



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

POSTGRADO PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN
EL TRÓPICO

**ESTABLECIMIENTO DE *Arachis pintoi* Krap. & Greg.
COMO COBERTURA DE SUELO EN PLÁTANO MACHO
EN CÁRDENAS, TABASCO.**

E D E R R A M O S H E R N Á N D E Z

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

H. CÁRDENAS, TABASCO 2009


La presente tesis, titulada: **Establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. & Greg. como cobertura de suelo en plátano macho en Cárdenas, Tabasco**, realizada por el alumno: **Eder Ramos Hernández**, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

POSTGRADO PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

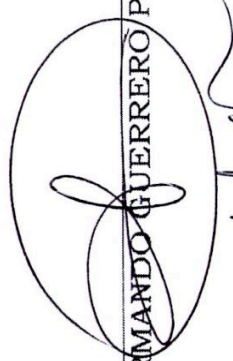
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. ÁNGEL SOL SÁNCHEZ

ASESOR:




DR. ARMANDO GUERRERO PEÑA

ASESOR:



DR. JOSÉ JESÚS OBRADOR OLÁN

ASESOR:



DR. EUGENIO CARRILLO ÁVILA

H. Cárdenas, Tabasco 10 de Diciembre del 2009

RESUMÉN GENERAL

El experimento se realizó en Cárdenas, Tabasco en una plantación de plátano macho, en un suelo con textura franca, pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica y nitrógeno total bajo; con la finalidad de evaluar la repuesta al establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como una cobertura viva, el cual se plantó a una distancia de 30 cm entre plantas y líneas. Se evaluaron tres porcentajes de sombra producida por la plantación de plátano macho (21, 45 y 50 %). Estadísticamente el nivel con menor porcentaje de sombra presentó los valores más altos en el índice de sobrevivencia de estolones de *Arachis pintoi* (ISE) a los 60 días después de la siembra (dds) y registró cobertura del suelo de 94.2 % y crecimiento lateral de estolones de 112.5 cm con altura promedio de 6.2 cm (febrero-mayo 2009). Para evaluar la efectividad *Arachis pintoi* Krap. y Greg en el control de arvenses como una cobertura viva. Se utilizó un arreglo factorial alojado en un diseño de bloques completos al azar, con el sombreado y el tipo de cobertura vegetal asociada al plátano como factores, con tres repeticiones. Tanto el factor sombreado como el de cobertura tuvieron dos niveles: 50 y 45 % de sombra, y materia seca (MS) producida en suelo enmalezado y suelo con *Arachis pintoi* Krap. y Greg, respectivamente. Se utilizaron el índice de Shannon-Weaver (H') y el índice de similitud de Sörensen (S) para determinar la riqueza de especies a los 11 meses después del establecimiento del experimento, los valores de H' no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y un $S= 0.78$ entre los dos niveles de sombra. Las especies arvenses más dominantes fueron: *Talinum triangulare*, *Syngonium podophyllum*, *Paspalum paniculatum*, *Commelina diffusa*. Entre los tratamientos probados, el tratamiento de suelo con arvense con un nivel de 50 % de sombra fue el que presentó estadísticamente mayor producción de materia seca (MS) (375.37 ± 83.39 g m⁻²) que los otros tratamientos. La MS producida por *Arachis pintoi* Krap. y Greg. fue igual estadísticamente con 45 % de sombra (198 g m⁻²) a la producida con 50 % sombra (150.40 g m⁻²). Se encontró que el nivel de efectividad del *Arachis pintoi* Krap. y Greg.

en el control de arvenses fue del 52.3 % (con 45 % de sombra) y 70.5 % (con 50 % sombra).

Palabras claves: Sombra, Supervivencia, Crecimiento, Altura, Efectividad, Materia seca, Shannon-Weaver, Similitud.

ABSTRACT

The research was carried out in Cárdenas Tabasco Mexico, in a soil with loamy texture, Ph. moderately acidic, content of organic matter and total nitrogen low and cultivate with plantain plantation in order to evaluate the response at establishment of *Arachis pintoi* Krap Y Greg as living mulch, which was planted to 30 cm between plans and lines. It was evaluated three percentages of shade produce by the plantain (21 %, 45 % and 50 %). Statistically the lower percentage of shade had the higher values on the survival index of stolons of *Arachis* 60 days after sowing, and showed a 94.2 % of surface covered by this plant. Their average high was 6.2 cm from February to May 2009. The effectiveness for weeds control was evaluated through of a factorial design housed in a randomized complete block, with the shading and the type of cover as factors associated to plantain with three replications. Shade and cover was evaluated at 50 and 45 %. Likewise it was evaluated dry matter produced in soil with weed and soil with *Arachis pintoi* Krap. y Greg respectively. It was used the Shannon Weaver Index (*H'*) and Sörensen (*S*) index in order to determine the species richness. After eleven months after established the experiment *H'* values did not had significance differences with $S=0.78$ in both shade percentages. Common species were *Tainum triangulare*, *Syngonium podophyllum*, *Paspalum paniculatum*, *Commelina diffusa*. The treatment with weeds with 50 % of shade had statically the highest value of dry matter (MS) (375.37± 83.39 g m⁻²). Dry matter produced by *Arachis pintoi* Krap. y Greg was statically higher with 45 % percentage of shade (198 g.m²). It was found that the effectiveness level in *Arachis pintoi* Krap. y Greg , in weeds control was 52.3 % with 45 of shade and 70.5 % with 50 of shade respectively.

Key words: Shade, survival, growth, effectiveness, Dry matter, Shannon-Weaver, Similarity

AGRADECIMIENTOS

A Dios, lámpara es a mis pies tu palabra, y lumbrera a mi camino (Salmo 119: 105).

A mi esposa, madre, padre y hermanas, por su gran respaldo que me han brindado a lo largo de mi vida.

Al CONACYT, por el apoyo económico para la realización de mis estudio de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, por concederme la oportunidad de formación académica

Al Dr. Ángel Sol Sánchez, por la oportunidad y confianza que me brindó para adelantar mis estudios de Maestría.

A los Dres. Armando Guerrero, José Jesús Obrador, por su confianza, respaldo, labor en la enseñanza y orientación en mi trabajo de investigación.

Al Dr. Eugenio Carrillo Ávila, por su disposición y ayuda en mi trabajo de tesis.

A los productores de plátano macho Asunción López y Adrian Ramos, por haberme facilitado las plantaciones para la realización del presente trabajo.

A todos los colegas de curso, por los momentos de convivencia.

A todos, mis más sinceros agradecimientos.

DEDICATORIA

A MI HIJA

ELIS REGINA

RAZÓN MÁS GRANDE DE TODOS MIS ESFUERZOS

CONTENIDO

RESUMEN GENERAL.....	I
ABSTRACT	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE FIGURAS	XII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVOS	3
Objetivo general.....	3
Objetivos particulares:.....	3
HIPÓTESIS.....	4
Hipótesis particulares.....	4
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia de los plátanos en México	5
Cantidad y valor de la producción nacional de plátano y banano	5
Cantidad y valor de la producción estatal de Plátano y Banano	8
Arvenses	9
Interferencia entre arvenses y cultivo.....	10
Métodos de control de arvenses	12
Cultivos de cobertura.....	15
Cacahuatillo (<i>Arachis pintoi</i> Krapovickas y Gregory nom. Nud).....	18
Características botánicas	19

Características agronómicas.....	20
Cultivares	21
Establecimiento	23
Principales usos.....	25
Ventajas de uso de Cacahuatillo	31
Formas de propagación.....	34
REFERENCIAS	35

CAPITULO III: *Arachis pintoi* KRAP. Y GREG., COMO COBERTURA DE SUELO EN CULTIVOS DE PLÁTANO MACHO (*MUSA AAB*) EN CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO...... 44

RESUMÉN	44
ABSTRACT.....	44
INTRODUCCIÓN	45
MATERIALES Y MÉTODOS	47

Mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RAFA).....	48
Estimación de sombra bajo dosel de plátano macho	49
Variables edáficas, económicas y de crecimiento y desarrollo del <i>Arachis</i> ...	49
Análisis estadístico	50

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 50

Características fisico-químicas del suelo.....	50
Radiación fotosintéticamente activa (RAFA)	51
Índice de sobrevivencia de estolones (ISE).....	52
Crecimiento lateral de estolones (CLE)	53
Cobertura de <i>Arachis</i> (CA)	54

Altura	54
Estimaciones económicas	55
CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS	57
CAPITULO IV: EFECTO DE ARACHIS PINTOI KRAP. Y GREG. SOBRE ARVENSES	
EN PLANTACIÓN DE PLÁTANO MACHO EN CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO.	
.....	62
RESUMÉN	62
ABSTRACT	63
INTRODUCCIÓN	63
MATERIALES Y MÉTODOS	65
Diseño experimental	67
Muestreo de arvenses	67
Riqueza de especies	67
Biomasa aérea (BA) en las arvenses y <i>A. pintoi</i>	68
Efectividad en el control de arvenses	68
Análisis estadístico	69
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
Flora arvense en plátano macho con 45 y 50 % de sombra en estrato herbáceo al inicio del experimento.....	69
Valor de importancia (VI) de arvenses	72
Respuesta de Flora arvense a los 11 meses después de establecer los tratamientos.....	74
Materia seca (MS) de arvenses y <i>Arachis pintoi</i> en cultivo de plátano macho.	78

Materia seca (MS) producida por <i>A. pintoi</i>	79
CONCLUSIÓN	84
REFERENCIAS	84
CAPITULO V: CONCLUSIONES GENERALES	91

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1	Principales productores de banano y plátano.....	7
Tabla 2	Cultivares comerciales de <i>Arachis pintoi</i> en el trópico Americano y Mundial.....	23
Tabla 3	Arreglos de siembra con material vegetativo del <i>A. pintoi</i> ..	24
Tabla 4	Ganancia de peso y consumo de forraje en terneras Holstein de 6 meses de edad suplementadas con heno de Pangola, <i>A. pintoi</i> cv. Porvenir (CIAT 18744) y concentrado.....	27
Tabla 5	Área foliar de plantas madres y peso de racimos de banano para cuatro ciclos con diferente manejo de cobertura.....	29
Tabla 6	Escala para determinar porcentaje de cobertura en <i>A. pintoi</i> Krap. y Greg.....	50
Tabla 7	Fertilidad inicial ¹ de los suelos en cada sitio experimental.....	51
Tabla 8	Radiación fotosintéticamente activa (RAFA) media bajo dosel de plátano, % sombra para cada sitio donde se estableció <i>Arachis pintoi</i> Krap. y Greg.....	52
Tabla 9	Población inicial de <i>A. pintoi</i> Krap. y Greg. establecido como cultivo de cobertura en cultivo de plátano macho...	53
Tabla 10	Crecimiento lateral de estolones (CLE), cobertura del suelo (CA) de <i>Arachis pintoi</i> Krap. y Greg. a los 9 meses después de la siembra en cultivo de plátano macho.....	54
Tabla 11	Arvenses encontradas en los dos niveles de sombra que genera el cultivo de plátano macho al inicio del trabajo....	71

