos del establecimiento de pasturas en zonas con vegetación nativa de sabana justifican la evaluación y la utilización de sistemas de siembra diferentes de los ya tradicionales, con el propósito de estimular la adopción de nuevas y mejores especies forrajeras (Ayarza y Spain, 1991).

Por lo anterior, en la región centro-norte del estado de Veracruz, México, entre noviembre 1991 y diciembre de 1992, se evaluaron dos sistemas de labranza y la aplicación de fertilizantes, en el establecimiento de *Arachis pintoii* CIAT 17434 en una pastura nativa.

Materiales y métodos

Localización. El ensayo se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión de Ganadería Tropical (CEIEGT), localizado en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México, a 20° 03' de latitud norte y a los 97° 03' de longitud oeste, a 151 m.s.n.m. El clima es cálido húmedo del tipo Af(m)(e), con una temperatura de 23.4 °C y una precipitación, promedio anual, de 1980 mm. Las características del suelo se presentan en el Cuadro 1.

* Resumen de trabajo de grado presentado por la autora principal para obtener el título de Ingeniero en Desarrollo Agrícola, Universidad Cristóbal Colón, Veracruz, México.

** Respectivamente: Investigador y Coordinador de Investigación, CEIEGT-FMVZ-UNAM, Apartado postal 136, Martínez de la Torre, Veracruz 93600, México.

Cuadro 1. Características químicas y físicas del suelo en el sitio experimental. Veracruz, México.

Propiedad	Profundidad (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Textura (%)				
Arena	22.2	8.6	—	18.2
Arcilla	47.0	70.9	—	57.5
Limo	30.8	20.5	—	24.4
Químicas				
pH	5.0	5.1	5.3	5.3
M.O. (%)	3.5	1.7	1.0	1.2
P (ppm)	5.0	6.4	4.4	2.0
S (ppm)	32.0	54.4	41.6	34.1
Ca (meq/100 g)	5.1	5.0	4.2	4.0
Mg	1.8	1.5	1.4	1.4
K	0.8	0.3	0.3	0.3
Al	0.2	0.1	0.1	0.1
C.I.C.	7.1	6.8	5.7	5.5
Saturación de Al (%)	2.8	1.5	1.7	1.8

El ensayo se realizó durante las épocas representativas del clima de la región: frío o de "nortes" = de noviembre a febrero; sequía = de marzo a junio, y verano o lluvia = de julio a octubre. Las condiciones de clima durante las épocas de experimento se presentan en la Figura 1.

Tipos de labranza

En el ensayo se incluyeron los tipos de labranza siguientes:

Labranza completa. En los tratamientos 1 y 2 se hicieron franjas de 3 m de ancho por 3 m de largo, en forma alterna con la pastura nativa. Estas franjas se hicieron con 4 a 5 pases de rastrillo y posteriormente se plantó material vegetativo de *A. pintoi* a 80 cm entre surcos y 50 cm entre plantas.

Labranza mínima. En los tratamientos 3 y 4 se hizo la limpieza de la vegetación nativa en forma manual (con machete) y la plantación del material vegetativo de la leguminosa cada 50 cm en surcos de 20 m de largo.

Tratamientos y variables de respuesta

Se empleó un arreglo de parcelas divididas con dos niveles de preparación del suelo: labranza completa y labranza mínima (parcelas principales), cada una con y sin fertilización (subparcelas), resultando cuatro tratamientos (T):

