

Producción de semilla de *Arachis pintoii* cv. Maní Forrajero Perenne asociado con cultivos de maíz y frijol

C. I. Cardozo y J. E. Ferguson*

Introducción

Arachis pintoii Krap. et Greg. es una leguminosa forrajera perenne, originaria de Bahía, Brasil (Grof, 1984). En 1992, en Colombia fue liberada la accesión *A. pintoii* CIAT 17434 como cv. 'Maní Forrajero Perenne' (Rincón et al., 1992); en 1987, en Australia como cv. 'Amarillo' (Cook et al., 1990); y en 1993, en Honduras como cv. 'Pico Bonito' (SRN, 1993). Es una especie bien adaptada y productiva en varios países de América Latina. Se asocia bien con varias especies del género *Brachiaria* (Kerridge y Hardy, 1994; Lascano y Thomas, 1988) e igualmente con *Cynodon nlemfuensis* (van Heurck, 1990). La calidad de esta leguminosa es alta y puede contener hasta 21% de PC y una DIVMS superior a 60% (Lascano y Thomas, 1988).

Es una especie geocárpica que forma la semilla dentro del suelo la cual, una vez madura, se desprende de la planta madre. Esto hace que su recolección sea difícil (Ferguson et al., 1992). Sin embargo, esta característica tiene algunas ventajas, como la de garantizar la persistencia de las plantas, ya sea como banco de proteína o en pasturas asociadas con gramíneas (Cook y Franklin, 1988). Dwyer et al. (1989) encontraron que esta especie es una alternativa para controlar la erosión en plantaciones de árboles, ya que crece bien en bosques bajos y suelos de baja fertilidad. Suárez et al. (1990) en Chinchiná, zona cafetera de Colombia, encontraron que la erosión en suelos cubiertos por esta leguminosa asociada con *Brachiaria decumbens* fue menor de 1 t/há, pérdida tolerable para estos suelos.

La dificultad para la cosecha limita actualmente la oferta de semilla de *A. pintoii* cv. Maní Forrajero Perenne. El sistema industrial de semillas no ha mostrado interés en resolver este problema, debido a que considera que el lento crecimiento de la demanda no justifica los esfuerzos en este sentido. Una alternativa transitoria es desarrollar el abastecimiento de semilla mediante los sistemas de contrato con microempresarios, e inclusive, mediante los sistemas tradicionales. Las experiencias en este sentido, desarrolladas en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, indican claramente que estos sistemas permiten disponer de volúmenes de semilla al tiempo que aumentan los ingresos de los pequeños productores. Fue por el sistema de producción por contrato entre una empresa boliviana y algunos pequeños productores —en áreas de semillero entre 0.1 y 0.2 ha— que se obtuvieron los primeros volúmenes de semilla comercializados en Colombia y Brasil (Ferguson, 1994).

Los altos rendimientos y el alto precio de la semilla de Maní Forrajero Perenne están motivando a muchos agricultores de maíz y frijol de la zona cafetera de Colombia a dedicarse a esta actividad. Los cultivos estarían compitiendo en un principio con el Maní; sin embargo, la estrategia de producción de semilla con cultivos asociados es una alternativa muy atractiva para el productor.

El presente trabajo se realizó en la finca El Porvenir, localizada en la vereda El Caimo, Armenia, Quindío, con el objeto de evaluar el establecimiento y la producción de semilla de *A. pintoii* cv. Maní Forrajero Perenne en asociación con maíz o frijol.

Materiales y métodos

Localización. El sitio experimental está localizado en el ecosistema de bosque húmedo, a 1300 m.s.n.m. y 2700 mm de precipitación distribuidos durante el año. El suelo es Andosol franco arenoso.

* Respectivamente: Profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia, Posgrado en Sistemas de Semillas, Apartado Aéreo 237, Palmira, Colombia; y Jefe sección de Semillas del Programa de Forrajes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), hasta agosto de 1994, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Material experimental. Los materiales utilizados fueron *Arachis pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne, establecido con semilla de origen boliviano de una pureza superior a 98% y una germinación de 80%; frijol (*Phaseolus vulgaris* cv. ICA-Caucaya) y maíz (*Zea mays* var. ICA V-305). Estos últimos establecidos con semilla producida por el Centro Nacional de Investigación de Café (CENICAFE), con una pureza de 100% y una germinación de 98%.