Tabla 12	Índice de Shannon-Weaver (H') y Sørensen (S) calculado entre las especies presentes para cada tratamiento a niveles de sombra en plantación de plátano macho al inicio del trabajo, en Cárdenas, Tabasco.....	72
Tabla 13	Índice de Shannon-Weaver calculado entre las especies presentes para cada tratamiento a 2 niveles de sombra en plantación de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco..	75
Tabla 14	Materia seca (MS) de arvenses y <i>Arachis pintoi</i> producida en cada tratamiento a 2 niveles de sombra en cultivo de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco.....	79
Tabla 15	Materia seca (MS) de <i>Arachis pintoi</i> producida en cada nivel de sombra en plantación de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco.....	80

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1	Efecto de las plantas de cobertura.....	16
Figura 2	Área de estudio. Ranchería Habanero 2da. Sección, Cárdenas, Tabasco.....	48
Figura 3	Comportamiento de altura promedio de <i>Arachis pintoi</i> Krap. y Greg.....	55
Figura 4	Familias y especies de arvenses presentes en plantaciones establecidas de plátano macho con dos niveles de sombra en Cárdenas, Tabasco.....	70
Figura 5	Valor de Importancia (VI) de las arvenses para un nivel de sombra 45 % en estrato herbáceo.....	73
Figura 6	Valor de Importancia (VI) de las arvenses para un nivel de sombra 50 % en estrato herbáceo.....	74
Figura 7	Especies con porcentajes importancia (VI) más alto para cada tratamiento/repetición a nivel de Sombra 45 %. Rep1= Repetición 1; Rep2= Repetición 2; Rep3= Repetición 3.....	76
Figura 8	Especies con porcentaje de importancia (VI) más alto para cada tratamiento/repetición a nivel de Sombra 50 %. Rep1= Repetición 1; Rep2= Repetición 2; Rep3= Repetición 3.....	77
Figura 9	Efectividad en control de arvenses (%) de <i>Arachis pintoi</i> en 2 niveles de sombra en cultivo de plátano macho.....	83

INTRODUCCIÓN GENERAL

El cultivo de las Musáceas, mejor conocidas como banano (*Musa carvedishii* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.) representa uno los frutales básicos en la alimentación mexicana; y las dos variedades más cultivadas. El cultivo del plátano macho en el estado de Tabasco presenta dificultades como la degradación del suelo y arvenses que determina la productividad de estos cultivos, lo cual origina un bajo rendimiento y producción de las plantas.

Por otro lado, la degradación del suelo se define como un proceso que reduce la capacidad actual y potencial del mismo para producir cuantitativa y/o cualitativamente bienes o servicios (Martín de Santa, 2001). Suelos del trópico que han estado sometidos a un uso intensivo por largo tiempo han manifestado cambios adversos en el estado nutricional y materia orgánica. Por lo tanto, una disminución en la productividad agrícola.

Por tal, razón se requieren prácticas agrícolas que reviertan esta situación, como son las plantas de cobertura, las cuales no son sembradas con el objetivo de cosecharlas y obtener beneficio económico de ellas (Sanchol y Cervantes, 1997).

El uso de coberturas puede disminuir la necesidad de herbicidas en el control de arvenses, reducir la pérdida del suelo, mejorar la estructura del suelo, mejorar la retención de la precipitación, aportar nitrógeno al suelo, reciclar nutrientes, reducir la presencia de plagas, insectos y patógenos (Sanchol y Cervantes, 1997; Valles y Castillo, 2006).

De las plantas que han sido utilizadas y con mejores resultados se encuentran las leguminosas. Zwart *et al.*, (2005) evaluó cinco plantas como coberturas de leguminosas; encontró que el *Arachis pintoi* Krap. y Greg. *nom. Nud.* (comúnmente conocido como cacahuatillo), en comparación con demás coberturas aporta verdaderos beneficios a la salud del suelo, contribuyendo a la fertilidad del mismo por medio de la materia orgánica producida, la cual puede facilitar la disponibilidad

de nutrientes, reduciendo la erosión, escorrentía y germinación de especies de arvenses.

El cacahuatillo es una planta herbácea, perenne de crecimiento rastrero y estolonífero con buena adaptación a las tierras bajas del trópico húmedo (Rincón, 1999). Esta especie cubre totalmente el suelo donde se establece, alcanza alturas de 15 a 20 cm cuando se encuentra en monocultivo y 40 cm cuando tiene competencia por sombra con otras plantas; las hojas son alternas compuestas, con cuatro folíolos ovados, de color verde claro a oscuro (Meléndez y Vázquez, 2007). El tallo es ramificado, circular, ligeramente aplanado, con entrenudos cortos y estolones que pueden alcanzar una longitud de 1.5 m; su raíz es pivotante y crece hasta 30 cm de profundidad (Argel y Villarreal, 1998).

El cacahuatillo presenta una floración indeterminada y continúa, las inflorescencias son axilares en espigas, con hipantio de color rojizo y flores color amarillo (Meléndez y Vázquez, 2007). Su mejor adaptación se obtiene en suelos de mediana fertilidad, tolera suelos ácidos con alta saturación de aluminio, aunque su mejor desarrollo y producción se obtiene en suelos de textura franca hasta arcillosa (Argel y Villarreal, 1998).

El cacahuatillo es una leguminosa promisoría para asociarla como cobertura en plantaciones cítricas y otros cultivos de alto valor comercial como plátano, piña, café y papaya, arboles maderables (Argel y Villarreal, 1998; Rincón, 1999; Valles y Castillo, 2006). La ventaja que ofrece con respecto a otras leguminosas que se emplean como cobertura es que no enreda en los árboles; otras ventajas adicionales es el mejoramiento de los contenidos de nitrógeno y materia orgánica del suelo y sobre todo el control de arvenses (Meléndez, 2003; Meléndez y Vázquez, 2007).

La razón que originó el inicio de este trabajo está justificada en el hecho de que con el uso de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. *nom. Nud.* como planta de cobertura ayudara a reducir la gran cantidad que se utiliza de fertilizantes químicos, herbicidas y ayude a

incrementar los rendimientos en suelos bajo plantaciones de plátano macho (*Mussa paradisica* L.) en el estado de Tabasco, lo cual permitiría ahorrar dinero a los productores en relación del control manual de las arvenses.

La cual beneficiara a los productores en cuanto al control de arvenses que compiten por agua, nutrientes y luz. Dicha competencia ocasiona una reducción en la producción, por lo tanto, el interés de los productores en estar controlándola con frecuencia de 30 días mediante el control químico (herbicidas) y manual. Ambas prácticas perjudican la sostenibilidad del sistema, ya que inciden de forma negativa, sobre las propiedades físico-químicas del suelo (Negrín *et al.*, 2007). La cobertura del suelo impide la germinación de semillas de arvenses, limitando la competencia de esta planta con los cultivos. Por otra parte el uso de fertilizantes nitrogenados que ha traído como consecuencia realizar aplicaciones más frecuentes, aumentan el costo en la producción.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en el control de arvenses en plantaciones de plátano macho (*Mussa paradisiaca* L.) en Cárdenas, Tabasco.

Objetivos particulares:

1. Evaluar el establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en el agroecosistema plátano macho en Cárdenas, Tabasco.
2. Determinar la capacidad de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. para controlar arvenses en plátano macho en Cárdenas, Tabasco.

3. Evaluar el aporte de biomasa aérea de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como cobertura de suelo en plantación de plátano macho.

HIPÓTESIS

Hipótesis particulares

1. Las condiciones agroecológicas del plátano macho son adecuadas para establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como cultivo de cobertura.
2. *Arachis pintoi* Krap. y Greg. reduce la presencia de especies arvenses en el agroecosistema plátano macho.
3. La producción de biomasa aportada por *Arachis pintoi* Krap. y Greg. es mayor que la aportada por las arvenses asociadas en plantaciones de plátano macho.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de los plátanos en México

La producción de bananos y plátanos constituye una de las ramas más importantes de la fruticultura mexicana; tal importancia radica en sus siguientes cualidades (Foro bananero, 2003):

- Es una fruta apreciada por la población en virtud de su permanente disponibilidad, bajo precio y alto valor nutricional como fuente de energía y minerales.
- Extensamente cultivados y cosechados en el país con 72,709 hectáreas (ha) y 1.8 millones de toneladas producidas en promedio durante el período 1995-2001.

Con referencia al nombre del plátano en México se ha generalizado en toda la población, sin embargo, de acuerdo a los especialistas, la nomenclatura se basa en la forma de consumirse, los bananos son los que se consumen como fruta cruda o fresco y plátanos los que se consumen cocinados (Vázquez, 2004).

En México se cultivan principalmente seis variedades de plátano: Enano Gigante, Valery, Roatan, Dominico, Macho y Pera. Siendo el Enano Gigante (*Cavendish AAA*) el principal al ocupar el 75 % de la superficie total con plátano seguida por el macho (*AAB*) con el 14 %, Manzano (*AB*) 4.5 %, Dominico ó Dátil (*AA*) 2.8 %, Pera (*ABB*) 1.8 % y Valery (*AAA*) 0.4 % (Foro bananero, 2003; Orozco-Romero y Orozco-Santos, 2004).

Cantidad y valor de la producción nacional de plátano y banano

El 95 % de la producción está destinada al mercado nacional y el 5 % restante es destinado a la exportación sin embargo, se han abierto últimamente posibilidades de incrementar la exportación; las áreas productoras se localizan en las regiones tropicales de la costa del Golfo de México y Océano Pacífico. La producción de plátano

y banano para el año 2000 al 2008 se ubico en 18 entidades que se agrupan en tres regiones productoras: Región del Golfo de México (Tabasco, Veracruz y Oaxaca) que ocupa el 43% de la superficie nacional cultivada, Región del Pacífico Centro (Colima, Michoacán, Jalisco, Guerrero y Nayarit) con el 24 % y la Región del Pacífico (Chiapas) con un 30 % (Foro bananero, 2003; Orozco-Romero y Orozco-Santos, 2004). Sin embargo, los principales productores de plátano y banano son: Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima y Michoacán ya que el volumen de producción que se obtiene en estos estados representó en promedio el 85.7 % de la producción nacional durante el periodo de 1997-2007 (SAGARPA, 2009).

El estado de Chiapas sobresale en comparación con los estados mencionados, al obtener en promedio una producción de 689,000 toneladas (t) con una tasa media anual de crecimiento (TMAC) de -2.1 y Tabasco alcanzó 527,000 t la cual se duplica, al pasar de 309,000 t en 1997 a 630,000 t en 2007, es decir se obtuvieron 321,000 t más, lo que significa una TMAC de 7.4 % (Tabla 1).

