

Cultivar Porvenir

Nuevo Maní Forrajero Perenne
(*Arachis pintoii* Krap. y Greg. nom. nud., CIAT 18744)

**Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y
conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje**

*“Después de demostrar una innovación, usted
debe hacerse a un lado y observar como los
agricultores descubren otros conocimientos por si
solos”*
Nathan Russell (Boletín *Cultivando Afinidades*, Oct.
1997).

Pedro J. Argel
Milton Villarreal M.

Maní Forrajero Perenne cv. Porvenir
(*Arachis pintoii* Krap. y Greg. nom. nud.)
(CIAT 18744)

Pedro J. Argel
Milton Villarreal M.¹

1. Introducción

Durante las últimas décadas los centros nacionales e internacionales de investigación forrajera en Centro y Sur América, han realizado esfuerzos conjuntos para la identificación de leguminosas tropicales productivas y persistentes, no solo para mejorar la calidad nutritiva de la dieta del ganado, sino con otras alternativas de uso tales como abonos verdes, cobertura en plantaciones permanentes y utilización en programas de conservación y control de erosión del suelo.

La identificación y selección del Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory nom. nud.) en Costa Rica, es resultado del esfuerzo interinstitucional entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y varias instituciones nacionales entre las cuales se cuenta el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de éste país. Esta leguminosa ha mostrado buena adaptación a gran variedad de suelos y climas, es compatible con gramíneas estoloníferas y agresivas del género *Brachiaria* y *Cynodon*, produce buena cantidad de forraje de alta calidad y es bien consumida por los animales.

El *A. pintoii* tiene alta variación intraespecífica, por lo que existen posibilidades de identificar líneas de uso múltiple dentro de la especie. El MAG liberó en 1994 el cv. Maní Mejorador (*A. pintoii* CIAT 17434) después de varios años de investigación sistemática que se iniciaron en la Estación Experimental Los Diamantes en 1987. Otra de las líneas promisorias identificadas fue el *A. pintoii* CIAT 18744, el cual se le ha denominado cv. Porvenir en honor a la finca El Porvenir de la Cooperativa Agroindustrial "Coopeagri" localizada en Pérez Zeledón; dicha Cooperativa ha sido activo colaborador en el proceso de evaluación de nuevas líneas de *A. pintoii*.

El cv. Porvenir está ampliamente difundido en Costa Rica. Se le utiliza en pasturas asociadas de gramínea / leguminosa, en cobertura de plantaciones permanentes, en programas de conservación de suelos y como planta ornamental.

¹ Agrónomos respectivamente del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Las direcciones correspondientes son: IICA/CIAT, Apdo 55-220 Coronado, San José y Escuela de Agronomía del ITCR, sede Sta Clara, San Carlos, Costa Rica.

2. Origen

El género *Arachis* es originario de América del Sur y está restringido naturalmente a Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay (Valls y Simpson, 1995). La especie *A. pintoi* se le atribuye a Krapovickas y Gregory, aunque ésta no ha sido descrita en forma válida, por lo que se acepta actualmente sólo como un nombre (*nomen nudum*) (Ressler, 1980). Dado que la taxonomía de *Arachis* está en constante revisión, no es extraño que la clasificación de la especie cambie en el futuro.

El *A. pintoi* cv. Porvenir fué colectado en 1981 en Brasil por J. Valls y W. Werneck de CENARGEN / EMBRAPA en las márgenes del Río Preto, cerca a la localidad de Unaí en el estado de Minas Gerais (Valls, 1992). El sitio se ubica a 850 m.s.n.m., 16° 08' de latitud sur y 47° 13' de longitud oeste. Esta accesión fue donada por las anteriores instituciones brasileras al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1984, donde se le asignó el código de introducción CIAT 18744; en 1987 fué introducida para evaluación a Costa Rica dentro del convenio entre el antiguo Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y el MAG. El primer sitio de siembra fue la Estación Experimental Los Diamantes localizada en Guápiles.

3. Descripción morfológica

El *Arachis pintoi* cv. Porvenir es una planta herbácea perenne de crecimiento rastrero y estolonífero, tiene raíz pivotante, hojas alternas compuestas de cuatro folíolos, tallo ligeramente aplanado con entrenudos cortos y flor de color amarillo. Similar al cv. Maní Forrajero Perenne (CIAT 17434), descrito por Rincón et al.(1992), el cv. Porvenir posee folíolos aovados, pero más pequeños, glabros y de color verde intenso como se muestra en la Figura 1; presenta venas en las estípulas pero pocas cerdas sobre éstas en contraste con el primero (Maass et al., 1993). La variación morfológica entre nuevas líneas de *A. pintoi* ha sido confirmada por Valls (1992), particularmente en lo que se refiere al color de las flores, forma y tamaño de folíolos y presencia o ausencia de pelos en los entrenudos, estípulas y pecíolos.

Figura 1. Similitud y diferencia morfológica entre el cv. Porvenir y el cv. Maní Mejorador.

La flor del cv. Porvenir tienen una corola en forma amariposada con un estandarte de color amarillo; alas igualmente amarillas; quilla puntiaguda, curvada y de color amarillo pálido. Las flores se originan de inflorescencias axilares en forma de espigas; la floración es indeterminada y continua, la cual es mayor al comienzo de la época lluviosa o después de podas a la planta en períodos cortos de sequía

La flor se marchita inmediatamente después de la fecundación e inicia la formación del carpóforo que se desarrolla a partir de la base del ovario. El carpóforo con el ovario en la punta crece hacia el suelo en respuesta a estímulos geotrópicos y termina por enterrar el fruto a profundidades variables dependiendo de la textura del suelo, aunque generalmente la mayor proporción de frutos se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad. El fruto es una vaina indehisciente que contiene normalmente una semilla.

