

Potencial productivo de ecotipos de *Arachis pintoi* en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

Alvaro Rincón Castillo*

Introducción

En 1992, después de más de 10 años de investigación, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el CIAT entregaron a los productores de Colombia el cultivar Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* CIAT 17434), caracterizado por su buena adaptación a las condiciones de clima y suelo de los Llanos Orientales de Colombia, además de su capacidad para asociarse con gramíneas forrajeras, crecimiento invasor por medio de estolones, alta persistencia bajo pastoreo, buena calidad y consumo por los animales, y buena producción de semillas (Rincón et al., 1992). Lo anterior hace que esta leguminosa tenga un alto potencial para mejorar la producción animal y las condiciones físicas y químicas de los suelos, y para la conservación de suelos en zonas de ladera en cultivos perennes como palma africana, café y cítricos (De la Cruz et al., 1995; Staver, 1996). No obstante, tiene algunas desventajas como establecimiento lento, baja producción de forraje durante los 2 primeros años y alta tasa de defoliación en la época seca. Para solucionar estos problemas y ofrecer a los productores mejores alternativas forrajeras, el CIAT introdujo para evaluación en Colombia nuevos materiales de *A. pintoi* procedentes de Brasil, los cuales se evaluaron en diferentes localidades.

Metodología

Localización. Los experimentos se establecieron en el centro de investigaciones La Libertad, localizado a 22 km de Villavicencio, en condiciones de clima y suelo representativas del Piedemonte de los Llanos Orientales. La precipitación anual es de 2800 mm, distribuida entre abril y diciembre, los meses más lluviosos son junio y julio, la temperatura promedio es

de 26 °C y la humedad relativa de 80%. Las condiciones de suelo corresponden a una terraza alta que se caracteriza por el bajo contenido de nutrimentos y alta saturación de aluminio (Cuadro 1).

Experimentos. En el trabajo se incluyeron dos experimentos. En el primero (Experimento-1) se evaluaron 11 materiales de *A. pintoi*, incluyendo como testigo *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne en asociación con *B. dictyoneura*, con el fin de hacer una preselección de los mejores ecotipos por su adaptación, cobertura y producción de forraje. En este experimento se evaluaron los materiales siguientes: *A. pintoi* CIAT 22160, 18748, 18752, 22241, 18744, 22154, 20826, 22238, 22157, 18750 y 17434.

En el segundo (Experimento-2) se establecieron en monocultivo los tres mejores materiales preseleccionados en el experimento anterior —*A. pintoi* 22160, 18748 y 18744— conjuntamente con el testigo *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne, para medir algunos parámetros de desarrollo

Cuadro 1. Características químicas del suelo donde se establecieron los experimentos. Centro de Investigaciones La Libertad. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Característica	Experimento-1	Experimento-2
pH	4.8	4.7
M.O (%)	2.5	2.8
P (ppm)	2.0	2.0
Ca (meq/100 g)	0.5	0.7
Mg (meq/100 g)	0.2	0.2
K (meq/100 g)	0.08	0.06
Na (meq/100 g)	0.17	0.15
Fe (ppm)	120	94
B (ppm)	0.15	0.21
Cu (ppm)	1.8	0.80
Zn (ppm)	0.6	1.0

* Ing. Agrónomo, Investigador del Programa Regional Pecuario, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Regional 8, Apartado Aéreo 3129, Villavicencio, Meta (Colombia).

agronómico: producción de estolones y de hojas, disponibilidad y calidad de forraje, y biomasa de las raíces.