Durante el periodo de 1997 a 2007 la variedad enano gigante es la que domina en producción, la segunda variedad que más se produce es el plátano macho con 294,647 t; produciéndose la mayor parte en el Estado de Chiapas y en 2007 se obtuvieron 94,326 t; seguido, de Tabasco con 76,405 t (SAGARPA, 2009).

En el caso del plátano macho, el rendimiento nacional es de 18.554 t ha⁻¹; Jalisco es el que mayores rendimientos presenta 26.450 t ha⁻¹, siguiendo Guerrero con 21.320 t ha⁻¹; Chiapas y Tabasco con 20.414 y 19.475 t ha⁻¹, respectivamente (SAGARPA, 2009).

Tabla 1. Principales productores de banano y plátano.

	Riego + Temporal												
	Miles de toneladas												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio	TMAC
Chiapas	680	573	668	701	786	619	709	831	763	703	548	689	-2.1
Tabasco	309	276	350	437	527	612	649	689	653	669	630	527	7.4
Veracruz	243	174	211	203	230	218	217	246	238	274	189	222	-2.5
Colima	88	130	122	153	160	170	159	162	154	151	144	145	5.1
Michoacán	145	144	149	109	104	85	95	108	125	98	108	115	-2.9
Nacional	1,714	1,526	1,752	1,871	2,114	1,997	2,066	2,361	2,250	2,196	1965	1983	14

Fuente: Servicio de Información agropecuaria y Pesquera (SIAP) con datos del SIACON

El precio medio rural del plátano macho tiene fluctuaciones considerables, en 1999 fue de \$2,495 por tonelada, en 2003 de \$1,297 por tonelada y en 2007 de \$3,107 por tonelada; en los Estados de Michoacán, Nayarit y Guerrero se registran los precios medios rurales más altos del plátano macho, \$4,800, \$4,383 y \$4,177 por t, respectivamente, mientras que en Puebla el precio medio rural es de \$1,576 por t, la diferencia en los precios medio rurales probablemente se deba a las distintas calidades del producto, así como a los canales de comercialización que se utilizan en los diversos Estados productores de plátano macho (SAGARPA, 2009).

Cantidad y valor de la producción estatal de plátano y banano

La plantación de plátano macho en el estado de Tabasco ocupó el séptimo lugar de importancia en cuanto a superficie sembrada en el año 2007 con 4,479 ha equivalentes a una producción de 76, 405 t de las cuales, los municipios del Centro y Cunduacán representa el 92 % de la superficie estatal destinada para este cultivo; el municipio de Cárdenas representa el 3.34 % de esta superficie estatal (SAGARPA, 2009).

Tabasco es la segunda entidad productora de plátano en el país, tan sólo en el ciclo del 2000-2008 ha contribuido con el 18 % de la superficie sembrada y con el 28.34 % de la producción a nivel nacional (SAGARPA, 2009).

La principal zona productora se encuentra en la región de la Sierra, en esta región se cultivan aproximadamente 9,200 ha, de las cuales el 60% corresponde a los municipios tabasqueños de Teapa, Tacotalpa y Jalapa; el principal cion cultivado es el "Gran Enano" o "Enano Gigante", con 89.4 % de la superficie bananera regional (Foro bananero, 2003).

Otra región productora del plátano es la región isla que se ubica en la parte central del estado de Tabasco, abarcando parte de los municipios del Centro y Cunduacán; en ella se cultivan aproximadamente 2,200 ha de bananos y plátanos situados sobre las terrazas formadas por los ríos Samaria, Carrizal y Viejo Mezcalapa; existen 959 productores de los cuales el 22% son ejidatarios y el 78% restante son pequeños propietarios con superficie media por productor de 2.3 ha que disponen de escasos recursos económicos y limitada tecnología, lo que

determina que los rendimientos regionales sean bajos, con valores medios de 25 t ha⁻¹ año⁻¹. La comercialización se realiza en racimos y empaques rústicos (fruta desmanada sin seleccionar y en cajas de plástico) a través de intermediarios y con destino principal la Central de Abastos de la Cd. de Villahermosa, sur de Veracruz, Campeche y la Península de Yucatán (Foro bananero, 2003).

Arvenses

Las malezas o malas hierbas, como son ampliamente conocidas las arvenses (derivado del latín arva: campo cultivado); se refieren al efecto nocivo, hacia el cultivo, de las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas; por lo que en primera instancia es común pensar que deberían ser eliminadas por completo de los campos de cultivo para evitar reducir el rendimiento y calidad del cultivo, lo que causa grandes pérdidas económicas al agricultor (Marzocca, 1979; Espinoza y Sarukhan, 1997; Gliessman, 2002; Caamal, 2004).

En trabajos ecológicos sobre malezas se ha seguido la tendencia al cambiar el término “maleza” por el de “arvense o especies adventicias”, términos que no tienen una connotación negativa, sino que hacen referencia a su presencia natural y constante en los sitios perturbados por las actividades agrícolas (Caamal, 2004).

Miranda (1985) al hacer una revisión sobre este tema menciona que la definición más usada en la literatura es “maleza toda planta que crece donde no se le desea o fuera de lugar” sin embargo debe considerarse, que esta definición no es generalizada en los sistemas de producción agrícola del estado de Tabasco, y en general con la mayoría de los estados del sureste del país, pues generalmente en esta región el campesino deja otro tipo de plantas diferentes al cultivo, porque sabe que éstas tienen un valor de uso. El mismo autor concluye lo siguiente: “maleza es un concepto operacional, es decir dependiendo de la región, del tipo de agricultura, de las condiciones sociales y económicas del individuo que trate de definir estas especies”.

Así, las arvenses forman parte de las cadenas alimenticias como productores primarios, lo que la diferencia de otras “plagas”; asimismo, pueden ser protectoras del suelo contra la erosión, aportando materia orgánica al mismo, pueden también

favorecer la presencia de insectos benéficos, como los enemigos naturales de plagas, etc. (Caamal, 2004).

Las arvenses son consideradas organismos estrategias r por ser oportunistas, fácil dispersión, alcanzar madurez rápidamente, ocupar y dominar hábitats perturbados en el paisaje agrícola; una razón por la que especies arvenses sean un problema en los sistemas agrícolas es que los cultivos básicos también son r y las condiciones de perturbación requeridas por los cultivos son las mismas en que las arvenses crecen bien (Gliessman, 2002).

El tipo de arvenses para una plantación determinada, es dependiente si la plantación fue desarrollada a partir de un rastrojo, potreros establecidos, acahuales; en cada caso los arvenses serán diferentes y su manejo será variado, sin embargo cuando la plantación está totalmente desarrollada, se establecerán las arvenses que mejor se adapte a las nuevas condiciones (Pinilla y García, 2002).

Interferencia entre arvenses y cultivo

Los organismos pueden tener entre sí influencias tanto positivas o negativas, dependiendo de la naturaleza de sus interacciones, las cuales tienen impactos dinámicos e importantes sobre los agroecosistemas debido a que tales interacciones añaden o remueven de su ambiente inmediato algún recurso o material y tiene consecuencias inter e intraespecífica; incluyendo de esta forma los efectos alelopáticos y los competitivos producidos por una planta sobre otra (Gliessman, 2002).

La importancia de la competencia con los arvenses depende de cuatro factores: etapa fenológica del cultivo, cantidad de arvenses presentes (básicamente la biomasa acumulada de las mismas), grado de estrés hídrico o nutricional y especies particulares de arvenses (Caamal, 2004); todo lo anterior en condiciones climáticas limitantes, representa un serio problema, pero es más notoria la disminución de los rendimientos. En algunas ocasiones, los síntomas de la competencia pueden pasar inadvertidos durante la etapa de crecimiento (Pinilla y García, 2002).

Algunos arvenses pueden causar más daño que otros, ya sea por la producción de sustancias alelopáticas (metabolitos secundarios que son liberados en la rizósfera) que dificultan o impiden el crecimiento normal del cultivo o a otras arvenses, incrementando así su dominancia, (Rojas, 1980; Caamal, 2004).

El productor controla los arvenses basándose en el tamaño de estas la cual no refleja la real competencia por nutrientes como el P, es decir, cuando se ve en la necesidad de controlar arvenses en base a su biomasa, estas ya han absorbido y concentrado mayor P que otras especies con la misma biomasa, por otro lado las especies que acumulan más N en su biomasa compiten por ejemplo con el maíz más que otras que no contienen este nutriente en su biomasa (Muñoz-Montoya, 1985).

La presión de competencia que los arvenses ejercen en especies frutales sobre los factores de producción (agua, luz y especialmente nitrógeno) será lógicamente mayor en plantaciones recién establecidas o jóvenes (Pinilla y García, 2002).

Por ejemplo en el banano y plátano en el cual los arvenses se consideran un enemigo de primer orden, ya que en este agroecosistema intervienen dentro del equilibrio ecológico provocando problemas fitosanitarios (al constituirse como hospedera de plagas y enfermedades), lento crecimiento, pocos hijos, retraso de la floración, bajos rendimientos; y sus daños sólo son cuantificables al momento de la cosecha, por lo tanto, se deben controlar en los primeros seis meses después de la siembra, pero se recomienda realizar un manejo adecuado durante todo el ciclo de vida (Labrada, 2000; Pinilla y García, 2002; Palencia *et al.*, 2006).

Por lo tanto, la competencia que ejercen los arvenses en plantaciones establecidas, es limitada, si se tienen bajo control ciertas variables (población, distribución, retorno y uso eficiente de los residuos de cosecha), no obstante, este grado de limitación puede variar, dependiendo de cómo se comporten estas variables (Pinilla y García, 2002).

Gliessman (2002) menciona que los compuestos alelopáticos liberados por los arvenses pueden influir directamente sobre la germinación y emergencia de las

semillas de los cultivos, el crecimiento y desarrollo, y la salud de los simbiontes asociados al cultivo en el suelo; un ejemplo de un arvense alelopático es el *Paspalum conjugatum* (un arvense agresivo en los sistemas de cultivos anuales en Tabasco, México), el cual a medida que incrementa la dominancia el decaimiento del maíz se hace más notable, alcanzando un punto donde el maíz ya no es capaz de establecerse cuando el pasto alcanza su máxima densidad; el extracto acuoso del pasto seco en el sitio afecta la germinación y crecimiento inicial de la semilla de maíz, dicha interferencia negativa del pasto en el suelo es reconocida por los agricultores locales como efectos del calor que causa decaimiento del cultivo tornándose de un color amarillento; pero en los estudios no encontraron diferencias en la temperatura del suelo y los efectos inhibitorios persistieron aun cuando los agricultores aplicaron fertilizantes químicos al cultivo en las dosis recomendadas y la lluvia es más que suficiente por lo que consideraron un efecto alelopático.

Algunas plantas comprobadas que pueden resultar alelopáticas al cultivo de plátano son *Centrosema sp.* e *Indigofera sp.* (Labrada, 2000).