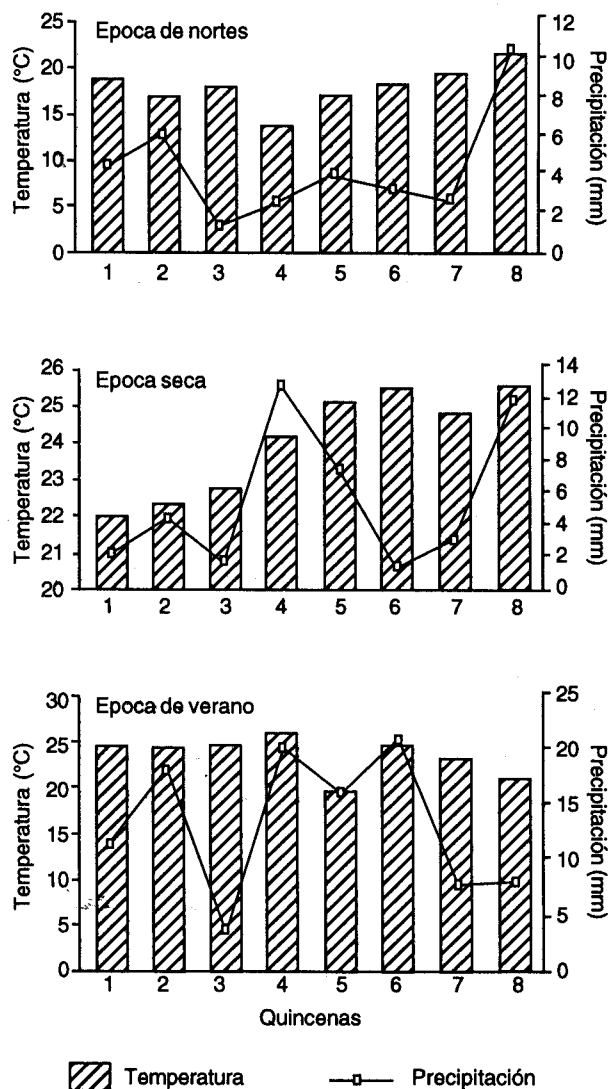


Figura 1. Precipitación y temperatura en cada una de las épocas de siembra de *Arachis pintoi*. Veracruz, México.

- T1 = Labranza completa del suelo y fertilización.
- T2 = Labranza completa del suelo sin fertilización.
- T3 = Labranza mínima del suelo y fertilización.
- T4 = Labranza mínima del suelo sin fertilización.

El área experimental en cada época de siembra era de 2000 m² (50 m x 40 m), que se dividió en dos partes iguales de 25 m x 40 m para asignar al azar los niveles de preparación del suelo. La parcela principal se dividió en dos subparcelas de 25 m x 20 m, a una de las cuales se le asignó al azar el tratamiento de fertilización. Dentro de cada una de estas subparcelas se escogieron al azar 12 sitios de 9 m² para hacer los muestreos respectivos.

La siembra de *A. pinto* se hizo en noviembre 29 de 1991 (época de nortes), marzo 2 de 1992 (época seca) y julio de 1992 (época de verano o de lluvias), colocando en cada sitio 3 a 4 tallos de 15 cm de largo y con 3 a 4 nudos. Treinta días después de la siembra se aplicaron en los tratamientos 1 y 3 las dosis de nutrimentos (en kg/ha) siguientes: P = 22, S = 25, K = 18, Mg = 20, Ca = 100, Zn = 3, Cu = 2 y B = 1. Estas labores se realizaron en cada época del año y en el área correspondiente. El control de malezas se hizo en forma mecánica con azadón, en los primeros 3 meses de establecimiento.

El número de plantas y la cobertura de la leguminosa se midieron a las 4, 8 y 12 semanas después de la siembra; a las 24 semanas se hizo nuevamente esta última medición. En cada sitio de muestreo se determinó el número de plantas nuevas y de plantas madre, para lo cual se consideró como planta nueva aquélla que aparecía aislada, pero cercana a una planta madre y, normalmente, con menor cobertura que ésta. La cobertura del suelo por la leguminosa se estimó en forma visual.

Los resultados se analizaron con un modelo mixto que incluyó el efecto del tratamiento (variable discreta), el efecto lineal de la semana postsiembra (variable continua) y la interacción entre estas dos variables. Si la interacción no era significativa, existía homogeneidad de pendientes; en este caso, el error experimental se generó a partir de la variación entre sitios de muestreo. Este modelo de covarianza permitió estimar la tasa de aparición de nuevas plantas y la celeridad con que *Arachis pinto* cubrió el suelo (% de cobertura/semana); asimismo, permitió hacer comparaciones entre medias de tratamientos, empleando la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1988). De la misma manera, se examinó si la respuesta era curvilínea, transformando la cobertura a valores de logaritmo natural para obtener curvas exponenciales del tipo: $Y = Ae^{BX}$. En este caso, se consideró que las curvaturas eran similares si la interacción entre tratamiento y el efecto lineal de semana no era significativo ($P > 0.05$). Estos análisis se efectuaron por separado para cada época de siembra, usando el procedimiento PROC GLM (modelos lineales generalizados) del paquete estadístico SAS para computadores personales (SAS Institute Inc., 1988).

Resultados

En este artículo se incluyen únicamente los resultados de las observaciones en los sitios donde se aplicaron los tratamientos. Por lo tanto, el porcentaje de cobertura y el número de plantas se refieren a las franjas plantadas con la leguminosa y no al área total.