Establecimiento. En el Experimento-1, la preparación del suelo se realizó mediante el pase de cincel vibratorio y dos pases de rastra; posteriormente se trazaron las parcelas y se hizo la siembra con material vegetativo de los ecotipos de la leguminosa y *B. dictyoneura*. Para la siembra de la leguminosa se utilizaron dos estolones por sitio y la gramínea se estableció con cepas, en surcos separados a 1 m y 0.5 m entre plantas. La leguminosa se sembró en medio de los surcos de la gramínea a una distancia entre plantas de 0.5 m. En el momento de la siembra se hizo una aplicación a voleo de 50 kg/ha de P_2O_5 , 90 kg/ha de Ca, 15 kg/ha de Mg y 15 kg de S; como fuentes de estos nutrientes se utilizaron roca fosfórica, cal dolomítica y flor de azufre. A los 30 días después de la siembra se aplicaron 30 kg/ha de K_2O como cloruro de potasio.

En el Experimento-2, la siembra se realizó en un suelo previamente preparado con un pase de cincel y dos de rastra, utilizando material vegetativo de los cuatro materiales evaluados. Se colocaron dos estolones por sitio de siembra separados 0.5 m entre surcos y entre plantas. En el momento de la siembra se aplicaron las mismas cantidades de los insumos que en el Experimento-1.

Evaluaciones. En el Experimento-1 se midieron el desplazamiento lateral de la leguminosa; la cobertura (%) a 120 días después de la siembra; la producción de forraje y composición botánica en fase de establecimiento; la producción de forraje y la composición botánica a 30, 45 y 60 días después del corte de uniformización; y el ataque de plagas y enfermedades.

En el Experimento-2 se midieron el número y la longitud de estolones por planta, el número de nudos por estolón, la longitud de entrenudos y el porcentaje de cobertura del suelo. Estas evaluaciones se realizaron a partir del día 30 después de la siembra y luego cada 15 días hasta el día 75, es decir, hasta cuando la cobertura llegó a 50%, se midieron la producción de biomasa (kg/ha de MS), la altura de planta, la floración, la biomasa de raíces y la calidad del forraje (proteína, degradabilidad, FDN).

Diseño experimental. En el Experimento-1 se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal estaba constituida por los ecotipos (materiales) y la subparcela por la edad de corte. El

área de cada parcela principal era de 3 x 5 m (15 m²). En el Experimento-2 se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en parcelas de 9 m²

Resultados y discusión

Experimento-1

El desarrollo inicial de la mayoría de los ecotipos de *A. pinto* y de *B. dictyoneura* establecidos con material vegetativo fue bueno, especialmente por su capacidad de rebrote y ausencia de plagas y enfermedades. El desplazamiento lateral, la longitud y el número de estolones por planta 4 meses después de la siembra fueron diferentes entre los ecotipos de la leguminosa ($P < 0.05$), sobresaliendo *A. pinto* CIAT 22241 y 18752 con 8.5 y 8.3 estolones por planta y una longitud promedio de 66.5 y 72 cm, respectivamente (Cuadro 2). Los demás ecotipos presentaron entre 4 y 6 estolones/planta y entre 33 y 65 cm de longitud.

El porcentaje de cobertura 120 días después de la siembra fue superior a 50%. Los ecotipos *A. pinto* CIAT 22160, 18748, 18752, 20826, 18744 y 22241 presentaron coberturas del suelo entre 72% y 88% ($P < 0.05$) (Cuadro 2).

Al finalizar la fase de establecimiento de 120 días, la mayor producción de forraje se encontró con el ecotipo *A. pinto* CIAT 22160 con 0.6 t/ha, mientras que el ecotipo testigo *A. pinto* CIAT 17434 sólo produjo 0.2 t/ha de MS. Estos resultados coinciden con los encontrados por Moreno et al. (1999) en la evaluación

Cuadro 2. Comportamiento de estolones de ecotipos de *Arachis pinto*, 120 días después de la siembra en el C.I. La Libertad, Llanos Orientales de Colombia.