Terry (1996), estableció que en los cultivos de plátanos y bananos el control de arvenses es una de las prácticas que determina la productividad de estos cultivos siendo las más severas las gramíneas.

Simmonds (1966) indica que los bananos sufren poco por la competencia de arvenses de hoja ancha y recomienda que algunas especies (particularmente *Commelina spp.*) sean aprovechadas como cobertura beneficiosa del suelo. Hay, sin embargo, un número de arvenses de hoja ancha que son problemáticos, como es el caso de *Chromolaena odorata*, *Convolvulus spp.* e *Ipomoea spp.* los cuales como resultado de la competencia ocasionan amarillamiento del follaje joven, reducción de la altura y el grosor, maduración tardía y rendimientos reducidos.

2.2.2. Métodos de control de arvenses

Debido a la relación de interferencia con el o los cultivos, se han desarrollado diferentes estrategias de control que es preciso tener en consideración por los

efectos que tienen sobre la dinámica de los arvenses-sistemas agrícolas en conjunto (Caamal, 2004) y una de las invenciones modernas aparecidas en la segunda mitad del siglo XIX con relación al aumento de la producción agrícola para satisfacer las necesidades de alimentos que en ese entonces padecía la humanidad, fueron las sustancias químicas en el control de plagas y arvenses de los cultivos (Rojas, 1980, Gliessman, 2002).

La agricultura convencional que implementa las sustancias químicas para controlar las plagas se basa en dos objetivos (Gliessman, 2002):

- 1.- La maximización de la producción.
- 2.- La maximización de las ganancias.

De acuerdo con el mismo autor, para alcanzar estos objetivos se han desarrollado prácticas que no consideran las poco entendidas consecuencias a largo plazo ni la dinámica ecológica de los agroecosistemas. Las seis prácticas básicas que usa la agricultura moderna son:

- 1.- Labranza intensiva.
- 2.- Monocultivo.
- 3.- Irrigación.
- 4.- Aplicación de fertilizantes inorgánicos.
- 5.- Control químico de plagas y arvenses.
- 6.- Manipulación genética de los cultivos.

Los métodos más comunes para el control de arvenses en banano y plátano son (Terry, 1996; Labrada, 2000):

- ✓ Preparación del terreno, que resulta básico para eliminar arvenses perennes, de existir, antes de la plantación.

- ✓ Control mecánico o manual, que es una práctica de rutina para eliminar las arvenses entre las hileras de plantas.
- ✓ Uso de mulch (acolchado), que ya en algunos países se utiliza con éxito para el control de arvenses y preservar humedad del suelo.
- ✓ Uso de plantas de cobertura intercaladas con las de banano o plátano, que a la par de las producciones que se obtienen, pueden ayudar a preservar mejor la fertilidad del suelo.
- ✓ Uso de herbicidas, que resulta siempre útil de ser bien manejados, pero que son sólo factibles según la economía del agricultor.

El método más común de control de las arvenses es cortarlas, de 3-4 centímetros y más veces al año, dejando un acolchado de las mismas sobre el suelo para evitar erosión, el brote de nuevas arvenses y permitir el acceso para la cosecha; pero esta práctica no evita totalmente la competencia ni las elimina eficazmente, además de poder dañar los tallos e hijos del banano (Terry, 1996; Labrada, 2000).

El control químico es ampliamente utilizado por el agricultor en América Latina, el herbicida más utilizado es el paraquat, que si bien actúa rápidamente sobre un buen número de arvenses anuales en tratamientos de post-emergencia y no posee limitaciones con respecto al lapso de la lluvia después de su aplicación, también ha ocasionado algunos problemas de intoxicación en familias de pequeños agricultores (Terry, 1996).

Otro herbicida muy utilizado en la actualidad es el glifosato, el cual elimina numerosas especies anuales y perennes, este debe ser aplicado unas 6 h antes de la lluvia, de lo contrario su efecto se reduce considerablemente y no aplicarlo sobre los hijuelos del plantón por causarle toxicidad (Labrada, 2000).

Pinilla y García (2002) mencionan que el uso de herbicidas, como parte de un tratamiento selectivo, presentara ventaja en relación al control mecánico-manual, como son: oportunidad, menor requerimiento de mano de obra, persistencia del control, eficiencias sobre arvenses perennes, menor costo, menor fatiga del

operario, no diseminación de semillas y menor daño a los puyones; en contra tiene el deterioro de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, el manejo de los productos, contaminación ambiental, posibilidad de generar resistencia de los arvenses por la utilización intensiva de herbicidas, requerimiento de un equipo costoso para las aplicaciones e intoxicación para el aplicador.

Los métodos de control influyen en la población de arvenses, la incidencia de estas se reducen en el método de control químico en comparación con el control de arvenses con azadón y un testigo sin control, unas se pueden ver favorecidas por el deshierbe de un método e incrementarse en cuanto a riqueza de especies, diversidad y equidad durante diferentes ciclos (Tena, 1998). Por ejemplo, la aplicación repetida de paraquat provoca proliferación de *Parthenium hysterophorus*, especie *Asteracea*, tolerante al Paraquat (Labrada, 2000).

Gutiérrez *et al.*, (2002) por la necesidad de disminuir el consumo de agrotóxicos en el manejo del cultivo del plátano en Cuba desarrollaron un experimento para la determinación del efecto de coberturas vivas de leguminosas *Centrosema plumieri*, *Teramnus labialis* y *Stylosanthes guianensis* que produjeron en una plantación de plátano FHIA-03 a dos años de establecimiento de la cobertura, se obtuvo una reducción significativa de las especies de arvenses características del área y competitivas del cultivo, un comportamiento favorable de los indicadores fenológicos, tendencias positivas en cuanto a elementos que pueden definir la calidad del suelo así como de reducción de algunas de las plagas que ocasionan los mayores daños en el plátano. Por último, se apreció aumento en los rendimientos del cultivo principal y un efecto económico positivo en el manejo del agroecosistema, especialmente con el uso de *Teramnus labialis* como cobertura viva.

Cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura son especies que se introducen en las rotaciones de cultivos para proporcionar servicios benéficos al agroecosistema (Teasdale, 2005) y

ya han sido ampliamente recomendadas para inhibir el crecimiento de arvenses (Terry *et al.*, 1996).

El empleo de las plantas de cobertura fue una parte integral de la mayoría de los sistemas agrícolas de los países desarrollados hasta los años cincuenta, hasta esa época las plantas de cobertura y los desechos animales fueron claves para manejar la fertilidad del suelo y sostener la productividad de granos; conforme la agricultura se hizo más especializada, se introdujo la aplicación de fertilizantes como mecanismo de proveer una fuente de N fácilmente disponible y el empleo de plantas de cobertura fue decayendo muy rápidamente en esos países (Sanchol y Cervantes, 1997).

Algunos beneficios generales del uso de plantas de cobertura son resumidos por Wilson *et al.*, 1982 y se describen en la Figura 1.

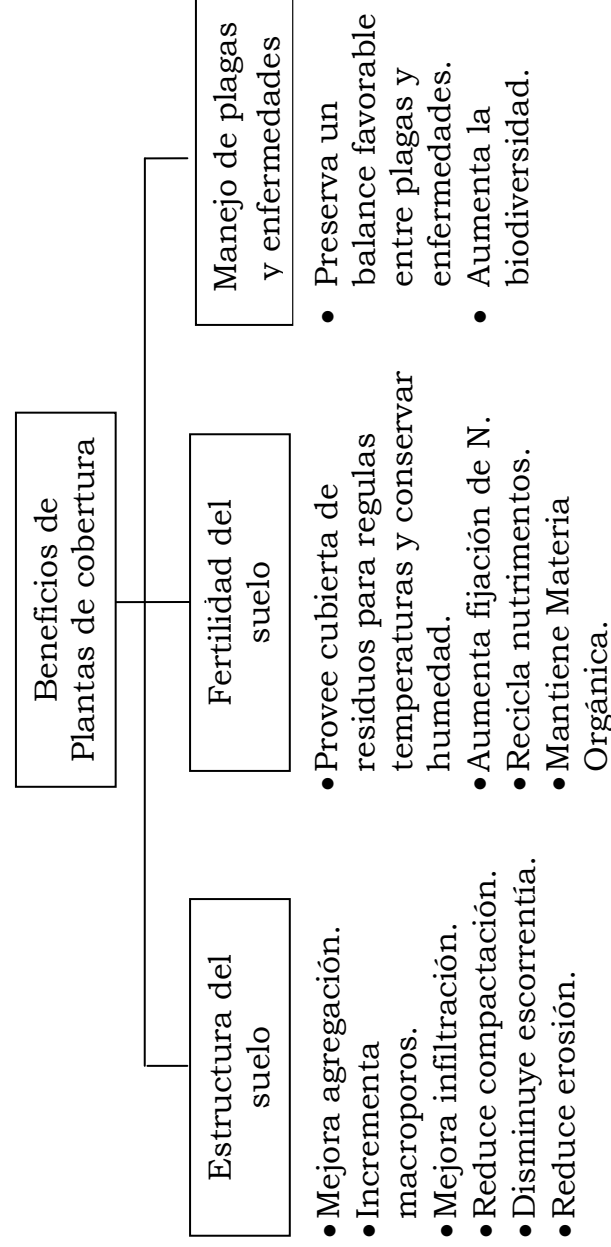


Figura 1. Efecto de las plantas de cobertura.

Los cultivos de cobertura pueden ser agrupados en dos categorías: 1) coberturas muertas, son sembrados en el periodo que no es favorable para la producción de cultivos comerciales y que son destruidos antes de la siembra de estos y, 2) coberturas vivas conviven con cultivo principal durante parte o toda su etapas fenológicas; Los cultivos de cobertura que son destruidos de forma química o

mecánica antes de sembrar un cultivo comercial tienen influencia sobre el control de las arvenses, en primer lugar por la influencia de sus residuos en la germinación de las semillas y el establecimiento de las plántulas (Sanchol y Cervantes, 1997; Gliessman, 2002; Teasdale, 2005).

Las coberturas vivas constituyen una práctica fácil y de efecto positivo a la salud del suelo; ésta representa una inversión relativamente baja, constituyendo una alternativa en muchos sistemas viables para la conservación de este recurso, principalmente en áreas del trópico húmedo (Zwart *et al.*, 2005).

Las coberturas vivas, en especial las leguminosas son utilizadas debido a los diferentes beneficios que estas aportan al suelo, entre los principales: mejora las condiciones físicas del suelo por medio del sistema radical superficial que estas poseen, aumenta la biodiversidad (micro y macro fauna), evita cambios bruscos de temperatura, aumenta la materia orgánica (MO), disminuye la incidencia de germinación de arvenses, conserva la humedad en el suelo, devuelve la fertilidad, reduce la escorrentía y erosión; pero por la capacidad de las leguminosas para fijar N atmosférico por medio de simbiosis con bacterias *Rhizobium* constituye una alternativa para disminuir las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados ya que es posible fijar con algunos sistemas hasta 500 kg ha⁻¹ (Zwart *et al.*, 2005), otro aspecto importantes es que cuando las leguminosas son usadas como cultivos de cobertura la calidad de la biomasa puede mejorarse (Gliessman, 2002).