4. Adaptación

El cv. Porvenir se adapta bien en zonas tropicales bajas con precipitaciones desde 1500 hasta 3500 mm anuales. No se tiene totalmente definido la altura máxima sobre el nivel del mar hasta la cual la leguminosa es productiva, pero se ha notado que en alturas intermedias de aproximadamente 1400 m.s.n.m la planta pierde agresividad, las hojas se tornan pequeñas y el crecimiento inicial es bastante lento.

El cv. Porvenir crece bien en suelos pobres, ácidos, con alta saturación de aluminio, pero se da mejor en suelos de mediana fertilidad, franco arenosos con buen contenido de materia orgánica. Este cultivar tolera mejor la sequía que el cv. Maní Mejorador y aún en sitios con 4 a 5 meses secos, puede mantener estolones verdes y retener buena proporción de follaje. También tolera la sombra y debido a su rápido establecimiento es recomendado como cultivo de cobertura en plantaciones permanentes tales como café, cítricos, árboles maderables, palma africana y macadamia. El alto desarrollo estolonífero del cv. Porvenir, hasta 555 estolones/m² a los tres meses de edad en condiciones de trópico húmedo, le favorece en programas de conservación de suelo (CIAT, 1990).

5. Plagas y Enfermedades

Son pocas las plagas y enfermedades de importancia económica reportadas hasta la fecha en el cv. Porvenir. Las hormigas arrieras (*Atta* sp.) tienen preferencia por el Maní Forrajero y pueden causar defoliación total aunque no destruyen totalmente el cultivo; algo similar ocurre con la presencia de comedores de hojas y algunas larvas de lepidópteros.

En algunos sitios de trópico húmedo y en los meses de mayor precipitación, se han reportado altas poblaciones (hasta 40 adultos/m²) de babosa, principalmente *Sarasinula plebeia* y *Vaginulus* spp. en el cv. Porvenir. Estas producen clorosis y daños físicos al follaje, pero no matan las plantas (Zumbado y Campos, 1996; Pinzón et al., 1996). En

Costa Rica se ha informado que la babosa hospeda en su ciclo de vida al nemátodo *Angiostrongylus costaricensis*, el cual en estado de larva de tercer estadio puede afectar la salud humana si se consumen vegetales contaminados con baba de babosa. La enfermedad se le conoce como Angiostrongilosis abdominal o Mal de Morera y causa serios problemas al tejido intestinal de los humanos (Solís, 1997; Morera, 1991).

En Masatepe (Nicaragua), se ha observado que en plantaciones de café con cobertura de *A. pintoii* cv. Porvenir, se incrementa la población de taltuzas (*Orthogeomys* sp.); un roedor presente en ciertas áreas del país que se alimenta del follaje, de las raíces y de los frutos del Maní, para lo cual hace túneles superficiales que causan daño a las raíces del café y de otros arbustos utilizados para sombra del cultivo (Staver, 1996). De manera similar, investigaciones realizadas en plátano y banano en Costa Rica con cobertura de *A. pintoii* CIAT 18748, reportan mayor pérdida de plantas de estos cultivos debido a taltuzas, donde estuvo presente la leguminosa como cobertura (Vargas, 1997).

En semilleros localizados en trópico húmedo de Costa Rica, el insecto *Cyrtomenus bergi*, el cual para alimentarse perfora raíces y frutos en formación, causa alto pudrimiento de vainas por ataque secundario de hongos del suelo como *Fusarium oxysporum*, y por lo tanto reduce significativamente los rendimientos de semilla del Maní.

Varias enfermedades foliares han sido reportadas en el cv. Porvenir, pero sin causar disminución importante en la producción de follaje. Las de mayor ocurrencia son la costra causada por el hongo *Sphaceloma arachidicola*, mancha de cuña (*Leptosphaerulina crassiasca*), antracnosis (*Colletotrichum truncatum*) y mancha foliar causada por *Rhizoctonia solani*. La presencia de mosaico causada por potivirus no ha sido reportada hasta la fecha en Centroamérica.

El Maní Forrajero es buen hospedero del nemátodo barrenador del banano, *Rhodopolus similis* (Araya, 1996; Vargas, 1997). Sin embargo, se ha observado, aunque no de manera concluyente, que la densidad del nemátodo disminuye en las raíces de banano cuando se cultiva en asocio con el Maní (Vargas, 1997). También se reporta que el cv. Porvenir hospeda el nemátodo de la raíz *Meloidogyne incognita*, pero sin efecto aparente en la producción de forraje. En este sentido falta hacer más estudios al respecto.

Tanto en pasturas como en semilleros del cv. Porvenir, aparecen ocasionalmente áreas aisladas y pequeñas que muestran un enroscamiento de las hojas muy similar a los síntomas que presenta esta leguminosa cuando se le aplica dosis subletales de herbicidas hormonales, o cuando está sometida a estrés hídrico. No se tiene completamente claro la causa de esta sintomatología, pero se le ha asociado con problemas causados por hongos del género *Rhizoctonia* en la raíz. Aparentemente el hongo tapona los vasos comunicantes del tallo y produce estrés en la planta. La sintomatología se presenta con mayor frecuencia en sitios saturados de humedad o en suelos con alto contenido de materia orgánica; el problema desaparece después de un tiempo sin causar mortalidad significativa de plantas.