Ecotipo de <i>A. pinto</i> (no. CIAT)	Cobertura (%)	Estolones (no./planta)	Longitud de estolón (cm)
22241	71.6 ab*	8.5 a	66.5 a
18752	80.0 ab	8.3 a	72.0 a
18744	75.0 ab	6.0 ab	63.4 ab
18748	83.3 ab	5.8 ab	51.7 ab
17434 (testigo)	55.0 abc	5.8 ab	44.7 ab
22160	88.3 a	5.6 ab	64.8 ab
22238	40.0 bc	5.3 bc	39.0 ab
20826	75.0 ab	5.3 bc	50.5 ab
22157	53.3 abc	4.3 c	46.6 ab
22154	54.0 abc	4.0 c	33.1 b
18750	34.6 c	3.8 c	40.5 ab

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

de 39 ecotipos de *A. pintoii*. Igualmente, el ecotipo de mejor producción fue el que presentó el mayor porcentaje en la asociación (23%). La producción de *B. dictyoneura* no presentó diferencias significativas en las asociaciones con los ecotipos y varió entre 1.84 y 2.94 t/ha de MS (Cuadro 3).

En esta fase de establecimiento se observó claramente la dominancia en cobertura y producción de MS de la gramínea sobre la leguminosa. Las características anatómicas y la fotosíntesis tipo C4 de

las gramíneas tropicales les dan la capacidad de mayores tasas de crecimiento, en comparación con las plantas que tienen una vía fotosintética C3, incluyendo en ellas todas las leguminosas tropicales (Fisher y Cruz, 1995). En la práctica, esta condición fisiológica debe ser considerada especialmente en la fase de establecimiento de las asociaciones, ya que en la mayoría de los casos una buena población inicial de las leguminosas sólo se obtiene con la introducción temprana de animales en la pastura.

Cuadro 3. Producción de forraje en el establecimiento (4 meses después de la siembra) de ecotipos de *Arachis pintoii* asociados con *Brachiaria dictyoneura*. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Ecotipo de <i>A. pintoii</i> (no. CIAT)	<i>B. dictyoneura</i> (MS, t/ha)	<i>A. pintoii</i> (MS, t/ha)	Leguminosa (%)
22160	1.84 a*	0.59 a	23.2 a
18748	3.25 a	0.39 ab	10.4 bc
18744	1.96 a	0.33 ab	14.4 ab
20826	1.85 a	0.28 ab	9.4 bc
22154	2.73 a	0.24 ab	8.0 bc
18752	2.64 a	0.22 ab	7.3 bc
17434 (testigo)	2.94 a	0.19 b	5.6 bc
22238	2.44 a	0.18 b	6.6 bc
22241	2.34 a	0.14 b	5.5 bc
18750	3.01 a	0.11 b	3.6 bc
22157	2.91 a	0.11 b	3.4 c

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Los resultados en la fase de producción aparecen en el Cuadro 4. La producción de MS en el primer corte 30 días después de la uniformización fue baja; no obstante, *A. pintoii* CIAT 22160 produjo 1.25 t/ha de MS. En el corte realizado a 45 días se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ecotipos en producción de MS, siendo *A. pintoii* CIAT 22160 (2.02 t/ha), 18748 (1.97 t/ha) y 18744 (1.05 t/ha) los de mayor producción. En el corte realizado a 60 días, la mayor producción de MS (2.28 t/ha) se presentó con *A. pintoii* CIAT 18748, seguido de los mismos ecotipos que sobresalieron en la evaluación realizada a 45 días.

La producción de *B. dictyoneura* no varió entre las asociaciones con los diferentes ecotipos de la leguminosa y fue de 1.99, 2.96 y 2.82 t/ha de MS en los cortes realizados a 30, 45 y 60 días, respectivamente.

El promedio del porcentaje de leguminosa en la asociación durante las tres evaluaciones fue mayor en *A. pintoii* CIAT 22160 (38%), seguido por *A. pintoii* CIAT 18748 (35%) y por *A. pintoii* CIAT 18744 (22%). Estos ecotipos fueron superiores al testigo *A. pintoii* CIAT 17434, que constituyó sólo 10% de la asociación.