Negrín *et al.*, (2007) encontraron que las coberturas de leguminosas reducen en más del 80 % las especies de arvenses existentes en plantaciones de guayaba a medida que incrementan la biomasa.

Para el cultivo del plátano y banano Simmonds (1966) menciona que es posible que los pequeños agricultores necesiten un cultivo de cobertura que pueda ser utilizado debido a que el manejo de arvenses en este cultivo asociado podría beneficiar a los bananos y plátanos, aunque el cultivo mismo también puede competir por los recursos de subsistencia; este autor relaciona para el uso de plantas de protección o cobertura las siguientes leguminosas: *Cajanus indicus*, *Calapogonium muconoides*, *Canavalia ensiformis*, *Cassia mimusoides*, *C. tora*,

Centrosema pubescens, *Crotalaria anagyroides*, *C. juncea*, *C. retusa*, *C. striata*, *C. usaramoensis*, *C. valetonii*, *Desmodium ovalifolium*, *Indigofera arrecta*, *I. endecaphylla*, *I. hirsuta*, *I. sumatrana*, *Phaseolus mungo*, *P. trinervis*. *Pueraria phaseoloides*, *P. javanica*, *Sesbania aegyptiaca*, *Stizolobium spp.*, *Tephrosi candida*, *T. vogelii*, *Vigna hosei*, *V. pterygosperma*, *V. sinensis*. Simmonds (1966) menciona muchas especies de leguminosas pero todavía no se tenía un amplio conocimiento de las características de *Arachis pintoi*, el cual ha llamado la atención de investigadores mas recientemente.

Cacahuatillo (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory nom. Nud)

Es conocido como maní, maní forrajero (Paraguay, Uruguay, Panamá y Colombia), cacahuate, cacahuatillo (México), Peanut (EUA), Arachide (Alemania) y como amendoí, mendobí, menduí, manobí y midubim en Brasil (Nascimento, 2006).

Durante las últimas décadas los centros de investigación forrajera en Centro y Suramérica, 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, cultivos de cobertura en plantaciones perennes y utilización en programas de conservación y control de erosión del suelo; encontrando que el *Arachis pintoi* ha reunido todas las características anteriores con una alta variación intraespecífica (Argel y Villareal, 1998).

El género *Arachis* consiste de 69 especies, todas nativas de América del Sur (Rey et al., 2000; Bertioli et al., 2004), distribuida naturalmente en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay (Lima et al., 2004).

En el año 1930 agrónomos brasileños iniciaron de manera espontanea la colecta de germoplasma de especies forrajeras lo que condujo a obtener la primera accesión de *A. pintoi* en una colecta realizada por Geraldo C. Pinto, en 1954 en la localidad Boca do Corrego, municipio de Belmonte, en estado de Bahía (Brasil), inicialmente se identifico como GK12787 (Cook et al., 1990; Valentim et al., 2003; Nascimento, 2006).

Los cultivares de la especie de *A. pintoi*, se encuentran difundidas en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Nascimento, 2006); es una leguminosa cuya producción de biomasa es mayor en zonas húmedas (Argel y Villareal, 1998), del orden *Fabales*, familia *Fabaceae* (*Papilionoideae*), tribu *Aeschynomeneae*, subtribu *Stylosanthinae* y sección *Caulorhizae* (Rincón *et al.* 2002 citado en Nascimento, 2006), las especies de esta sección incluyen sólo *A. repens* y *A. pintoi* con 164 accesiones (Jarvis *et al.*, 2003; Valentim *et al.*, 2003).

Características botánicas

El *A. pintoi* es una leguminosa herbácea, perenne de crecimiento rastrero y estolonífero que cubre totalmente el suelo donde se establece, con altura de 20 a 40 cm, raíz axomorfa, sin engrosamiento (Argel y Villareal, 1998; Carvalho, 2004).

Generalmente produce grandes cantidades de estolones ramificados, que se enraízan hasta 1.50 m horizontalmente en todas direcciones (Nascimento, 2006). Su primera rama es erecta, de su base parten tallos rastreros enraizados, cilíndricos, angulosos y huecos (Miranda, 2008). Las hojas son alternas, compuestas con cuatro folíolos ovoides (50 mm largo x 32 mm ancho) de color verde oscuro (Carvalho, 2004).

La floración es indeterminada y continua (Valentim *et al.*, 2003), las cuales se originan de inflorescencias axilares en forma de espigas con cuatro a cinco flores, con un tubo calcinal (hipanto) bien desarrollado de color rojizo, y alcanza 10 cm de longitud, con vellos sedosos; las flores son sésiles protegida por dos brácteas; el cáliz es bilabial, con vellos sedosos; la corola es amarilla en condiciones normales; comúnmente los pétalos son 11 mm de largo x 13 mm de ancho con nervadura amarilla; cuatro anteras rectangulares y cuatro anteras esféricas típicamente presentes (Carvalho, 2004).

La especie es considerada con una flor *Papilionacea* que se auto-poliniza (hermafrodita), más puede presentar polinización cruzada por acción de diversas abejas (Nascimento, 2006) pero con una fuerte dependencia del fotoperiodo para la producción de flores, con un requerimiento de 12 h de luz por día como valor

crítico; los brotes florales se vuelven visibles de 38 a 48 h antes de que abra la flor (Meléndez, 2007).

Después de la fecundación, ocurren diversas divisiones embrionarias y entra en estado de latencia, seguido del marchitamiento de la flor 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 indehiscente que contiene normalmente una semilla, a veces dos y rara vez tres (Argel y Villareal, 1998; Nascimento, 2006) el pericarpio es plano y resistente, cubierto con cabellos finos que retienen el suelo (Carvalho, 2004). El número de cromosomas es $2n=20$ (Cook, *et al.* 1990; Lima *et al.*, 2004; Peñaloza, 2004).

Características agronómicas.

El *A. pintoi* destaca en el escenario agrícola, principalmente debido a su adaptación a diferentes ambientes, oferta forraje de excelente calidad (Castro *et al.*, 2004); se adapta bien en regiones tropicales con alturas de 0 a 1800 msnm y con precipitación de 2000 a 3500 mm anuales (Rincón, 1999), se desarrolla mejor con una buena distribución de lluvias, puede sobrevivir a periodos de seca superiores a 4 meses (Valentim *et al.*, 2003) pero con una buena irrigación durante el establecimiento el resultado es mayor resistencia y cobertura; las hojas se caen durante periodos largos de sequía y el follaje se torna amarillo en época de lluvias en suelos mal drenados (C.T.H.A.R. 1997) y causa reducción en la relación hoja/tallo (Valentim *et al.*, 2003).

Se desarrolla adecuadamente en diversos tipos de suelos, desde los oxisoles, ácidos y pobres en nutrientes, hasta aquellos encontrados de mejor fertilidad (Rincón, 1999). Presenta buena adaptación en suelos ácidos con un pH menor de 5 y con una saturación de Aluminio menor del 70 %, aunque su mejor desarrollo y producción se obtiene en suelos con texturas francas hasta arcillosas, con M.O.

superior al 3 % y pH mayor de 5 (Valentim *et al.*, 2003; Meléndez, 2007), también tolera suelos y atmosfera con moderada salinidad (C.T.H.A.R. 1997).

Los elementos minerales que más influyen en el buen desarrollo de la planta son el calcio, magnesio y la M.O. (Rincón, 1999), tiene moderada exigencia de fosforo pero eficiente en su absorción cuando el suelo presenta niveles bajos de este elemento (Valentim *et al.*, 2003).

La temperatura ideal para el crecimiento es entre 25-30 °C, paralizando el crecimiento en temperaturas menores de 10 °C, las limitaciones en clima subtropical son las bajas temperaturas y humedad acentuada durante el invierno (Nascimento, 2006).

Cultivares

Arachis pintoi tiene alta variabilidad intraespecífica por lo que existe la posibilidad de identificar líneas de uso múltiple dentro de la especie (Rojas-Bourillon, 2005), y el gran número de accesiones hoy disponibles implica la necesidad de discriminar entre ellas, por presentar diferencias en los rendimientos agronómicos (Carvalho, 2004).

Nascimento (2006) menciona que en Brasil a partir de accesiones naturales de Embrapa unidos a los esfuerzos de diversas investigaciones en ámbito nacional e internacional por largos años de evaluaciones sistemática de *A. pintoi*, fue posible el surgimiento de algunos cultivares, como sigue:

Arachis pintoi ‘Amarillo’ (1987). Fue el primer cultivar en ser lanzado al mercado, por Australia, teniendo origen genético de la primera accesión colectada en 1954. La accesión fue mantenida en el centro experimental por Geraldo C. Pinto, en Bahía, Brasil. Algunas muestras fueron llevadas por Antonio Krapovickas a Corrientes, Argentina donde recibió la identificación GK 12787, y posteriormente enviadas al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América/USDA, Georgia recibiendo el número PI 338314; de este fueron llevadas al Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia, identificado como CIAT 17434, llegando a Australia en 1987 e identificado como CPI 5811. Por varias

investigaciones realizadas a partir de esta accesión, este fue denominado como el cultivar pionero, siendo predominantemente, identificado en los reportes de investigaciones por CIAT 17434.

Arachis pintoi ‘Amarillo –MG-100’ (1995). Se liberó en Brasil con el nombre Amarillo –MG-100 a partir de la importación de semillas del cultivar pionero (CIAT 17434) proveniente del Centro de Agricultura Tropical (CIAT) y posterior multiplicación, este cultivar fue comercializado por grupo de semillas Matsuda, São Paulo.

Arachis pintoi ‘Alqueire-1’ (1998). Algunas accesiones fueron enviadas por Embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología a la Universidad Federal de Rio Grandes de Sur (UFRGS). Después de la introducción pocas accesiones sobrevivieron, estas fueron agrupadas en parcelas demostrativas, perdiendo las respectivas identificaciones. En 1992, fueron llevadas y probadas 100 plantas recién germinadas en la Hacienda Alquiere. Presentando gran resistencia al pastoreo.

Arachis pintoi ‘Porvenir’ (1998). A partir de la línea promisoría CIAT 18744 evaluada en Costa Rica, ocurre el lanzamiento del cultivar el ‘Porvenir’ por la Hacienda El Porvenir de Cooperativa Agroindustrial/Coopegre.

Arachis pintoi ‘Belmonte’. Fue originado de accesiones introducidas en la sede de la Superintendencia de Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Ceplac, en Ilhéus, Bahia; la cual fue lanzada para una propagación exclusivamente vegetativa.

Los cultivares comerciales de *A. pintoi* liberados en el trópico americano y en el mundo son presentadas de forma sintética en la Tabla 2.