6. Crecimiento y Producción de Forraje

Una característica del cv. Porvenir es que produce significativamente más estolones y de mayor longitud en condiciones similares de crecimiento que el cv. Maní Mejorador (Cuadro 1), lo cual se traduce en mayor número/m² de puntos de crecimiento, nudos y biomasa de raíces (Figura 2); por esta razón el cv. Porvenir cubre más rápido el suelo y compite mejor con malezas durante la fase de establecimiento (Villarreal y Vargas, 1996). Sin embargo, esta característica depende del sitio de crecimiento. Observaciones realizadas en seis sitios contrastantes de suelo y clima en Colombia, mostraron un crecimiento estolonífero promedio de 9.1 y 11.5 cm/día respectivamente para el cv. Porvenir y el Maní Mejorador (CIAT, 1995); pareciera que este último tiende a crecer mejor en condiciones intermedias de temperatura.

Figura 2. Crecimiento y desarrollo estolonífero del *A. pintoi* cv. Porvenir

Cuadro 1. Desarrollo estolonífero y de raíces después de 24 semanas de crecimiento de dos cultivares de *Arachis pintoi* establecidos en Florencia, Costa Rica (Adaptado de Villarreal y Vargas, 1996).

Cultivar	Longitud de estolones (m/m ²)	Estolones (No/0.07 m ²)	Puntos de crecimiento (No/m ²)	Nudos (No/m ²)	Raíces (No/m ²)
Porvenir	188 a*	97 a	1162 a	9314 a	1309 a
Maní Mejorador	73 b	36 b	519 b	3495 b	224 b

* Valores con diferente letra en una misma columna difieren significativamente (P< 0.05)

En suelos de mediana fertilidad del trópico húmedo y subhúmedo, el cv. Porvenir produce mayores rendimientos de materia seca que el cv. Maní Mejorador. El Cuadro 2 muestra resultados obtenidos en San Carlos, Costa Rica, en un sitio ubicado a 172 m.s.n.m y con precipitación anual de 3062 mm. Los suelos tienen bajos contenidos de fósforo, pero aceptables niveles de micronutrientes y un pH de 5.8 (Villarreal y Zúñiga, 1996). La producción total de materia seca del cv. Porvenir superó en 14% la del cv. Maní Mejorador, diferencia que disminuyó a mayor edad de la planta.

Resultados similares se han observado en ecosistemas de sabana, trópico húmedo, trópico seco y laderas de Colombia, aunque en este caso los rendimientos promedios de materia seca después de 20 semanas de crecimiento han sido mucho menores y se reportan en 0.23 y 0.50 t/ha respectivamente para el cv. Maní Mejorador y el cv. Porvenir (CIAT, 1996).

Cuadro 2. Rendimientos de materia seca (t/ha) de dos cultivares de *Arachis pintoi* en San Carlos, Costa Rica. (Adaptado de Villarreal y Zúñiga, 1996).

Cultivar	Frecuencia de cortes (semanas)		
	4	8	12
	(t/ha)		
Porvenir	2.0 a*	4.6 a	7.1 a
Maní Mejorador	1.8 b	3.7 b	6.6 a

* Promedios con diferente letra en una misma columna difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

7. Establecimiento

El establecimiento del cv. Porvenir puede hacerse por medio de material vegetativo (estolones) o de semilla, bien sea en terrenos preparados en forma convencional con arado y rastra o utilizando labranza mínima, como el uso de herbicidas no selectivos para eliminar la vegetación existente.

La cantidad de estolones o semilla necesaria varía según se trate del establecimiento de un cultivo puro para semillero o cobertura, o de una pastura asociada de gramínea / leguminosa. Entre 1.8 a 3.7 t/ha de estolones son necesarios para el establecimiento de 1 ha en monocultivo en condiciones favorables de humedad, distribuyendo los estolones a chorro continuo en surcos separados respectivamente a 1.0 y 0.5 m de distancia; la cantidad necesaria de estolones puede obtenerse de un área aproximada de 300 a 700 m² de un semillero bien establecido (Cuadro 3). Para similar área y a las mismas distancias de siembra, son necesarios de 6 a 10 kg de semilla con 90% de germinación, la cual puede distribuirse en forma continua sobre surcos o a golpes distanciados 0.50 m entre plantas.

Para el establecimiento de asociaciones se requieren aproximadamente 3/4 partes de la cantidad de estolones o de semilla utilizada en monocultivo. Los estolones deben tener más de 8 semanas de edad para asegurar un buen prendimiento, siempre y cuando la humedad del suelo sea adecuada (Figura 3). M. Villarreal (comunicación personal) encontró en un semillero de 8 meses de edad del cv. Porvenir establecido en San Carlos (Costa Rica), un rendimiento de 44 a 68 t/ha de estolones; con 1 m² de éste semillero se establecieron entre 20 a 30 m lineales de terreno a estolón seguido. A manera de guía y dependiendo de la distancia de siembra, condición del semillero y condición para la siembra, se ofrece información adicional sobre necesidades de material vegetativo en el Cuadro 3.

Figura 3. Desarrollo y corte de estolones de más de 8 semanas de edad del *A. pinto* cv. Porvenir.

El método más costoso de establecimiento, debido al número alto de jornales necesarios, es por medios vegetativos, el cual se estima en USD 200/ha en surcos distanciados 0.50 m y estolones colocados en forma continua para cobertura en banano (Granstedt y Rodríguez, 1996). Una alternativa más económica para establecer el cv. Porvenir como cobertura, es regar al boleto los estolones, luego pisarlos o cubrirlos con residuos vegetales. Este procedimiento requiere de buena humedad en el suelo y los problemas iniciales de malezas pueden acentuarse debido a que el Maní toma de 6 a 9 semanas para cubrir adecuadamente el suelo.