Cuadro 4. Producción de forraje, porcentaje de leguminosa y cobertura de ecotipos de *Arachis pintoii* asociados con *Brachiaria dictyoneura*, 30, 45 y 60 días después del corte de uniformización. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Ecotipo de <i>A. pintoii</i> (no. CIAT)	Días después del corte de uniformización								
	30			45			60		
	Producción (MS, t/ha)	Leguminosa (%)	Cobertura (%)	Producción (MS, t/ha)	Leguminosa (%)	Cobertura (%)	Producción (MS, t/ha)	Leguminosa (%)	Cobertura (%)
18748	0.90 ab*	25.7 ab	72.7 a	1.17 a	38.8 a	79.5 a	2.28 a	39.7 a	81.0 a
22160	1.25 a	38.8 a	67.3 a	2.02 a	48.8 a	81.2 a	1.76 ab	38.1 ab	78.3 ab
18744	0.42 ab	16.3 ab	54.9 a	1.04 ab	25.4 ab	70.3 ab	1.12 b	25.2 ab	70.6 ab
17434 (testigo)	0.19 b	9.3 ab	28.7 a	0.33 b	11.1 bc	23.0 de	0.44 c	12.0 c	25.6 d
22241	0.43 ab	21.2 ab	28.6 a	0.76 b	20.9 bc	34.7 cde	0.89 c	24.1 abc	37.6 cd
18752	0.56 ab	21.4 ab	45.8 a	0.79 b	20.2 bc	43.0 bcd	0.78 c	18.5 abc	43.0 cd
22154	0.32 ab	12.4 ab	37.6 a	0.45 b	14.3 bc	27.1 de	0.45 c	13.8 c	36.3 cd
22238	0.26 ab	13.1 ab	35.6 a	0.43 b	12.5 bc	35.0 cde	0.47 c	13.7 c	31.0 cd
22157	0.24 b	9.4 ab	19.8 a	0.47 b	12.0 bc	15.2 de	0.57 c	12.0 c	25.6 d
20826	0.32 ab	6.5 ab	28.6 a	0.48 b	14.5 bc	31.3 de	0.43 c	11.8 c	35.0 cd
18750	0.01 c	0.5 b	25.2 a	0.12 b	4.2 c	8.2 e	0.27 c	12.0 c	17.3 d