Epoca de nortes

Número de plantas. En la época de nortes a las 4, 8 y 12 semanas después de la siembra, el promedio de plantas/9 m² en cada tratamiento fue, respectivamente: T1 = 12, T2 = 15, T3 = 14 y T4 = 14. Se observó un efecto significativo ($P < 0.01$) de la fertilización y de la edad sobre el número de plantas; por el contrario, la interacción crecimiento semanal x tratamiento no fue significativa. El promedio general fue de 14 plantas/9 m², con un coeficiente de variación de 20%. En los tratamientos 2, 3 y 4 se presentó el mayor número de plantas (más de 12).

La tasa de aparición de plantas o tiempo necesario en semanas para la presencia de una nueva planta, fue similar en los tratamientos 2, 3 y 4 durante las épocas de nortes y de verano, mientras que en el tratamiento 1 se necesitó más tiempo para que apareciera una nueva planta (Cuadro 2).

Cobertura del suelo. A las 12 semanas, la mayor cobertura se encontró en el tratamiento 2 ($P < 0.01$) con 28%, mientras que en los tratamientos 1 y 3 ésta fue similar (23% y 19%, respectivamente). Por el contrario, en el tratamiento 4 la cobertura del suelo por la leguminosa fue de 18%. El promedio general

Cuadro 2. Tasa de aparición de plantas* de *Arachis pinto* en cada época de siembra. Veracruz, México.

Epoca de siembra	Semanas en cada tratamiento			
	T1	T2	T3	T4
Nortes (invierno)	3.8	1.5	2.0	1.75
Seca	9.0	33.3	—	25.0
Verano (lluvias)	1.0	0.6	0.5	1.0

* Tiempo (semanas) necesario para la aparición de una nueva planta.

T1 = Labranza completa del suelo con fertilización.

T2 = Labranza completa del suelo sin fertilización.

T3 = Labranza mínima del suelo con fertilización.

T4 = Labranza mínima del suelo sin fertilización.

para esta variable durante la época de nortes fue de 22%, con un coeficiente de variación de 38%. La Figura 2A presenta el incremento de cobertura a través del tiempo de establecimiento; se observó un incremento considerable en todos los tratamientos a partir de las 12 semanas. La máxima cobertura a las 24 semanas se presentó en los tratamientos con preparación completa del suelo.

La celeridad de cubrimiento del suelo, expresada como el promedio del tiempo en semanas, necesario para que las plantas cubran 10% del área, se presenta en el Cuadro 3.

Epoca seca

Número de plantas. El promedio del número de plantas/9 m² para cada tratamiento fue: T1 = 21, T2 = 19, T3 = 32 y T4 = 32. En los dos primeros, estos promedios fueron similares y, a su vez, fueron diferentes ($P < 0.05$) de los demás. En los tratamientos de preparación completa del suelo se desarrollaron menos plantas que los tratamientos de labranza mínima. El efecto de la edad no fue significativo, ni su interacción con el tratamiento (preparación del suelo y fertilización) (Cuadro 2).