Cuadro 3. Área de semillero y material vegetativo necesarios para el establecimiento de 1 ha del cv. Porvenir y relaciones área de semillero/área sembrada utilizando diferentes densidades de siembra en surcos. (Adaptado de Villarreal et al., 1997).

Distancia entre surcos (m)	Adecuada humedad en el suelo			Humedad poco favorable		
	Relación área semillero/área sembrada (ha)	Material vegetativo necesario (t/ha)	Área de semillero (m ²) necesaria para 1 ha	Relación área semillero/área sembrada (ha)	Material vegetativo necesario (t/ha)	Área de semillero (m ²) necesaria para 1 ha
0.5	1:15	3.7	666	1:10	5.5	1000
1.0	1:30	1.8	333	1:20	2.7	500
1.5	1:45	1.2	222	1:30	1.8	333
2.0	1:60	0.9	167	1:40	1.4	250

7.1. Siembra por semilla y manejo pos-siembra

El establecimiento del cv. Porvenir con semilla, en pasturas asociadas gramínea/leguminosa, puede hacerse en surcos alternos distanciados 0.5 m entre ellos y 0.5 m entre plantas. También se ha tenido éxito con la siembra de 2 surcos de la gramínea seguido por 1 de la leguminosa. En cualquier caso, el establecimiento apropiado de la asociación está estrechamente relacionado con el manejo pos-siembra. Lo recomendado es hacer pastoreos tempranos al potrero (2 a 3 meses después de la siembra), con el propósito de reducir la competencia de la gramínea y favorecer el establecimiento del Maní. Los pastoreos pueden ser de uno o dos días y con alta carga animal; normalmente los animales causan poco daño a la leguminosa por la poca disponibilidad inicial de ésta y el hábito de crecimiento muy pegado al suelo de los estolones.

Algunos productores tienen la práctica de dejar semillar pastos del género *Brachiaria* antes de un primer pastoreo con el objeto de garantizar buen establecimiento de la gramínea, pero en asociaciones *Brachiaria/Arachis* esta práctica perjudica el crecimiento del Maní, debido a que la competencia de la gramínea asociada no permite el crecimiento adecuado de la leguminosa en la fase de establecimiento y ésta tiende a desaparecer.

7.2. Siembra en potreros establecidos con gramíneas

En pasturas ya existentes de gramíneas puras (variedades de *Brachiaria* o pasto Estrella por ejemplo), el cv. Porvenir puede establecerse en surcos o franjas distanciadas a 1 m. Inicialmente se debe dar un pastoreo a fondo de la gramínea, luego se queman franjas con herbicidas no selectivos como glifosato (Roundup). Sobre las franjas quemadas se pueden abrir surcos donde se colocan los estolones o la semilla (Figura 4); alternativamente se puede sembrar a chuzo sobre la franja quemada si no se dispone de maquinaria o bueyes para abrir surcos. En este caso se recomienda el mismo manejo pos-siembra que el descrito anteriormente, o sea pastorear el potrero lo antes posible, ojalá dentro de la rotación normal de uso si el ganadero tiene establecido un sistema rotacional de pastoreo en su finca, por ejemplo de 7 días de pastoreo y 30 de descanso.

Figura 4. Establecimiento de *A. pintoii* cv. Porvenir sobre franjas quemadas con herbicida y luego abiertas con surcador en un potrero establecido de gramíneas.

Siguiendo las recomendaciones anteriores se estableció exitosamente el cv. Porvenir en pasturas de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (pasto Peludo en Costa Rica) de 15 años de edad en predios de la Escuela Centro Americana de Ganadería en Atenas (Francisco Romero, comunicación personal). Cinco meses después de la siembra la proporción de Maní fue de 10 por ciento, pero éste se ha incrementado y estabilizado en aproximadamente 40 por ciento dos años después, como lo muestra la Figura 5.

Figura 5. Proporción de *A. pintoi* cv. Porvenir dos años después de establecido en un potrero de 15 años de edad de *B. decumbens* cv. Basilisk (Pasto Peludo).

En condiciones de San Carlos y en un rango de alturas desde los 83 hasta los 1700 m.s.n.m., el cv. Porvenir se sembró en forma vegetativa en pasturas ya en uso de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), pasto Estrella (*Cynodon* spp.) y *B. brizantha* cv. Marandú. La siembra a espeque no favoreció el establecimiento de la leguminosa particularmente donde la biomasa de la gramínea era muy alta, en tanto la siembra en surcos fue mejor (Villalobos et al., 1996). De igual forma, la siembra en surcos con estolones a chorro seguido en potreros viejos de Ratana (*Ischaemum indicum*), ha dado buenos resultados, con proporciones del cv. Porvenir superiores al 50%; en este caso no se utilizó herbicida para la quema de los surcos, los que fueron hechos con un surcador ó “pico de zoncho” (Argel et al., 1995).

Dada la capacidad de establecimiento dentro de gramíneas en uso, el cv. Porvenir es adecuado para la recuperación de potreros degradados. Una forma es la preparación de franjas cada 4 a 5 m con dos o tres pases de rastra, inmediatamente después de un sobrepastoreo del potrero. Sobre la franja preparada se siembra la leguminosa en surcos diatanciados 1.0 m bien sea con semilla o material vegetativo; alternativamente si la humedad del suelo es adecuada, se puede regar el material vegetativo de la leguminosa al voleo seguido por un pase ligero de rastra.