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

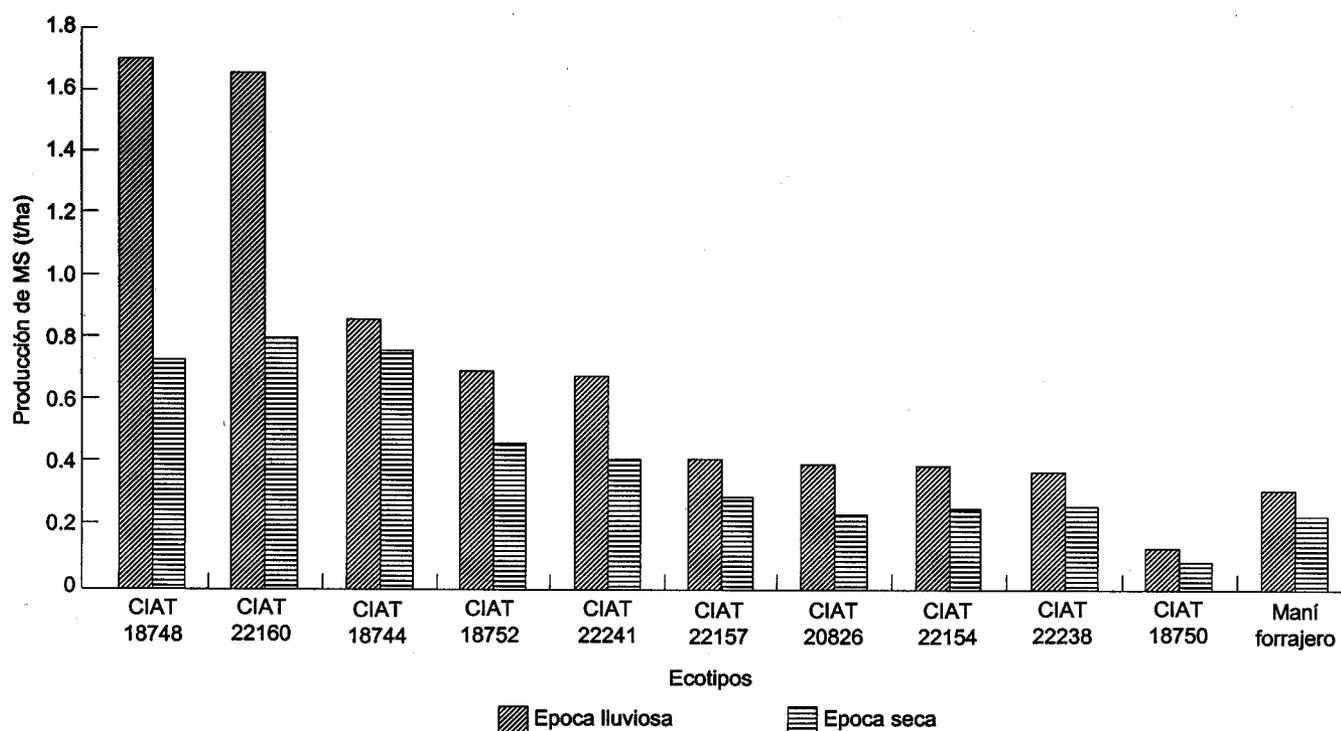


Figura 1. Producción de forraje de ecotipos de *Arachis pintoi* durante las épocas lluviosa y seca. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

La producción estacional de forraje en la época lluviosa fue de 1.72 t/ha de MS con *A. pintoi* CIAT 18748 y de 1.68 t/ha con *A. pintoi* CIAT 22160. Durante la época seca, la producción de éstos y de *A. pintoi* CIAT 18744 fue superior ($P < 0.05$), en comparación con los demás ecotipos evaluados (Figura 1).

Experimento-2

En las evaluaciones realizadas los días 30, 45, 60 y 75 después de la siembra no se encontraron diferencias entre los ecotipos en relación con sus características agronómicas (Cuadro 5). Los valores de los parámetros evaluados aumentaron en el tiempo, especialmente el número de estolones/planta, que pasó de 3.7 a 27.6 en 45 días y que se correlacionó con la cobertura del suelo ($R^2 = 0.9$) (Figura 2). La invasión de estos estolones y su aumento en longitud de 5 mm/día permiten una rápida cobertura del suelo y, consecuentemente, un aumento en el número de nudos por estolón que son puntos de crecimiento de raíces, hojas, flores y frutos. Estas características fueron fundamentales para seleccionar *A. pintoi* CIAT 18744 como cv. Porvenir en Costa Rica (Argel y Villarreal, 1998).

La producción de forraje de los ecotipos evaluados aparece en el Cuadro 6. *Arachis pintoi* CIAT 22160 y 18748 presentaron las mayores producciones de MS ($P < 0.05$), 180 días después del corte de

Cuadro 5. Promedios del número y crecimiento lateral de estolones de cuatro ecotipos de *Arachis pintoi* en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Edad (días)	Estolones (no./planta)	Longitud/estolón (cm)	Nudos (no./estolón)	Longitud de entrenudo (cm)	Cobertura (%)
30	3.7	10.4	4.0	2.4	20.7
45	7.6	16.9	4.8	3.0	23.3
60	17.8	34.5	7.6	3.6	34.2
75	27.6	42.0	12.5	3.6	49.2