Diseño experimental. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, en parcelas de 9 m x 4 m. El área útil de muestreo para maíz y frijol fue de 18 m² y para Maní Forrajero de 3 m².

Los tratamientos utilizados fueron: (1) *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne en monocultivo, (2) maíz en monocultivo, (3) Frijol en monocultivo, (4) Maní Forrajero Perenne asociado con frijol, y (5) Maní Forrajero Perenne asociado con maíz. En total se tuvieron 15 unidades experimentales (parcelas), distanciadas 1 m entre bloques y dentro de ellos.

Manejo del cultivo. En los sistemas asociados de producción se utilizó una densidad de siembra de 20 kg/ha de semilla para Maní Forrajero; de 80 kg/ha para frijol ICA-Caucaya, y de 25 kg/ha para maíz ICAV-305. En Maní Forrajero se hizo una fertilización presiembra incorporada con los niveles siguientes: 1 t/ha de cal dolomítica (600 kg/ha de Ca), 240 kg/ha de Mg, 40 kg/ha de P y 80 kg/ha de K. Los fertilizantes, una vez mezclados, se distribuyeron en el fondo del surco y se taparon en forma manual antes de la siembra de los materiales. En los sistemas en monocultivo, el Maní Forrajero y el frijol se sembraron en surcos separados a 0.5 m y el maíz en surcos separados 1 m.

En el sistema de cultivo asociado, el Maní Forrajero y el frijol se sembraron a 0.25 m en surcos dobles alternos, es decir, a 0.5 m entre dos hileras del mismo cultivo; en el sistema Maní Forrajero-maíz, el primero se sembró a 0.5 m y el segundo a 1 m entre surcos. El control de las malezas fue manual hasta que los cultivos cubrieron más de 80% del suelo.

Las cosechas se realizaron en forma manual. El frijol se cosechó a los 85 días después de la siembra y los granos recolectados se secaron al sol durante 3 días hasta un contenido de humedad de 14%; previamente se seleccionaron al azar por cada repetición y tratamiento 10 vainas de este cultivo, a las cuales se les midió la longitud y el número de semillas. El maíz se cosechó 117 días después de la siembra, con un contenido de humedad de la semilla en mazorca de 35%, que se redujo hasta 18% para realizar el

desgrane. El Maní Forrajero se cosechó 1 año después de la siembra; para el efecto se retiró el material vegetativo y se recolectó una capa de suelo de 10 cm de espesor que se pasó a través de una zaranda. La semilla obtenida se lavó y secó al sol hasta alcanzar un contenido de humedad de 10%.

En todos los tratamientos, la semilla, una vez que se secó, se clasificó y se sometió a análisis de pureza.

Resultados y discusión

Establecimiento de los cultivos. El establecimiento de los cultivos, tanto en monocultivo como en las asociaciones, fue exitoso. Doce días después de la siembra había emergido el 90% del frijol y el maíz en monocultivo o asociados con Maní Forrajero; y el 28% de este último cultivar en monocultivo o asociado. Treinta días después de la siembra, el Maní Forrajero alcanzó niveles de emergencia superiores a 75%.

El frijol, por su crecimiento inicial exuberante, invadió al Maní Forrajero asociado. Esto ocasionó, en un principio, un cambio en el hábito de crecimiento de esta última leguminosa, mostrando etiolación y hojas menos verdes que en el monocultivo. No obstante, una vez el frijol alcanzó su madurez de cosecha, el Maní Forrajero se recuperó rápidamente.

El establecimiento de la asociación de Maní Forrajero con maíz fue excelente. El primero presentó una alta celeridad de establecimiento y desarrolló estolones hasta de 35 cm en los 3 meses siguientes a la siembra, mientras que a esta misma edad en el monocultivo sólo alcanzaban 20 cm de longitud.

Es necesario destacar dos situaciones importantes; la primera, que el cultivo de maíz ofrece un hábitat favorable para el desarrollo vegetativo del Maní Forrajero; y la segunda, está relacionada con las prácticas culturales; así, mientras el maíz en monocultivo necesitó tres labores de aporque, en la asociación con Maní Forrajero sólo fue necesario realizar un aporque a los 30 días.