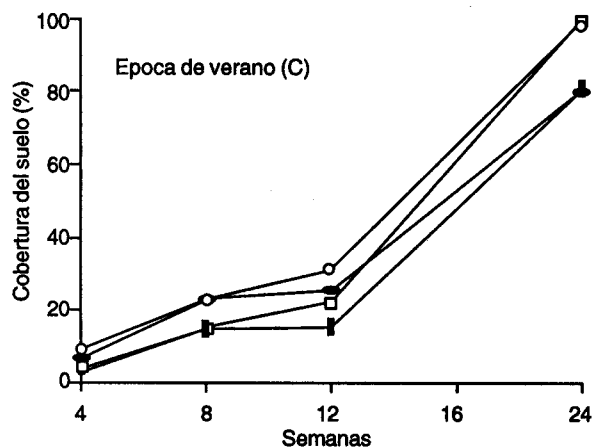
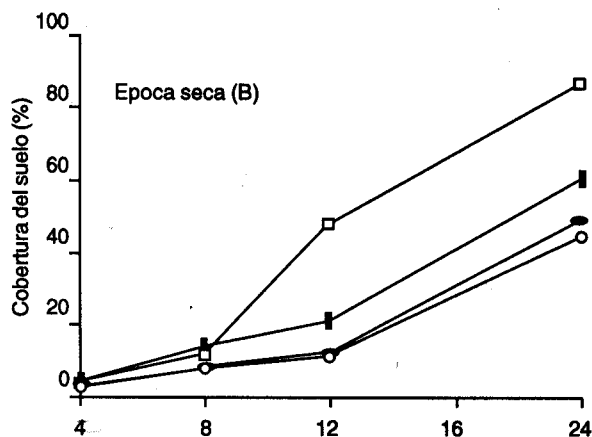
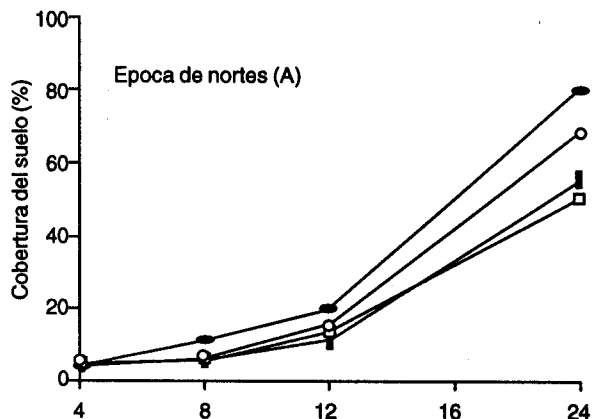
Cobertura del suelo. La mayor cobertura del suelo (más de 25%) se encontró en los tratamientos 3 y 4 ($P < 0.05$). En la Figura 2B se observa la cobertura del suelo en cada frecuencia de evaluación. Se destaca la cobertura en el tratamiento 1 a partir de la octava semana, llegando hasta 80% de cobertura a las 24 semanas.

El efecto de la edad (semanas) y su interacción con los tratamientos fueron significativos. El menor tiempo para lograr 10% de cobertura del suelo ocurrió en las épocas seca y de verano en el tratamiento 4 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tiempo en semanas necesario (celeridad de cobertura) para que *Arachis pintoi* cubra el 10% del suelo. Veracruz, México.

Epoca de siembra	Semanas en cada tratamiento*			
	T1	T2	T3	T4
Nortes (invierno)	2.9	2.6	3.8	4.2
Seca	4.7	4.2	3.5	2.2
Verano (lluvias)	2.2	2.8	2.6	2.0

* Los tratamientos son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1.



Tratamientos:

- Labranza completa del suelo + fertilización.
- Labranza completa del suelo sin fertilización.
- Labranza mínima del suelo + fertilización.
- Labranza mínima del suelo sin fertilización.

Figura 2. Porcentajes de cobertura del suelo por *Arachis pintoi* plantado en épocas de nortes (A), seca (B), y de verano (C). Veracruz, México.

Época de verano

Número de plantas. En esta época, el mayor número de plantas/9 m² ocurrió en los tratamientos 1 y 2 (23 plantas), en comparación con los tratamientos 3 y 4 (17 y 14 plantas, respectivamente). El número de plantas fue mayor a las 8 semanas, especialmente en los tratamientos de preparación completa del suelo. La mayor tasa de aparición de plantas para esta época se presentó en los tratamientos 1 y 4.

Cobertura del suelo. En la época de verano, la cobertura del suelo fue similar entre los tratamientos (Figura 2C). El promedio de cobertura del suelo fue de 35%; y la mayor celeridad de cobertura se observó en el tratamiento 4, en el cual se necesitaron 2 semanas para cubrir 10% del área (Cuadro 3).

Número de plantas en cada época

El promedio de plantas/m² fue mayor en el verano (19.4 plantas), seguido de la época de nortes (14.2 plantas), y de la época seca (8.7 plantas). El análisis de varianza y los coeficientes de regresión para el número de plantas/época se observan en el Cuadro 4.

Cobertura del suelo y edad de la planta

Los mayores porcentajes de cobertura del suelo por *A. pinto* se presentaron a las 24 semanas, destacándose la siembra en la época de verano. En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza y los coeficientes de regresión entre cobertura y edad del cultivo en cada época.

Discusión

El potencial de propagación de *Arachis pinto* es alto en la región centro-norte de Veracruz, ya que esta leguminosa presenta un crecimiento vigoroso, buena producción de MS y nodulación aceptable (Valles et al., 1993).