8. Fertilización, inoculación de la semilla y fijación de nitrógeno.

La mayoría de los suelos en zonas ganaderas de Costa Rica son del tipo ultisol e incepetisol, los cuales son deficientes en elementos esenciales, particularmente fósforo

(P). Por lo tanto, es recomendable fertilizar el Maní Forrajero durante el establecimiento aplicando entre 25 a 30 kg/ha de P, 30 kg/ha de potasio y 10 kg/ha de azufre. A partir del segundo año y al comienzo de las lluvias, se recomienda aplicar una tercera parte de la cantidad de fertilizantes utilizados para el establecimiento.

En suelos de buena y moderada fertilidad, el cv. Provenir nodula con cepas nativas de rhizobium, lo que favorece la fijación de nitrógeno atmosférico. Sin embargo, la leguminosa responde a la inoculación, particularmente en suelos pobres del tipo ultisol, y por esto es recomendable inocular tanto la semilla y el material vegetativo previo a la siembra con la cepa de rhizobium CIAT 3101, la cual está disponible comercialmente en Costa Rica.

Trabajos recientes sobre fijación de nitrógeno utilizando la técnica de dilución isotópica con ^{15}N , han mostrado 4 meses después de siembra, que el 53.9 % del nitrógeno en la planta entera del cv. Porvenir, proviene de la atmósfera. Este valor es ligeramente inferior al obtenido con el cv. Maní Mejorador (57.8 %). Sin embargo, dada la mayor producción de biomasa del cv. Porvenir, se ha estimado con base a datos de fijación biológica de nitrógeno en invernadero y datos de rendimientos de biomasa en el campo, que éste último podría estar fijando alrededor de 528 kg N/ha/año, mientras que el cv. Maní Mejorador estaría fijando cerca de 414 kg N/ha/año. Datos adicionales con el cv. Porvenir mostraron que, mientras en la parte aérea el 50.5% del nitrógeno provino de la atmósfera, en la parte subterránea, la contribución del nitrógeno derivado de la fijación biológica alcanzó el 56.7% (Rodríguez, 1998).

9. Control de malezas

El cv. Porvenir es de lento crecimiento recién establecido, por lo tanto en sitios con complejos agresivos de malezas la competencia inicial puede ser alta. Los herbicidas alaclor (Lazo) y pendimetalina (Prowl) aplicados en premergencia a razón de 2.5 y 1.0 kg/ha respectivamente, controlan malezas y son selectivos al Maní (Argel y Valerio, 1992). En posemergencia, la mezcla de paraquat con diurón (Gramurón), aplicado al 0.5% controla malezas anuales de hoja ancha y angosta. Este herbicida no selectivo afecta igualmente al Maní, pero éste tiene la capacidad de recuperarse en el corto plazo (Araya et al., 1996).

El control de malezas en potreros asociados puede hacerse en forma mecánica o con herbicidas. El cv. Porvenir tolera dosis bajas de herbicidas hormonales como el 2,4-D (menos de 1 l/ha de producto comercial), aunque estos alteran el posterior desarrollo de la planta; sin embargo, la persistencia se asegura de estolones sobrevivientes y de semilla enterrada en el suelo (Argel et al., 1996). En lo posible la aplicación de los herbicidas hormonales debe hacerse en forma dirigida a las malezas, utilizando bomba de espalda o mecheros.

9. Valor nutritivo y producción animal

El cv. Porvenir es de alta calidad forrajera dado el alto consumo animal y los buenos contenidos de proteína y digestibilidad (Figura 6). El nivel de proteína cruda en las hojas oscila entre 17 y 20% dependiendo de la edad de la planta; la digestibilidad varía entre 67 y 71% y es ligeramente superior a la encontrada en el cv. Maní Mejorador (Quan et al., 1996; CIAT, 1995).

Figura 6. Consumo de *A. pinoi* cv. Porvenir por vacas de leche.

La buena calidad forrajera del cv. Porvenir se refleja en altos índices de producción animal. El Cuadro 4 muestra ganancias de peso en terneras de remplazo tipo Jersey con acceso por 5 horas diarias a un banco de la leguminosa de 34 días de recuperación. La gramínea acompañante estuvo formada por una mezcla de pasto Estrella y Kikuyo, fertilizados con 250 kg/ha de nitrógeno (Quan et al., 1996). La alta calidad forrajera del cv. Porvenir compensó la disminución en cantidad de concentrado ofrecida a las terneras, y cuando éstas tuvieron acceso al banco de leguminosa, ganaron significativamente más peso que el grupo mantenido sólo con concentrado. No solamente se tuvo un sistema más económico de alimentación basado en la leguminosa, sino también terneras de mayor peso.

Cuadro 4. Ganancia de peso de terneras Jersey con y sin acceso a un banco de proteína de *A. pintoi* cv. Porvenir en Ochomogo, Costa Rica (Adaptado de Quan et al., 1996).

	Carga (UA/ha)	Ganancias de peso (g/an/día)
<u>Ensayo 1</u>		
Con acceso al cv. Porvenir +1.5 kg/día de concentrado	3.3	595 a*
Sin acceso al cv. Porvenir +2.0 kg/día de concentrado	3.3	554 b
<u>Ensayo 2</u>		
Con acceso al cv. Porvenir +1.0 kg de concentrado	4.2	537 c
Sin acceso al cv. Porvenir +1.0 kg de concentrado	4.2	444 d

* Promedios seguidos por letras diferentes dentro de un mismo ensayo son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Estudios similares han mostrado que el pastoreo de terneras Jersey en bancos de proteína del cv. Porvenir, permitió reducir el uso de concentrado y los costos de alimentación en 50% (Cuadro 5). La reducción de concentrado de 2 a 1 kg/ternera/día, causó una ligera disminución (no significativa), en las ganancias de peso diarias; sin embargo, la carga animal promedio en la leguminosa fue alta, estimándose que es necesario asignar 30 m²/100 kg peso vivo (Rojas-Bourillón et al., sometido a publicación).