Rendimiento de semilla de Maní Forrajero Perenne. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los tratamientos con Maní Forrajero Perenne en monocultivo y en asociación con frijol o maíz.

Los rendimientos de semilla, tanto en monocultivo como en asociación, fueron altos y son similares a los obtenidos por Ferguson et al. (1992) con esta especie cultivada en monocultivo en la zona cafetera de Colombia. Aunque en este ensayo la producción de

Cuadro 1. Características de rendimiento de semilla de *Arachis pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne en monocultivo y asociado con frijol y maíz. Armenia, Colombia.

Variable	Unidad	Monocultivo	En asociación	
			Con Frijol	Con maíz
Rendimiento de semilla	(kg/ha)	6371 a	5411 b	5220 b
Peso-unidad de vainas	(g/100)	17.9 a	18.8	18.8
Contenido de semilla pura	(%)	98	99.1	98.7

semilla fue mayor ($P < 0.05$) con Maní Forrajero en monocultivo, el rendimiento obtenido en asociación con frijol y maíz es superior al rendimiento obtenido en monocultivo en otras regiones de Colombia (Ferguson et al., 1992).

Tamaño de las semillas (peso-unidad, g/100 semillas) de Maní Forrajero. Aunque se reconoce el efecto negativo que sobre el vigor y el tamaño de la semilla tienen los cultivos asociados, en este caso no se presentaron diferencias en el tamaño de las semillas obtenidas en los sistemas asociados, siendo en ambos casos el peso-unidad de 18.8 g/100 semillas. Este aspecto es muy importante, e indica que la competencia generada por la presencia del cultivo asociado no afectó el tamaño de la semilla de Maní Forrajero. No obstante, el Maní Forrajero sí afectó el tamaño de las semillas de frijol, lo cual indica que esta leguminosa puede limitar la producción de especies de ciclo corto.

En Costa Rica, Domínguez y De la Cruz (1990), en cultivos de palma con Maní Forrajero como cobertura, encontraron que éste competía con las plantas jóvenes de palma que tenían escaso desarrollo radical, mientras que en cultivos avanzados el efecto de competencia no fue evidente. Una explicación posible a la ausencia de competencia del frijol sobre el tamaño de la semilla de Maní Forrajero se basa en el hecho de que éste inicia su floración entre 3 y 4 semanas después de la siembra y, por lo tanto, la formación de semillas a partir de las primeras flores ocurre durante la etapa de crecimiento activo del frijol, pero sólo después de 6 ó 7 meses alcanza su máxima cobertura y formación del mayor volumen de semilla, momento en el cual el frijol ya no está presente.

Porcentaje de semilla pura de Maní Forrajero. La cosecha manual de semilla de Maní Forrajero y su

limpieza con zaranda favorecieron un volumen considerable de semilla cruda con un alto contenido de impurezas, principalmente vainas vanas y partículas de suelo. En promedio, la proporción semilla cruda/semilla clasificada en cada una de las parcelas cosechadas fue de 3:1, lo cual indica los altos volúmenes de material inerte que es necesario remover. La clasificación de la semilla se realizó mediante el lavado con agua, el secado y, finalmente, el soplado para separar las semillas vanas obteniendo, finalmente, una semilla clasificada con una pureza de 99%.

Rendimiento del frijol ICA-Caucaya. En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para los tratamientos con frijol ICA-Caucaya, tanto en monocultivo como en asociación.

El rendimiento de grano en monocultivo (967 kg/ha) fue superior ($P < 0.05$) al obtenido en asociación con Maní Forrajero (638 kg/ha). En términos porcentuales, lo anterior indica una reducción de 34% en el rendimiento del frijol asociado. No obstante, aquel se encuentra dentro del rango encontrado con esta variedad en la localidad. En este caso, es necesario tener en cuenta el fertilizante aplicado, lo cual normalmente no se hace en la región.

Tamaño de las semillas (peso-unidad, g/100 semillas) y longitud de las vainas del frijol. En monocultivo, los granos pesaron más ($P < 0.05$), aunque la diferencia en relación con el frijol asociado con Maní Forrajero fue sólo de 11%. En este caso no se realizaron pruebas de calidad fisiológica para estimar los efectos de la asociación en el vigor de la semilla.