Introducción en México (Meléndez, 2007)

La primera accesión de *Arachis pintoi* que se introdujo a la Región Tropical de México fue en los años de 1992-1993 y se evaluó originalmente en los estados de

Tabasco y Veracruz el Cv, CIAT 17434, el cual provino de las colecciones de forrajes de suelos ácidos del programa de forrajes del CIAT, Colombia.

En 1996 se introdujo de Costa Rica que tenía el programa de Forrajes de CIAT, una selección de cuatro accesiones que se considero que tenían potencial para desarrollarse bajo condiciones del estado de Tabasco: CIAT-19744, CIAT-22160, CIAT-22155, CIAT-22159, estos materiales fueron comparados con la accesión CIAT-17434.

Como resultado de las evaluaciones realizadas en diferentes localidades con suelo ácidos del Estado de Tabasco concluyó que los materiales más promisorios para Tabasco son CIAT-18744 y CIAT-22160.

Tabla 2. Cultivares comerciales de *Arachis pintoi* en el trópico Americano y Mundial.

Cultivar	País y año de liberación	Accesión
Amarillo	Australia, 1987	BRA-013251
Maní Forrajero	Colombia, 1992	BRA-013251
Pico Bonito	Honduras, 1993	BRA-013251
Maní mejorador	Costa Rica, 1994	BRA-013251
MG 100	Brasil, 1994	BRA-013251
Maní Forrajero	Panamá, 1997	BRA-013251
Golden Glory	Hawaii, 1997	No identificado
Alqueire	Brasil, 1998	BRA-037036
Porvenir	Costa Rica, 1998	BRA-012122
Belmonte	Brasil, 1999	BRA-031828
Itacambria	Sudeste Asiático, 2002	BRA-031143

Fuente: Adaptado de Pérez y Pizarro, 2005

Establecimiento

El *A. pintoi* es una planta que se puede establecer por material vegetativo o semilla, independientemente del material y método de siembra el periodo de establecimiento para alcanzar una cobertura mayor del 90 % puede variar de 5 a 7 meses después de la siembra (Argel y Villarreal, 1998; Meléndez, 2007) por otro

lado la variabilidad genética y prácticas culturales, como la aplicación de nutrientes, pueden contribuir en acelerar el grado de cobertura del suelo, otra alternativa es la asociación de *A. pintoi* con otras especies dentro del género como por ejemplo *A. hypogaea* y *A. sylvestris* ambas de ciclo anual y reconocido establecimiento (Pérez y Pizarro, 2005).

La cantidad de estolones o semilla necesaria varía según se trate del establecimiento de un cultivo puro para semillero, cobertura o una asociación de gramínea/leguminosa (Argel y Villarreal, 1998).

En siembras con material vegetativo se emplean trozos de estolones de 20 a 30 cm de longitud, ya que esta especie tiene la capacidad de emitir raíces, lo cual permite un alto porcentaje de prendimiento del material cuando las condiciones de suelo y clima son apropiadas, los estolones a sembrar deben tener una edad de 12-16 semanas; en siembras puras los arreglos de siembra que se pueden emplear se describen en la Tabla 3 (Meléndez, 2007).

Machado *et al.*, (2006) mencionan que después de un año de establecido *A. pintoi*, la acumulación de P y K, rendimiento de Proteína Bruta y producción de Materia Seca (MS) son más elevados en poblaciones más densas.

Tabla 3. Arreglos de siembra con material vegetativo del *A. pintoi*.

Distancia (cm) entre:		kg/ha de material requerido	Número De plantas esperadas/ha
Plantas	Líneas		
50	50	1400-1600	40,000
50	70	1100-1300	28,570
70	70	800-1000	20,408
Chorrillo	70	1500	Más de 20,000

Fuente: Meléndez, 2007

Principales usos

Alimentación animal

El uso de *A. pintoi* como forrajera (como cultivo puro o asociado con gramíneas) se ha ido incrementando en las pasturas tropicales debido a su capacidad para soportar alta presión de pastoreo, ofreciendo abundante alimento de excelente calidad, que da como resultado alta producción de carne y leche, siendo su valor nutritivo superior a las leguminosas tropicales actualmente comercializadas (Pérez y Pizarro, 2005).

El *A. pintoi* en asociación con gramíneas llega a acumular más de 100 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, llegando a ser suficiente para suprimir las pérdidas de este nutriente en áreas de sobrepastoreo (Soares *et al.*, 2004).

Arachis pintoi se caracteriza por presentar una producción de forraje de 5-8 t ha⁻¹ año⁻¹ en materia seca (MS), con contenido de 15-22 % de proteína cruda (PC) y una digestibilidad de la MS del 62 al 73 % (Argel y Villareal, 1998; Nascimento, 2006; Meléndez, 2007). Juárez (2003) reportó un rendimiento de *A. pintoi* en 1748,4 kg MS ha⁻¹ de las hojas, promedio en PC de 16.8 %, 40 % de fibra detergente neutro (FDN) y la proporción de MS se incrementa debido a la edad asociado a un proceso de madurez que se refleja en un menor contenido de agua en la hoja, por otro lado la PC disminuye con la edad, de 18.6 % a los 44 días a 15.2 % a los 162 días.

Villareal *et al.*, (2005), basados en el contenido relativamente alto de MS, en el rendimiento durante época de lluvias y de secas, evaluaron la concentración de proteína bruta y su degradabilidad, concluyendo que *A. pintoi* tiene un significativo potencial para uso como forrajera en el trópico húmedo, principalmente en áreas de baja altitudes.

Las ganancias anuales de peso vivo en pasturas con *A. pintoi* han variado de 160 a 200 kg cabeza⁻¹ y de 250 a 600 kg ha⁻¹, dependiendo las especies de gramíneas asociadas, condiciones ambientales y manejo de las pasturas utilizado (Valentim *et al.*, 2003). Pérez y Pizarro (2005) informan que las ganancias anuales obtenidas

en novillos castrados pastoreando *A. pintoi* han sido de 130 a 200 kg cabeza⁻¹ y de 250 a 630 kg ha⁻¹ dependiendo de la gramínea asociada y temporada (periodo de lluvia o sequía). Una ganancia de peso medio diario de bovinos en pasturas de *Brachiaria dictyoneura* asociado con *A. pintoi* cv. Belmonte, obtenido en experimento con cuatro años de duración, fue de 558 g cabeza⁻¹ día⁻¹, con una productividad media de 568 kg de peso vivo ha⁻¹ año⁻¹; en pastizales en que fue asociado con *B. humidicola*, la ganancia de peso medio obtenido en tres años fue de 568 g cabeza⁻¹ día⁻¹, superior a los 444 y 494 g cabeza⁻¹ día⁻¹, obtenidos respectivamente en *B. humidicola* en monocultivo y sin fertilización nitrogenada (Valentim *et al.*, 2003).

La asociación *A. pintoi-Cynodon nlemfuensis* aumento la producción diaria de leche de vacas de doble propósito de 9.5 a 10.8 kg/vaca en comparación a la gramínea fertilizada con 100 kg ha⁻¹ de N (Argel, 1995). En las asociaciones de *A. pintoi* con estas gramíneas la disponibilidad varia de 600 a 900 kg ha⁻¹ de materia seca (Rincón, 1999).

La alta calidad forrajera del cv. Porvenir compensa la disminución en cantidad de concentrado ofrecida a las terneras, cuando estas tienen acceso a banco de leguminosa, ganando significativamente más peso que el grupo mantenido solo con concentrado, no solamente se obtiene un sistema más económico de alimentación basado en la leguminosa, sino también terneras de mayor peso (Argel y Villareal, 1998).

Rojas-Bourillon *et al.*, (1999), en sistema de corte y acarreo de *A. pintoi* cv. Porvenir (CIAT 18744), sustituyó con éxito el uso de heno y obtuvieron mayores ganancias de peso en la crianza de ternera Holstein, lo cual fue relacionado con una mayor ingesta de nutrimentos (Tabla 4); sin embargo, cuando la sustitución del heno por CIAT 18744 se acompañó de una reducción del nivel de concentrado (de 2 a 1 kg⁻¹ animal⁻¹ día⁻¹), se obtuvo una dieta de menor costo pero se redujo la ganancia de peso diario de las terneras, atribuido a un limitante en el consumo de energía. De esta forma, esas pasturas son una opción para explotaciones de engorda, producción de leche o de doble propósito (Miranda, 2008).

Estos resultados abren una nueva opción de uso de esta leguminosa con monogástricos, permitiendo asimismo reducir los costos y mejorar el bienestar de los animales (Pérez y Pizarro, 2005); existen pocos trabajos sobre uso de *A. pintoi* en la alimentación de animales no rumiantes.

Tabla 4. Ganancia de peso y consumo de forraje en terneras Holstein de 6 meses de edad suplementadas con heno de Pangola, *A. pintoi* cv. Porvenir (CIAT 18744) y concentrado.

Variable	Dieta		
	Heno + 2 kg de concentrado	<i>A. pintoi</i> + 2 kg de concentrado	<i>A. pintoi</i> + 1 kg de concentrado
Peso inicial (kg)	118.4	118.6	118.3
Peso final (kg)	180.6	190.6	171.5
Ganancia de peso a 112 días (g/animal/día)	555	642	474
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

Adaptado de Rojas-Bourillón *et al.*, 1999

García (2006) evaluó el desempeño productivo de conejos de la raza Nueva Zelanda de engorda con alimento comercial, y suplementados con heno de *A. pintoi* y *Sorghum halepense* (L) Pers, los henos se ofrecieron *ad libitum*. A los 28 días de suplementar con 90 y 60 g día⁻¹ animales pesados y livianos, respectivamente, tuvieron una mejor ganancia diaria y conversión alimenticia. El heno de *S. halepense* (L) Pers tuvo menos aceptación que el de *A. pintoi*; los animales livianos mostraron una mejor respuesta que los animales pesados, lo que fue atribuido a un mayor requerimiento de mantenimiento, no encontró diferencias significativas en rendimiento de la canal, tamaño relativo del tracto digestivo entre los conejos alimentados bajo las diferentes dietas. Este mismo autor concluyó que los henos de *A. pintoi* utilizables en la alimentación de conejos en etapa de crecimiento y engorda, presenta desempeños productivos y económicos favorables.

Arachis pintoi como cobertura de suelo en sistemas agrícolas

Arachis pintoi por tener una alta tolerancia a la sombra (hasta el 50 %) y alta capacidad para fijar N es utilizada como cobertura en suelo de cultivos perenne como son café, palma Africana, cítricos, banano (Cook *et al.*, 1990; Rincón, 1999; Valentim *et al.*, 2003), arboles maderables, macadamia (Argel y Villareal, 1998), piña, papaya (Valles y Castillo, 2006).