La época de verano fue la mejor para establecer *A. pinto*, tanto por el número de plantas como por la cobertura del suelo. Sin embargo, la época de siembra puede variar con la especie y con la localización geográfica; así, *A. glabrata* en Florida se establece mejor en invierno (IFAS, 1991). Hernández et al. (1990), en el mismo campo experimental donde se realizó el presente ensayo, encontraron que *A. pinto* establecido por semilla presentó una cobertura del suelo superior a 90% a las 12 semanas después de la siembra. En un Oxisol de Puerto Rico, *A. pinto* CIAT 18744, 18747 y 18748 presentaron una alta tasa de propagación a las 16 semanas con 90% de cobertura del suelo y poca incidencia de malezas (Valencia et al., 1992). En Colombia, Gil et al. (1991) encontraron que *A. pinto*, sembrado en forma vegetativa con *B. dictyoneura*, a las 20 semanas de edad cubría el 40% del suelo. En Florida, Dunavin (1992) encontró que *A. glabrata* asociado con *Paspalum notatum* cv. Pensacola bahia, *Cynodon dactylon* cv. Bermuda Tifton 44, y *Hemarthria altissima* cv. Floralta presentó durante el primer año coberturas de 37%, 43% y 38%, respectivamente.

Cuadro 4. Análisis de varianza y coeficientes de regresión para el número de plantas por época de siembra de *Arachis pinto*. Veracruz, México.

Fuentes de variación	GL	Nortes (Invierno)		Sequía		Verano	
		CM	P > F	CM	P > F	CM	P > F
Tratamientos (T)	3	64.85	0.0001	185.64	0.0001	681.34	0.0001
Semanas (Lineal)	1	384.00	0.0001	2.34	0.5901	2860.16	0.0001
T x S (Lineal)	3	11.58	0.2532	1.37	0.9161	68.80	0.3772
Error	136						
Coefficientes:		a	b	a	b	a	b
T1*		10.08	0.26	6.14	0.11	14.80	1.03
T2		9.94	0.66	6.33	0.03	10.05	1.62
T3		10.49	0.50	11.07	-0.03	2.73	1.82
T4		10.11	0.57	10.30	0.04	6.50	0.98

* Los tratamientos son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 5. Análisis de varianza y coeficientes de regresión para cobertura (%) por época de siembra de *Arachis pinto*. Veracruz, México.

Fuentes de variación	GL	Invierno		Sequía		Verano	
		CM	P > F	CM	P > F	CM	P > F
Tratamientos	3	986.39	0.0001	4933.92	0.0001	696.84	0.0001
Semanas(Lineal)	1	102416.09	0.0001	93319.28	0.0001	193155.43	0.0001
T x S (Lineal)	3	1300.38	0.0010	2932.31	0.0001	958.32	0.0001
Error	184						

Coeficientes:	Epocas:		
	Nortes	Seca	Verano
T1*	Y = 2.42(exp. 0.1398x)	Y = 2.90(exp. 0.1095x)	Y = 7.83(exp. 0.1068x)
T2	Y = 2.83(exp. 0.1405x)	Y = 2.60(exp. 0.1140x)	Y = 6.90(exp. 0.1084x)
T3	Y = 3.14(exp. 0.1155x)	Y = 4.93(exp. 0.1095x)	Y = 3.93(exp. 0.1305x)
T4	Y = 3.25(exp. 0.1133x)	Y = 4.92(exp. 0.1326x)	Y = 3.01(exp. 0.1472x)

* Los tratamientos son iguales a los que aparecen en el Cuadro 1.

En el presente estudio, la falta de respuesta a la fertilización pudo deberse al lento crecimiento del género *Arachis*, lo cual fue confirmado por Skerman (1977) y Cameron et al. (1989) y no a la deficiencia de nutrimentos, ya que éstos se aplicaron en las dosis y las fuentes con fuentes recomendadas para esta especie.

Los resultados de este ensayo deben interpretarse con cuidado, ya que durante el experimento el clima en el CEIEGT no siguió una distribución normal de la zona, debido a que la región se encuentra en una zona de transición climática entre las regiones costera (subhúmeda) al oriente, y la Sierra Madre (húmeda) al occidente, lo cual crea un microclima muy inestable. Durante el tiempo experimental, la precipitación anual fue 40% superior al promedio histórico en la región; y en la época de sequía, la lluvia fue 60% mayor que el promedio de los últimos 10 años.