Cuadro 5. Crecimiento de terneras Jersey con acceso a un banco de *A. pintoi* cv. Porvenir y diferentes raciones de concentrado (Adaptado de Rojas-Bourillón et al., sometido a publicación).

Alimentación	Peso inicial terneras (kg)	Peso promedio a los 168 días (kg)	Ganancia de peso promedio a los 168 días (g)	Carga animal en el área de Maní (U.A/ha)
2 kg concentrado + Maní	85.6	159.5	440	6
1 kg concentrado + Maní	85.8	153.8	405	6

* No significativo (P < 0.05)

También, en sistemas de corte y acarreo del cv. Porvenir, se sustituyó con éxito el uso de heno y se obtuvieron mayores ganancias de peso en la crianza de terneras Holstein, lo cual fue relacionado con una mayor ingesta de nutrientes (Cuadro 6). Sin embargo, cuando la sustitución del heno por Maní se acompañó de una reducción del nivel de concentrado (2 a 1 kg/animal/día), se obtuvo una dieta de menor costo pero se deprimió la ganancia de peso diario de las terneras, atribuido a una limitante en el consumo de energía (Rojas-Bourrillón et al., sometido a publicación).

Cuadro 6. Crecimiento de terneras Holstein utilizando *A. pinto* cv. Provenir en un sistema de corte y acarreo como sustituto total de heno y parcial de concentrado. (Adaptado de Rojas-Bourrillón et al., sometido a publicación).

	Heno + 2 kg de concentrado	Maní + 2 kg de concentrado (kg/animal/día)	Maní + 1 kg de concentrado
Ganancia de peso (112 días)	0.56	0.64	0.47
Consumo de forraje:			
Kg/día	1.29	11.19	11.05
Kg MS/día	1.14	1.90	1.87
Kg MS/100 kg PV	0.58	0.99	1.09
Peso inicial (kg)	118.4	118.6	118.3
Peso final (kg)	180.6	190.6	171.5

En un sistemas similar de corte y acarreo en San Carlos (Costa Rica), pero para alimentación de vacas lecheras con niveles de producción entre 10 y 14 kg/vaca/día, el uso del cv. Porvenir más banano verde, permitió sustituir entre 56% y 78% del concentrado, sin efectos significativos en la producción y calidad de la leche (Ugalde, 1998).

En la misma localidad de San Carlos, novillas tipo Brahman de 200 y 400 kg ganaron 18.5% más de peso cuando tuvieron acceso por 3 horas diarias a bancos de leguminosas de los cvs. Porvenir y Maní Mejorador, en comparación con novillas sin acceso al banco (Villarreal, 1996). En este caso, el área estimada necesaria de leguminosa de 28 días de recuperación, fue de 4 m² por cada 100 kg de peso vivo animal.

11. Cobertura en plantaciones y conservación del suelo

Debido al abundante desarrollo estolonífero y el buen cubrimiento del suelo, el cv. Porvenir es preferido como cobertura en plantaciones de café, cítricos, árboles maderables y macadamia entre otros (Figura 7). El uso en cultivos de banano ha sido cuestionado en Costa Rica debido a que el Maní es hospedero de nemátodos de la raíz en

éste cultivo, y se piensa que esto puede afectar la productividad del banano en el mediano plazo; sin embargo, estudios concluyentes no han sido reportados al respecto hasta la fecha.

Por el contrario, Pérez (1997) encontró después de cuatro ciclos de cosecha de banano cv. Gran Enano con cobertura de los cvs. Maní Mejorador y Porvenir, valores significativos mayores de área foliar, peso del racimo y número de manos por racimo, en comparación con el testigo sin cobertura. En este caso el Maní se sembró tres meses después de establecido el banano y no se reporta competencia por nutrientes entre las dos especies, contrario a lo reportado por Vargas (1997) en banano y plátano establecidos dentro de una accesión diferente de *A. pintoi* (CIAT 18748), de seis años de edad. Aquí el Maní redujo el crecimiento y vigor inicial de los cultivos, lo cual estuvo asociado con menores niveles foliares de P, Mn y K en los mismos. Pareciera que el Maní Perenne compite fuertemente por nutrientes si se establece en forma simultánea con cultivos perennes, o cuando se plantan cultivos en áreas ya establecidas con la leguminosa.

Figura 7. Utilización de *A. pintoi* cv. Porvenir como cobertura en una plantación de Laurel (*Cordia alliodora*).

La utilización del cv. Porvenir para reducir erosión del suelo en áreas de ladera con fuertes pendientes y a lo largo de taludes desnudos en las vías públicas, es de amplio uso en Costa Rica. Al momento no se dispone de cifras sobre área total sembrada, ni de la cantidad de suelo que se conserva con la cobertura del Maní, pero dado el buen cubrimiento de éste, las pérdidas de suelo deben ser mínimas (Figura 8).

Figura 8. Utilización de *A. pintoii* cv. Porvenir para controlar erosión del suelo en taludes de canal.