En cítricos *A. pintoi* presenta alto potencial forrajero con cortes cada 60, 90 días en periodo de lluvias y persistencia en la sombra, influyendo positivamente sobre la humedad, macro y microfauna, así como aumentos en la producción de frutos por plantas (Pérez *et al.*, 2001).

Espíndola *et al.*, (2006a), evaluaron la descomposición y liberación de nutrientes acumulados en leguminosas herbáceas perennes, recomiendan el uso de *A. pintoi* para situaciones donde haya la necesidad de una liberación más rápida de N, debido a su velocidad de descomposición, en cuanto a Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides* Roxb.) y siratro (*Macroptilium atropuerarum* Sessé & Moc. Ex DC.); de forma general, las leguminosas evaluadas presentan mayor acumulación de N, Ca, y Mg, en cuanto a la vegetación espontanea (*Panicum maximum* Jacq.) mostró mayor cantidad acumulada de K.

En el cultivo del banano, Pérez (1997) condujo un experimento durante un periodo de 3 años en el cual evaluó dos cultivares de *A. pintoi* (CIAT 17434 y CIAT 18744) como plantas de cobertura. Este autor comparo los tratamientos con cero control de arvenses y deshierbe total. Hasta el cuarto ciclo de cosecha los valores de área foliar al momento de la floración y peso de racimo fueron estadísticamente superiores en los tratamientos con *A. pintoi* como cobertura y no se reporta competencia por nutrientes entre las dos especies (Tabla 5). En adición a las variables mencionadas, también se evaluó el número de unidades formadoras de colonias de bacterias y la población del nematodo *Radopholus similis*. En general, encontró una mayor población de bacterias y de *R. similis* en los tratamientos con cobertura; sin embargo, las poblaciones de *R. similis* fueron inferiores a aquellas reportadas como perjudiciales. Poco se conoce sobre los efectos positivos o

negativos que *A. pintoi* puede causar a las poblaciones de nematodos del banano, pero se recomienda plantar esta leguminosa como cultivos de cobertura, rotación o intercalados que no aumentarían las población de nematodos del banano (De Waele *et al.*, 2006).

Tabla 5. Área foliar de plantas madres y peso de racimos de banano para cuatro ciclos con diferente manejo de cobertura.

Tratamiento	Área foliar de plantas madres por ciclo de cosecha (m ²)				Peso del racimo por ciclo de cosecha (kg)					
	I	II	III	IV	Media	I	II	III	IV	Media
<i>A. pintoi</i> cv. CIAT 17434	16.9	22.2	22.6	20.4 ^a	20.6	22.1	28.8	29.2	28.1 ^{ab}	27.0
<i>A. pintoi</i> cv. 18744)	17.8	22.7	24.5	19.6 ^{ab}	21.1	21.7	29.6	31.0	29.1 ^a	27.9
Enmalezado	16.9	21.7	22.5	18.5 ^b	19.9	22.2	28.0	27.7	27.0 ^b	26.2
Testigo absoluto	17.0	21.8	22.8	18.5 ^b	20.0	22.6	29.8	29.4	25.7 ^c	26.6

Medias con letras iguales, en la misma columna, no difieren estadísticamente entre sí, según prueba DMS.

Adaptado de Pérez, 1997

Arachis pintoi como cultivo de cobertura en banano ha mostrado eficacia para minimizar la infestación con las principales especies de nematodos *Meloidogyne spp.* que pueden causar considerables pérdidas para este cultivo (Jonathan *et al.*, 1999; Quénéhervé *et al.*, 2002); a pesar de ser un buen hospedero de *R. similis*, aun se desconoce el efecto que su presencia ejerce sobre las poblaciones de nematodos y la producción en el cultivo del banano (Araya *et al.*, 1997). Los resultados de estos autores refuerzan la importancia de conducir experimentos a largo plazo, donde el efecto acumulativo del uso de plantas de cobertura se pueda manifestar.

En Brasil, Espíndola *et al.*, (2006b), evaluaron la producción de banano asociado con leguminosas herbáceas perennes, en Seropédica, R.J., concluyeron que el uso de las leguminosas evaluadas, entre las cuales *A. pintoi*, resultó en un aumento del porcentaje de manos y reducción en el tiempo de cosecha, además de

proporcionar mayor productividad, cuando se comparó el uso de arvenses como cobertura de suelo.

La mayoría de los estudios muestran que *A. pintoi* es una especie bien adaptada para el uso como cobertura de suelo en plantaciones del trópico húmedo, mostrando excelente crecimiento y ocupando los espacios de manera uniforme, este puede ser cultivado en áreas a pleno sol o sombra, que no están sujetas al tránsito frecuente de personas, animales o vehículos; las flores amarillas de esta leguminosa proporcionan un contraste fuerte con las hojas verdes y, en monocultivo, tienen un gran potencial ornamental (Miranda, 2008).

El *A. pintoi* también puede ser utilizado en la rotación de cultivos, esto hace que la fertilidad de suelo mejore o reduzca la presencia de plagas o arvenses dañinas a los cultivos posteriores (Miranda, 2008).

Recuperación de áreas degradadas.

La introducción de *A. pintoi* en pasturas establecidas, se puede realizar para recuperar praderas degradadas o para mejorar su calidad nutritiva (Rincón, 1999).

El uso de coberturas vivas de leguminosas como *A. pintoi*, *Centrosema molle*, *Desmodium ovalifolium* o *Flemingia macrophylla*, debido a la producción de biomasa y sistema radicular favorecen la estructura del suelo, minimizan las pérdidas de nutrientes por erosión y lixiviación y mejoran la actividad biológica del suelo (Zwart *et al.*, 2001; Rojas-Bourillon, 2005).

Las coberturas del suelo constituyen un método efectivo para reducir la pérdida de la capa arable, la subsiguiente degradación de la fertilidad, estructura del suelo y disminución de la productividad de las plantaciones; factores importantes hacen que *A. pintoi* sea idóneo como cultivo de cobertura para ayudar a conservar el suelo: su capacidad de crecer en condiciones de sombra, la densa formación de estolones enraizados protege a el suelo de la precipitación intensa, tolerancia al estrés, pastoreo (Rincón, 1999; Pérez *et al.*, 2001; Oliveira y Valls, 2003), además de la fijación biológica de N con un aporte de 60 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Quénéhervé *et al.*, 2002).

Los cambios en el tiempo de las cantidades de N reciclado a través de las raíces de *Brachiaria dictyoneura* asociada con *A. pintoi* CIAT 17434 puede incrementarse al ser de 34 kg ha⁻¹ año⁻¹ comparado con 29 kg ha⁻¹ año⁻¹ en pasto solo; y en el reciclado de P vía raíces 7.2 kg ha⁻¹ año⁻¹ en *Brachiaria dictyoneura* asociada con *A. pintoi* CIAT 17434 y 5.8 kg ha⁻¹ año⁻¹ en pasto solo (Rao *et al.*, 2001).

El *A. pintoi* se destaca por su buen contenido de nutrientes, los cuales tienen rápida incorporación al suelo por la pronta descomposición de la hojarasca, medida en términos de vida media (días); el 50 % de N y P son liberados en 135 días en la temporada de sequía y en temporada húmeda la liberación ocurre en 20 días (Oliveira *et al.*, 2003); con el siguiente orden de liberación: K>Mg>P>N>Ca (Espíndola *et al.*, 2006a) siendo una de las especies forrajeras de más rápido reciclaje de nutrientes (Rincón, 1999).

En el trópico húmedo mexicano Castillo *et al.*, (2005), propusieron mejorar la producción de las gramas nativas con la introducción de *A. pintoi*, los resultados logrados a 3.5 años de su introducción fueron que el suelo de la asociación grama nativa-*A. pintoi* mostró un incremento de 4.8 t C ha⁻¹ año⁻¹ y grama nativa de 3.7 t C ha⁻¹ año⁻¹, el tratamiento grama con *A. pintoi* agregó al suelo 60 kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, la densidad aparente del suelo no fue afectada; estableciendo que los incrementos de C y N debidos a la introducción de *A. pintoi* en la grama nativa es indicativo de su habilidad para mejorar la fertilidad, y por ese medio, mantener la sustentabilidad de los sistemas ganaderos de doble propósito tropicales.

Ventajas de uso de Cacahuatillo

Incorporación de N al sistema

Una de las principales ventajas de la inclusión de leguminosas herbáceas en sistemas de producción es la capacidad de estas plantas para adicionar N atmosférico al sistema suelo-planta-animal, por medio de simbiosis con bacterias pertenecientes a la especie *Rhizobium* (Sanchol y Cervantes, 1997; Juárez, 1998; Moreno-Ruiz y Santana, 2004; Zwart *et al.*, 2005; Miranda, 2008).

Por medio de esta simbiosis, es posible fijar con algunos sistemas hasta 500 kg ha⁻¹ de N año⁻¹, constituyendo una alternativa muy utilizada para disminuir aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (Zwart *et al.*, 2005).

Motisi *et al.*, (2007) realizaron un ensayo en macetas bajo condiciones de invernadero asociando *Canavalia ensiformis*-Plátano en las Antillas francesas para estimar la contribución de los exudados de la leguminosa y del N producto de la descomposición de sus raíces después del corte de la parte aérea; encontrando que del N total absorbido por el plátano, 5 % procedió de los exudados de *C. ensiformis*, 53 % del N liberado por la descomposición de las raíces y 42 % del N del suelo.

Trabajos sobre fijación de N utilizando la técnica de dilución isotópica con ¹⁵N, 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 rendimiento de biomasa en el campo, que este último podría estar fijando alrededor de 528 kg N ha⁻¹año⁻¹, mientras que el cv. Maní Mejorador estaría fijando cerca de 414 kg N ha⁻¹año⁻¹ (Argel y Villareal, 1998).

Así mismo, cualquier factor que limite el crecimiento de *A. pintoi* (enfermedades o plagas, sequía, sobrepastoreo, reducción de área foliar por el corte) disminuye la fijación de N de la leguminosa en las semanas siguientes (Valentim *et al.*, 2003).

Forraje de alto valor nutritivo

Los resultados positivos obtenidos con la presencia de leguminosas en pasturas debido a su participación directa en la dieta del animal; el mejor desempeño animal en estas asociaciones es explicado por presentar, en general, mejor valor alimenticio en relación a las gramíneas solas, y mayores contenidos de proteína bruta y mayor digestibilidad (Valentim *et al.*, 2003).

El *A. pintoi* cv. Porvenir es de alta calidad forrajera y el alto consumo animal (Argel y Villareal, 1998). El contenido de proteína y de minerales, con excepción del fósforo, llena los requerimientos del ganado, en condiciones de suelos oxisoles donde el contenido de fósforo es muy bajo. Los minerales de mayor contenido en sus hojas son calcio, potasio y magnesio con 1.05, 0.80, y 0.65, respectivamente (Rincón, 1999).