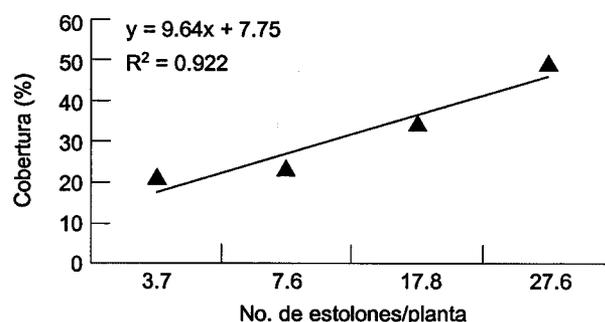


Figura 2. Relación del número de estolones y cobertura del suelo en ecotipos de *Arachis pintoi*. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Cuadro 6. Producción de forraje y flores de ecotipos de *Arachis pinto*, 180 días después de la siembra en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Ecotipo de <i>A. pinto</i> (no. CIAT)	MS (%)	Producción (MS, t/ha)	Altura (cm)	Floración (no./m ²)
22160	37.9 a*	1.95 a	20.4 a	26.6 b
18748	35.9 a	2.03 a	11.3 b	38.3 a
18744	38.5 a	1.27 ab	9.4 b	28.3 b
17434 (testigo)	35.1 a	0.91 b	8.4 b	25.0 b

* Promedios en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05), según la prueba de Tukey.

uniformización. El porcentaje de MS fue similar en los cuatro ecotipos evaluados, con un promedio de 36%. Es importante notar que, 60 días después del corte, la producción de forraje de los ecotipos en asociación fue aproximadamente igual a la producción obtenida a los 180 días, cuando crecieron en monocultivo. Esto confirma el mejor desarrollo de *A. pinto* cuando se encuentra asociado con una gramínea o bajo sombra (Fisher y Cruz, 1995). *Arachis pinto* CIAT 22160 presentó la mayor altura de planta (20.4 cm) y *A. pinto* CIAT 18748 la mayor producción de flores (38 flores/m²).

Ocho meses después de la siembra se midió la cantidad de raíces entre 0 y 25 cm y entre 25 y 50 cm de profundidad en el suelo, en 0.25 m² (Figura 3). En todos los materiales evaluados, la mayor concentración de raíces ocurrió entre 0 y 25 cm. La biomasa de

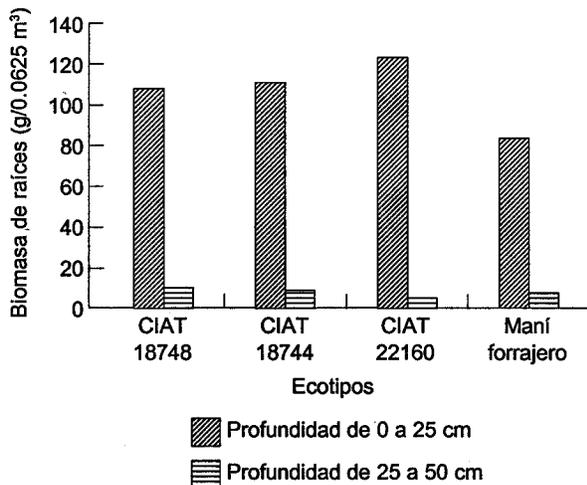


Figura 3. Biomasa de raíces de ecotipos de *Arachis pinto* en un área de 0.25 m² y a dos profundidades, a los 8 meses después de la siembra. Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

raíces como MS fue mayor (P < 0.05) en los ecotipos recientemente introducidos (entre 107 y 123 g/0.0625 m³), mientras que en *A. pinto* cv. Maní Forrajero Perenne este valor fue de 83 g/0.0625 m³. Entre 25 y 50 cm de profundidad, la biomasa de raíces fue baja (7.6 g/0.0625 m³) y no se presentaron diferencias significativas entre los ecotipos evaluados.

El contenido de proteína cruda (PC) de los ecotipos fue alto (> 14%) y la fibra en detergente neutro fue, respectivamente, de 37.6%, 37.8%, 42.2% y 41% para *A. pinto* CIAT 18744, 22160, 18748 y 17434. La digestibilidad a las 48 horas fue similar para ecotipos con valores entre 80% y 83%.