12. Producción de semilla

El patrón de florecimiento y formación de semilla del cv. Porvenir es similar a la del cv. Maní Mejorador; es decir florece a través de todo el año, pero la densidad de flores se incrementa después de precipitaciones precedidas de períodos secos. En Guápiles - trópico muy húmedo de Costa Rica- el primero produjo en promedio menos flores (12 flores/día/m²) que el segundo (18 flores/día/m²) en un período de observación de un año, obviamente con fluctuaciones considerables asociadas a la distribución de la precipitación del sitio (Argel, 1995). Esto contrasta con lo observado por Villarreal y Vargas (1996) en condiciones similares de clima en San Carlos; en este caso el promedio diario/m² de flores fue de 21 y 17 respectivamente para el cv. Porvenir y el Maní Mejorador.

La semilla del Maní Forrajero se encuentra en alta proporción (más de 70%) en los primeros 10 cm del suelo, independiente de la textura de éste como se ilustra en la Figura 8 (Argel et al., 1996). Los rendimientos de semilla dependen del clima y de las características del suelo (Ferguson, 1995), y obviamente de la eficiencia de la cosecha, la cual se facilita en suelos arenosos o franco-arenosos fáciles de romper y zarandear. En suelos de mediana fertilidad localizados en climas intermedios y con buena distribución de la precipitación, se han obtenido los rendimientos más altos de semilla en plantaciones establecidas con semilla, en contraste con los establecidos con material vegetativo (Cuadro 7).

Figura 8. Raíces y frutos (vainas) de *A. pintoi* cv. Porvenir en los primeros 10 cm del suelo.

Cuadro 7. Rendimiento de semilla de *Arachis pintoi* en localidades de Colombia y Costa Rica.

Cultivar	Rendimientos de semilla (Kg/ha)			
	Colombia (Chinchiná) *	(Guápiles)**	Costa Rica (San Isidro) **	(San Carlos)+
Porvenir	4500 a ++	550 a	700 a	209 a
Maní Mejorador	7280 b	2080 b	800 a	1401 b

++ Promedios en los sitios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0.05$, Duncan).

* Cosecha única a los 14 meses de establecido el cultivo a partir de semilla (Ferguson, 1994).

** Promedios de varias cosechas entre los 8 y 20 meses de edad de cultivo establecido a partir de material vegetativo (Argel y Valerio, 1993).

+ Cosecha única a los 11 meses de establecido el cultivo con material vegetativo (Villarreal y Vargas, 1996).

El Cuadro 7 muestra de manera consistente que el cv. Porvenir rinde menos semilla que el cv. Maní Mejorador en condiciones similares de crecimiento. Esto podría estar asociado con menor capacidad de floración en algunos lugares; sin embargo, se piensa que el factor que más influye en los bajos rendimientos de semilla, es la alta densidad de estolones que el cv. Porvenir produce, los cuales se convierten en una barrera que impide el normal desarrollo de los carpóforos en el proceso de crecimiento de éstos para enterrar la semilla en el suelo. Esto es particularmente evidente en condiciones de suelos fértiles en sitios de trópico húmedo.

12. Diferencias y semejanzas entre los cvs. Maní Mejorador y Porvenir

El cv. Porvenir y el cv. Maní Mejorador son morfológicamente diferentes. Ambos tienen hojas aovadas, pero las del primero son más pequeñas y de color verde más intenso. Este también produce estolones más largos y mayor número de nudos por m²; las flores son similares en forma y tamaño, pero las del cv. Porvenir son de un amarillo más intenso. Otras características que valen la pena mencionar son las siguientes:

- a. Ambos pueden establecerse por semilla o material vegetativo
- b. El cv. Porvenir es más estolonífero y de establecimiento más rápido que el cv. Maní Mejorador
- c. El cv. Porvenir controla mejor malezas en cultivos de cobertura
- d. El cv. Maní Mejorador produce más semilla en condiciones similares de crecimiento
- e. El cv. Porvenir es ligeramente de mejor calidad forrajera (proteína y digestibilidad)
- f. El cv. Porvenir tolera mejor la sequía que el cv. Maní Mejorador

13. Referencias

- Araya, M. 1996. Capacidad hospedante de *Arachis pintoi* a *Rodopholus similis*. Revista semestral de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA S.A.), Costa Rica, 21(45): 19-24.
- Araya, E.; Elizondo, J.; Jiménez, C. y Quan, A. 1996. Observaciones sobre el control de malezas en un banco de proteína de *Arachis pintoi*. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 71 - 78.
- Argel, P. J. y Valerio, A. 1992. Selectividad de herbicidas en el control de malezas en *Arachis pintoi*. Pasturas Tropicales 14: 23 - 26.
- Argel P. J. and Valerio, A. 1993. Effect of crop age on seed yield of *Arachis pintoi* at two sites in Costa Rica Central America. In: Proceedings of the XVII International Grassland Congress. 13-16 February 1995, New Zeland. p. 1696 - 1698.
- Argel, P. J. 1995. Experiencia regional con *Arachis* forrajero en América Central y México. En: P. C. Kerridge (ed.). Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Publicación No. 245. p. 144 - 154.
- Argel, P. J.; Valerio, A. y Martínez, R. 1996. Efecto de la quema y la aplicación de herbicidas en la sobrevivencia de *Arachis pintoi*. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 61 - 70.
- Argel, P.J.; Villarreal, M.; Valerio, A. y Monge, L.F. 1995. Comportamiento de *Arachis pintoi* solo y asociado con especies de *Brachiaria* en pasturas invadidas por Ratana. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 35 - 44.
- CIAT. 1995. Tropical Forages Program. Biennial Report 1994-1995. Work Document No. 152. Cali, Colombia. p. 12-1
- CIAT. 1996. Tropical Forages Program. Annual Report 1996, November 1996. Cali, Colombia. 44 p.