Conclusiones

Con base en los resultados de este ensayo se puede concluir lo siguiente: (1) los métodos de establecimiento que incluyeron la preparación completa del suelo dieron los mejores resultados, tanto por el número de plantas de *A. pinto* que se establecieron como por la cobertura del suelo; (2) la época de verano fue la que más favoreció

el establecimiento de *A. pinto* en la región de Veracruz, México.

Summary

Two methods of soil preparation were evaluated in a native pasture at the Teaching, Research, and Extension Center for Tropical Livestock (CEIEGT, its Spanish acronym). Situated at Tlapacoyan, Veracruz, Mexico (20° 03' N, 97° 03' W; 151 m.a.s.l.), the climate is hot and humid [type Af(m)(e)]. The two methods, complete tilling and minimal tilling, were evaluated under the establishment of *Arachis pinto* CIAT 17434, with fertilization (T1 and T2) and without fertilization (T3 and T4), from November 1991 to October 1992. The treatments (tilling methods and fertilization) were arranged in a split-plot design. The legume was planted at 50 cm between plants and 80 cm between rows in the following seasons: cold or "the norths" = from November to February; dry = from March to June; and summer or rainy = from July to October. The evaluations were conducted at 4, 8, 12, and 24 weeks.

In terms of number of *A. pinto* plants established and soil cover, summer, with complete soil preparation, gave the best results. The legume did not respond to fertilization because of its slow initial growth.

Referencias

- Ayarza, M. A. y Spain, J. M. 1991. Manejo del ambiente físico y químico en el establecimiento de pasturas mejoradas. En: Lascano, C. y Spain, J. (eds.). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta Reunión del Comité Asesor de la RIEPT, Veracruz, México, noviembre 1988. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 189-208.
- Bosman, H. G.; Castillo, E.; Valles, B.; y Lucía, G. R. de. 1990. Composición botánica y nodulación de leguminosas en las pasturas nativas de la planicie costera del Golfo de México. *Pasturas Tropicales* 12(1):2-8.
- Cameron, D. G.; Jones, R. M.; Bishop, H. G.; Cook, B. G.; Lee, G. R.; and Lowe, K. F. 1989. Legumes for heavy grazing in coastal subtropical Australia. *Trop. Grassl.* 23(3):153-161.
- Dunavin, S. L. 1992. Florigrage rhizoma peanut in association with warm-season perennial grasses. *Agron. J.* 32:148-151.
- Gil, E.; Alvarez, E.; y Maldonado, G. 1991. Distancia y distribución de siembra en el establecimiento de tres especies de *Brachiaria* asociadas con leguminosas. *Pasturas Tropicales* 13(3):11-14.
- Grof, B. 1985. Especies forrajeras promisorias para las sabanas de suelos ácidos e infértiles de América tropical. En: Tercera Reunión de la RIEPT. Resultados 1982-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 5-26.
- Hernández, T.; Valles, B.; y Castillo, E. 1990. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 12(3):29-33.
- IFAS (Institute of Food and Agricultural Sciences). 1991. Perennial peanut: An alternative forage of growing importance. *Agronomy Facts*. Florida Cooperative Extension Service. The Florida Department of Agriculture and Consumer Services. University of Florida, Gainesville, Florida, E.U.
- Jones, R. M. 1993. Persistence of *Arachis pintoi* cv. Amarillo on three soil types of Samford, south-eastern Queensland. *Trop. Grassl.* (27):11-15.
- Pérez-Jiménez, S. C.; Castillo, E.; y Escalona, M. A. 1990. Establecimiento de cinco leguminosas forrajeras como cultivo de cobertura en cítricos en un clima Af(m) w»(e). Memorias. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Villahermosa, Tabasco, México. p. 172-174.
- SAS Institut Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide Release 6.03 Edition. Cary, NC, E.U. 1028 p.
- Skerman, P. J. 1977. Tropical forage legumes. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma. p. 235.
- Steel, R. G. y Torrie, J. H. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. Primera edición en español. McGraw Hill, Inc., México, México, D.F.
- Valencia, E.; Sotomayor-Ríos, A.; and Torres, C. 1992. Perennial peanut establishment and adaptation on an Oxisol in Puerto Rico. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service. 11 p.
- Valles, B.; Castillo, E.; y Hernández, T. 1992. Producción estacional de leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 14(2):32-36.
- _____; Reyes de, G.; y Castillo, G. E. 1993. Determinación de la necesidad de inoculación en dos leguminosas forrajeras. Memorias. Noveno Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. Hermosillo, Sonora. p. 44.