La longitud de las vainas y el número de granos/vaina de frijol no presentaron diferencias significativas por efecto del sistema de cultivo. En monocultivo, la longitud varió entre 8 y 16 cm con una desviación de ± 2 cm y en la asociación varió entre 9 y 15 cm con una desviación ± 1.5 cm.

Cuadro 2. Características de rendimiento del frijol ICA-Caucaya en monocultivo y asociado con Maní Forrajero. Armenia, Colombia.

Variable	Unidad	Monocultivo	Asociado
Rendimiento de grano	(kg/ha)	967 a*	638 b
Longitud de vaina	(cm)	11.9	10.7
Semilla/vaina	(no.)	4.48	3.9
Peso-unidad del grano	(g/100)	37.6	33.2

* Rendimientos seguidos de letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Lo anterior sugiere que el efecto del Maní Forrajero en el rendimiento de grano del frijol estuvo asociado principalmente con el menor número de vainas por planta y después con el menor tamaño de los granos.

Rendimiento del maíz ICA V-305. En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en los tratamientos con maíz ICA V-305 en monocultivo y asociado.

El rendimiento de grano no presentó diferencias significativas en los sistemas de siembra evaluados. Los rendimientos obtenidos en monocultivo (4833 kg/ha) y en asociación (4688 kg/ha) se encuentran dentro del rango encontrado con esta variedad en la región (ICA, FENALCE y CENICAFE, 1993). La falta de competencia se debió, posiblemente, a la alta eficiencia fotosintética del maíz, una planta C₄ con alto índice de área foliar, que le permite una alta tasa de acumulación de materia seca y, por lo tanto, no es afectada por un cultivo de lento desarrollo inicial como el Maní Forrajero.

Cuadro 3. Características de rendimiento del maíz ICA V-305 en monocultivo y asociado con Maní Forrajero. Armenia, Colombia.

Variable	Unidad	Monocultivo	Asociado
Rendimiento de grano	(kg/ha)	4833	4688
Mazorcas/planta	(no.)	1.37	1.44
Peso-unidad de grano	(g/100)	27.2	27.7

Número de mazorcas/planta y tamaño del grano (peso-unidad, g/100) del maíz. Los sistemas de cultivo no afectaron estos componentes de rendimiento (Cuadro 3). Es importante destacar nuevamente que los sistemas asociados de maíz con Maní Forrajero no afectaron los componentes de rendimiento del primero; además, esta asociación favoreció el mayor crecimiento de los estolones de la leguminosa y la reducción en los costos de aporque del maíz.

Conclusiones

Los rendimientos de semilla y de grano obtenidos en este ensayo permiten recomendar a los productores de la zona cafetera de Colombia, el sistema de producción de semilla de Maní Forrajero Perenne en cultivo asociado con maíz o frijol. La asociación que presenta las mejores ventajas es la de Maní Forrajero con maíz. La competencia generada por ambos cultivos no afectó el tamaño de la semilla de Maní Forrajero.

Summary

The establishment and seed production of *Arachis pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne, in association with maize or beans, was studied in a sandy loam Andosol of El Porvenir farm (rain forest, 1,300 m.a.s.l., and 2,700 mm rainfall) in Armenia, Colombia. A randomized complete block experiment design was used with three replications. Plots were 9 m x 4 m. Useful sample area for maize and beans was 18 m² and for Maní Forrajero, 3 m². Treatments used were: (1) sole-cropped *A. pintoi* cv. Maní Forrajero Perenne; (2) sole-cropped maize; (3) sole-cropped beans; (4) Maní Forrajero Perenne associated with beans; and (5) Maní Forrajero Perenne associated with maize. There were a total of 15 experimental units (plots), spaced at 1 m both between and within blocks. In the associated systems, planting densities were 20 kg/ha for Maní Forrajero Perenne, 80 kg/ha for beans ICA-Caucaya, and 25 kg/ha for maize ICA V-305. Fertilizers were preplant incorporated in Maní Forrajero at the following rates: 1 t/ha of dolomitic lime (600 kg/ha Ca), 240 kg/ha Mg, 40 kg/ha P, and 80 kg/ha K. Fertilizers, once mixed, were placed at the bottom of the furrow and manually covered before planting. In monocrop systems, Maní Forrajero and beans were planted in furrows spaced at 0.5 m, and maize in furrows spaced at 1 m. In the associated system, Maní Forrajero and beans were planted at 0.25 m, in alternate double furrows (0.5 m between two rows of the same crop). In the Maní Forrajero-maize system, Maní Forrajero was planted at 0.5 m and maize at 1 m between furrows. Weed control was manual until the crops covered more than 80% of the soil.