- CIAT. 1990. Programa de Forrajes Tropicales. Informe Anual 1990. Documento de Trabajo No. 89. Cali, Colombia. p. 11-9.
- Ferguson, J. E. 1995. Biología de la semilla y sistemas de producción de semilla para *Arachis pintoii*. En: P. C. Kerridge (ed.). Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Publicación No. 245. p. 131 - 143.
- Grandstedt, R. y Rodríguez, A. M. 1966. Establecimiento de *Arachis pintoii* como cultivo de cobertura en plantaciones de banano. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoii* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 184 - 187.
- Maass, B. L.; Torres, A. M. and Ocampo, C. H. 1993. Morphological and isozyme characterisation of *Arachis pintoii* Krap. et Greg. nom. nud. germplasm. Euphytica 70: 43 - 52.
- Morera, P. 1991. Abdominal Angiostrongilosis. In: G. T. Strickland (ed.). Hunter's Tropical Medicine, VII edition (USA). p. 771 - 773.
- Pérez, L. 1997. Evaluación de introducciones de *Arachis pintoii* como plantas de cobertura viva en banano, cv. 'Gran enano' (*Musa AAA*).). Revista semestral de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA S.A.), Costa Rica, 22(48): 77-88.
- Pinzón, B.; Avila, M. y Montenegro, R. 1996. Resultados preliminares de la introducción de *Arachis pintoii* en pasturas de Pangola y *Brachiaria* en Panamá. En: P. J. Argel y A. Ramírez P.(eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoii* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 123 - 128.
- Quan A., A.; Rojas B., A. y Villalobos, L. 1996. *Arachis pintoii* CIAT 18744 como banco de proteína para el desarrollo de terneras de reemplazo. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoii* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 26 - 34.
- Ressler, P. M. 1980. A review of the nomenclature of the genus *Arachis* L. Euphytica 29: 813 - 817.
- Rincón C., A.; Cuesta M., P. A.; Pérez B., R.; Lascano, C. E. y Ferguson, J. 1992. Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Una Alternativa para

Ganaderos y Agricultores. Publicación del ICA (Colombia). Boletín Técnico No. 219. 18 p.

- Rodríguez F., R. 1998. Determinación de la fijación de nitrógeno de *Arachis pintoi* y su recuperación por el pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) mediante la metodología de ¹⁵N. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 113 p.
- Rojas-Bourillón, A.; Villarreal, M.; Hidalgo, E. y Quan, A. 1998. Validación del uso de Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) para terneras de lechería. I. Reducción de concentrado y empleo de Maní como única fuente forrajera en terneras Jersey. En imprenta.
- Rojas-Bourillón, A.; Quan, A.; Rojas, M. y Villarreal, M. 1998. Validación del uso de Maní Forrajero (*Arachis pintoi*) para terneras de lechería. II. Utilización como forraje de corte. En imprenta.
- Solís R., M. I. 1997. Parásito ataca población infantil. Periódico La Nación (Costa Rica), domingo 26 de enero 1997. p. 4A.
- Staver, Ch. 1996. *Arachis pintoi* como cobertura en el cultivo del café: resultados de investigación y experiencia con productores en Nicaragua. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 150 - 170.
- Ugalde, M. 1998. Uso de banano y *Arachis pintoi* como sustitutos parciales del concentrado en la alimentación de vacas lecheras en Santa Clara, San Carlos. Práctica de Especialidad, Ing. Agrónomo. Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. 32 p.
- Valls, J. F. M. 1992. Orígen do germoplasma de *Arachis pintoi* disponivel do Brasil. En: E. A. Pizarro (ed.). Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales - RIEPT. 1a. Reunión Sabanas, 23 - 26 de noviembre de 1992, Brasilia, Brasil. Documento de Trabajo No. 117. EMBRAPA, CPAC, CIAT. p. 81 - 96.
- Valls, J. F. M. y Simpson, C. E. 1995. Taxonomía, distribución natural y atributos de *Arachis*. En: P. C. Kerridge (ed.). Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Publicación No. 245. p. 1 - 20.
- Vargas, A. 1997. Cultivo de banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*) en presencia y ausencia de una cobertura vegetal viva (*Arachis pintoi* CIAT 18748). Revista semestral de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA S.A.), Costa Rica, 22(48): 23-39.

- Villarreal, M. y Vargas, W. 1996. Establecimiento de *Arachis pintoi* y producción de material para multiplicación. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 79 - 99.
- Villarreal, M. y Zúñiga, L. 1996. Frecuencia de corte y productividad de accesiones de *Arachis pintoi*. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 45 - 49.
- Villarreal, M. 1996. Desarrollo de bovinos en pasturas de Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con y sin acceso controlado a un “banco de proteína” a base de la leguminosa *Arachis pintoi*. Informe Final Proyecto de Investigación. Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. 35 p.
- Villarreal, M; Rojas-Bourillón, A. y Villalobos L. 1997. Uso de *Arachis pintoi* como forraje en la producción de leche y carne en condiciones del trópico húmedo. Día de Campo – Subasta Ganadera de Pital. Nov.15, 1997. Pital de San Carlos. 12 p.
- Villalobos, L; Villarreal, M. y Araya, E. 1996. Establecimiento de *Arachis pintoi* en fincas lecheras de San Carlos, Costa Rica. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 113 - 118.
- Zumbado, C. y Campos C., E. 1996. Experiencia en el establecimiento de *Arachis pintoi* en la zona de Upala, Costa Rica. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. Documento de Trabajo No. 159. p. 119 - 122.