Conclusiones

Los resultados de estos estudios permiten concluir lo siguiente:

- *Arachis pinto* CIAT 22160, 18748 y 18744 se destacaron entre los ecotipos evaluados por su producción de forraje y buena cobertura en asociación con *B. dictyoneura*. Tanto en la fase de establecimiento como en la de producción, estos ecotipos sobresalieron por una producción de MS superior a 1 t/ha y una cobertura del suelo por encima de 70%.
- En la evaluación en monocultivo, estos tres ecotipos preseleccionados fueron igualmente superiores en relación con la producción de biomasa aérea y de raíces de *A. pinto* CIAT 17434 cv. Maní Forrajero Perenne. La mayor cantidad de raíces de *A. pinto* se concentró en los primeros 25 cm de profundidad en el suelo.
- Debido al buen comportamiento de estos nuevos materiales, *A. pinto* CIAT 22160, 18748 y 18744, se sugiere continuar sus evaluaciones en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, incluyendo trabajos avanzados de pastoreo con animales en la estación experimental y en fincas.

Summary

Two experiments were carried out at La Libertad research center in Villavicencio (Colombia), under edaphoclimatic conditions representative of the piedmont of Colombia's Eastern Plains, to evaluate *Arachis pinto* ecotypes regarding quality characteristics, consumption, and persistence. These were found to be similar to those of *A. pinto* cv. Maní Forrajero Perenne, but their establishment was faster and their forage production higher.

Eleven ecotypes of *A. pintoi* were evaluated in association with *Brachiaria dictyoneura* in Experiment 1, including *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne as check. Plant cover at 120 days after planting was higher ($P < 0.05$) in *A. pintoi* ecotypes CIAT 22160, 18748, 18744, 18752, 20826, and 22241, with values ranging between 72% and 88%. The DM production (t/ha) 45 days after the uniformity cut performed at end of establishment was higher ($P < 0.05$) for *A. pintoi* CIAT 22160 (2.02), 18748 (1.97), and 18744 (1.04). Three superior-performing materials evaluated in Experiment 1 (*A. pintoi* CIAT 22160, 18748, and 18744) and *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne were evaluated in Experiment 2. Results indicated that the number and length of stolons and internodes were similar among these materials; however, forage production 180 days after uniformity cut was twice as high in *A. pintoi* CIAT 22160 and 18748 than in the other materials evaluated. One year after planting, root biomass up to 25-cm depth in the soil was similar among ecotypes; at this age, 90% of the roots were concentrated in the top 25 cm of the soil.

Referencias

- Argel M., P. J. y Villarreal C., M. 1998. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación de suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), San José, Costa Rica. Boletín técnico. 32 p.
- De la Cruz, R.; Suárez, S.; y Ferguson, J. 1995. Contribución de *Arachis pintoi* como cobertura del suelo en algunos sistemas de explotación agrícola en América tropical. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 110-116.
- Fisher, M. y Cruz, P. 1995. Algunos aspectos de la ecofisiología de *Arachis pintoi*. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 45-56.
- Moreno, R.; Mass B. L.; Peters M.; y Cárdenas E. A. 1999. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 1. Bosque seco tropical, Valle del Cauca. Pasturas Tropicales 21(1):18-32.
- Rincón, A.; Cuesta, P.; Pérez, B. R.; Lascano, C. E.; y Ferguson, J. 1992. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory), una alternativa para ganaderos y agricultores. Bol. tec. 219. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 23 p.
- Staver, C. 1996. *Arachis pintoi* como cobertura en el cultivo de café. Resultados de investigación y experiencias con productores en Nicaragua. En: Argel, P. J. y Ramírez P., A. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales en México, Centroamérica y el Caribe, Universidad de Costa Rica y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 151-170.