Maní Forrajero was harvested manually 1 year after planting. Vegetative material was removed and a 10-cm layer of soil was collected and passed through a sieve. The seed obtained was washed and sun-dried to a 10% moisture content. Beans, due to their exuberant initial growth, invaded the associated Maní Forrajero. This initially caused a change in growth habit of Maní Forrajero, which presented etiolation and fewer green leaves than in monoculture. However, once the beans reached harvest maturity, Maní Forrajero showed a quick recovery.

The association Maní Forrajero-maize had an excellent establishment. Maní Forrajero quickly established itself, developing stolons up to 35 cm long in the 3 months following planting, whereas, at this same age in the monocrop, stolons had only reached a length of 20 cm. Seed yield of Maní Forrajero was high, whether in monoculture (6.3 t/ha) or in association with beans (5.4 t/ha) or maize (5.2 t/ha). In the three planting systems, 100-seed weight was 18.8 g, and seed purity, 98%. Maní Forrajero did not affect the yields of the associated crops.

Referencias

- Cook, B. G. y Franklin, T. G. 1988. Crop management and seed harvesting of *Arachis pintoï* Krap. et Greg. nom. nud. J. Appl. Seed Prod. 6:26-30.
- _____; Williams, R. J.; y Wilson, G. P. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars. B. Legumes. 21. *Arachis*. (a) *Arachis pintoï* Krap et Greg. nom. nud. (Pintoï peanut) cv. Amarillo. Aust. J. Exp. Agric. 30:445-446.
- Domínguez, J. A. y De la Cruz, R. 1990. Competencia nutricional de *Arachis pintoï* como cultivo de cobertura durante el establecimiento de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 18:1-7.
- Dwyer, G. T.; O'hare, P. J.; y Cook, B. G. 1989. Pintoï's peanut: A ground cover for orchards. Queensl. Agric. J. May-June 1989:153-154.
- Ferguson, J. E. 1994. Seed biology and seed systems for *Arachis pintoï*. En: Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 122-133.
- _____; Cardozo, C. I.; y Sánchez, M. S. 1992. Avances y perspectivas en la producción de semilla de *Arachis pintoï*. Pasturas Tropicales 14(2):14-22.
- Grof, B. 1984. *Arachis pintoï*: Una leguminosa forrajera promisoría para los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas tropicales-boletín informativo 7:1-4.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario)-FENALCE (Federación Nacional de Cerealistas)-CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 1993. Variedades de maíz para la zona cafetera. Sección de Divulgación de CENICAFE. Código 02-4.3-263.
- Kerridge, P. C. y Hardy, B. (eds.). 1994. Biology and agronomy of forage *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 209 p.
- Lascano, C. y Thomas, D. 1988. Forage quality and animal selection of *Arachis pintoï* in association with tropical grasses in the eastern plains of Colombia. Grass Forage Sci. 43:433-439.
- Rincón, C. A.; Cuesta, M. P. A.; Pérez, B. R.; y Lascano, C. E. 1992. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoï* Krapovickas y Gregory): Una alternativa para ganaderos y agricultores. Boletín ICA no. 219. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 23 p.
- SRN (Secretaría de Recursos Naturales de Honduras). 1993. Maní Forrajero cv. Pico Bonito (*Arachis pintoï* Krapovickas y Gregory): Una alternativa para los ganaderos y agricultores del trópico húmedo. Dirección General de Ganadería y Departamento de Investigación y Fomento Ganadero. La Ceiba, Honduras. 14 p.
- Suárez, S.; Nortcliff, S.; y Ward, M. D. 1990. The establishment of forage legumes under field conditions in the Colombian coffee zone. Ph.D. Thesis. Department of Solis Science, University of Reading, Londres, Inglaterra.
- van Heurck, B. L. 1990. Evaluación del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con las leguminosas forrajeras *Arachis pintoï* CIAT 17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 127 p.