En comparación con las gramíneas, el *A. pintoi* es menos afectado negativamente en su calidad nutricional conforme aumenta la edad fisiológica de la planta y el suministro de esta como una fuente forrajera no solo debe verse como una alternativa para satisfacer los requisitos nutricionales de los animales sino también como promotor y activador de la actividad ruminal favoreciendo la colonización de forrajes de menor calidad (Rojas-Bourillon, 2005).

Rincón (1999) en los llanos colombianos indicó una mejoría importante en el contenido de proteína cruda (PC) de la gramínea acompañante cuando *A. pintoi* supera el aporte de 20 % de la asociación. Indica el autor una mejoría en el contenido de PC de *B. humidicola* al aumentar del 5 % en el primer año de asociación a valores de 8 % en los dos años siguientes.

Diversificación de pasturas y resistencia en periodo seco.

Una diversificación en las pasturas favorece a la presencia de enemigos naturales y equilibrio de la microbiota en el suelo, reduciendo los riesgos de plagas y enfermedades y como consecuencia la degradación del agroecosistema; también es posible un mejor aprovechamiento del suelo, desde el punto de vista de ocupación del espacio físico (diferentes estratos radicales) y fertilidad, debido a las diferentes exigencias nutricionales entre gramíneas y leguminosas (Miranda, 2008).

El *A. pintoi* cv. Amarillo crece en asociación con *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov., *Axonopus offinis* Chase, *Chloris gayana* Kunth., *Digitaria didactyla* Willd., *Paspalum dilatatum* Poiret, *P. notatum* Flugge en Australia subtropical (Cook et al., 1990).

El *A. pintoi* se caracteriza por ser una leguminosa que posee un alto contenido de PC, alta fijación de N y aportes al suelo de material senescente de alta calidad, estimándose que del 20 al 30 % del contenido de N en hojas y tallos son depositados sobre la superficie del suelo, el cual puede ser absorbido por la gramínea acompañante en un periodo de tres meses; mejorando la cantidad de proteína en la gramínea acompañante (Rojas-Bourillon, 2005).

Rojas *et al.*, (2005) monitorearon los recursos de sobrevivencia de *A. pintoi* asociada a gramas nativas, en pastoreo en el centro-norte del estado de Veracruz, México, encontraron que la sequía o el invierno afectan negativamente la floración y el pisoteo de los animales incrementa notablemente la mortalidad de las plantas; sin embargo, estos efectos fueron contrarrestados por la reserva de semillas en el suelo y la alta densidad de estolones.

Formas de propagación

El *A. pintoi* es una leguminosa perenne que se propaga a través de semillas o estolones. La plantación de forrajeras vía semillas es, sin duda, la forma más usada y eficaz para el establecimiento de pasturas, teniendo en cuenta la facilidad y eficiencia de ese método cuando se dispone de semillas con gran pureza y germinación, lo que no siempre ocurre; en el caso específico de *A. pintoi*, la obtención de semillas limita su propagación por esa vía, en consecuencia de las características reproductivas de género *Arachis*, que desarrolla sus frutos de manera subterránea (Miranda, 2008).

El costo elevado en la producción de semillas puede dificultar la adopción de mani forrajero. Puede, esa leguminosa presentar un gran potencial para propagación por vía vegetativa. Los estolones de *A. pintoi* para propagación vegetativa deben ser obtenidos de un área con por lo menos doce semanas de rebrotes, garantizando así mayor resistencia al transporte y mejor enraizamiento (Valentim *et al.*, 2003).

Por otro lado, cuando sea necesaria la eliminación de semillas de *A. pintoi*, que fueron enterradas en el suelo, para evitar la competencia con el cultivo sucesor, puede ser realizado por medio de aplicación de herbicidas con intervalos de 20 a

30 días durante el periodo seco, permitiendo la eliminación de rebrotes (Valentim *et al.*, 2001).

REFERENCIAS

- Araya, M. y A. Cheves. 1997. Poblaciones de los nematodos parásitos del banano (*Musa AAA*), en plantaciones asociadas con coberturas de *Arachis pintoi* y *Geophilla macropoda*. *Agronomía Costarricense* 21(2): 217-220.
- Argel, J. P. 1995. Experiencia regional con *Arachis* forrajero en América Central y México. En: Kerridge, P. C., ed. *Biología y Agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp:144-145.
- Argel, J. P. y C. M. Villareal. 1998. Cultivar Porvenir: Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. *nom. nud.*, CIAT 18744) Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico. 32 p.
- Barrios R.; J. Fariñas; A. Díaz y F. Barreto. 2004. Evaluación de 11 accesiones de leguminosas utilizadas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Bioagro* 16(2):113-119.
- Bertioli, D.J.; A. Favero; M. Gimenes; P. Guimarães; A. Krapovickas; G. Lavia; S. C. Leal-Bertoli; L. Leoi; L. H. Madsen; M. C. Moretzsohn; M. Parniske; K. Proite; N. Sandal; J. G. Seijo; J. Stovgaard; J. F. Valls. 2004. Using wildspecies and genomic tolos to improve resistance in peanut (*Arachis hypogaea* L.). En: IV Encontro Latino Americano de especialistas em Arachis. 11-14 de maio de 2004. Brasilia, DF. Documentos 127/Embrapa-Recursos Geneticos e Biotecnologia. pp: 86-90.

- C.T.H.A.R. 1997. Perennial Peanut Groundcover. C.T.H.A.R. (College of Tropical Agriculture & Human Resources). University of Hawaii at Manoa. Cooperative Extension Service. Ornamentals and Flowers. OF-23. 2 p.
- Caamal, J. A. 2004. Arvenses. In: Bautista, F.; Delfin, H.; Palacio, J. Delgado, M., 2004. Técnicas de muestreo para manejo de recursos naturales. UNAM-UAY- CONACYT-INE. México. pp: 343-362.
- Carvalho, M. A. 2004. Germplasm characterization of *Arachis pintoi* Krap. and Greg.(*Leguminosae*). Thesis Ph. University of Florida. 154 p.
- Castillo-Gallegos, E.; B. Valles de la Mora; L. Mannetjeb y A. Aluja-Schunemannc. 2005. Efecto de introducir *Arachis pintoi* sobre variables del suelo de pasturas de grama nativa del trópico húmedo mexicano. Téc Pecu Méx; 43(2):287-295
- Castro, C. M.; C. H. Wagner; J. F. Valls y C. Karia. 2004. Comportamiento de caracteres morfológicos com potencial de uso como descritores varietais en *Arachis pintoi*. En: IV Encontro Latino Americano de especialistas em Arachis. 11-14 de maio de 2004. Brasilia, DF. Documentos 127/Embrapa-Recursos Geneticos e Biotecnologia. pp: 151-154.
- Cook, B. G.; R. J. Williams y G. P. Wilson. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars. Australian Journal of experimental Agriculture (30): 445-446.
- De Waele, D.; R. Stoffelen y J. Kestemont. 2006. Efecto de las especies de plantas asociadas sobre los nematodos del banano. InfoMusa 15(12): 2-6.
- Espindola, J.A.; L. G. Guerra; D. L. Almeida; M. G. Teixeira; S. Urquiaga. 2006a. Descomposicao e liberacao de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. R. Bras, Ci. Solo 30 (2): 321-328.
- Espindola, J.A.; L. G. Guerra; D. L. Almeida; M. G. Teixeira; S. Urquiaga; R. N.B. Busquet. 2006b. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas

perenes utilizadas como coberturas vivas. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(3): 415-420.

Espinosa, G. F. J. y J. Sarukhan, 1997. Manual de malezas del valle de México. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 407 pp.

Foro Nacional Bananero. 2003. Programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología para la cadena agroalimentaria banano-plátano en México. Fundación Produce Tabasco A.C.-SAGARPA-COFUPRO-UACH. Villahermosa, Tabasco, México. 118 p.

García, Ana. 2006. Evaluación de forrajes tropicales en dietas para conejo de engorde. Tesis de Maestría. Departamento de Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. 103 p.

Gliessman, Stephen. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 359 p.

Gutiérrez, I. R.; R. Pérez; R. Benega y L. Gómez. 2002. Coberturas vivas de leguminosas en el plátano (*Musa sp.*) FHIA 03. *Cultivos Tropicales* 23(3): 11-17.

Jarvis, A.; M. E. Ferguson; D. E. Williams; L. Guarino; H. Jones; T. Stalker; J.F. Valls; R. N. Pittman; C. E. Simpson y P. Bramel. 2003. Biogeography of wild *Arachis*: assessing conservation status and setting future priorities. *Crop Science* (43): 1100-1108 p.

Jonathan, E. I.; K. R. Barker y T. B. Sutton. 1999. Estado de hospederos del maní (cacaahuate) silvestre *Arachis pintoi* para nematodos noduladores de las raíces y reniformes. *InfoMusa* 8 (2): 9-10p.

Juárez, L. F. I. 2003. Evaluación nutricional de leguminosas forrajeras. Campo experimental pecuario La Posta CIRGOC-INIFAP, Veracruz. 39 pp.

- Labrada, R. 2000. Manejo de malezas en bananos y plátanos. En: Informe Sobre el taller regional del manejo integrado de plagas en banano y plátano, Venezuela. 9-13 Agosto de 1999. División de producción y protección vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 61-71 p.
- Lima, J. G. A.; A. P. Peñaloza; S. Santos; C. A. Souza; J. F. Valls. 2004. Estudios citológicos em especies de *Arachis*: Secções Caulorrhizae, *Procumbentes*, *Erectoides*, *Heteranthae* e *Arachis*. In: IV Encontro Latino Americano de especialistas em *Arachis*. 11-14 de maio de 2004. Brasília, DF. Documentos 127/Embrapa-Recursos Geneticos e Biotecnologia. pp: 147-150.
- Machado, A.; L. Siewerdt; E. Zonta; L. Vahl; R. Coelho; O. Ferreira y A. Affonso. 2005. Rendimento do amendoim-forrageiro estabelecido sob diferentes arranjos populacionais de plantas em planossolo. *Ciência Animal Brasileira* 6 (3): 151-162.
- Martín de Santa Olallana M. F., 2001. Agricultura y desertificación. Ed. Mundo-Prensa. México. 341 p.
- Marzocca, A. 1979. Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 564 p.
- Meléndez, N. F. y Vázquez L., P. 2007. El cacahuatillo tropical *Arachis pintoi* una leguminosa forrajera para el trópico húmedo. UPCH-Fundación Produce Tabasco A.C. Cárdenas, Tabasco. 30 p.
- Meléndez, N. F., 2003. Manejo de forrajes tropicales en Tabasco. ISPROTAB. Villahermosa, Tabasco. 22-23 p.
- Miranda, Elias. 2008. Fungos Micorrízicos Arbusculares em Amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Karp. e Grag.). Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia. Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. 106 p.

- Miranda, M. R., 1985. Control de arvenses y mejoramiento de suelos por medio de leguminosas en un agroecosistema tropical. Tesis de Maestría. Especialidad en Ecología Tropical. Departamento de Ecología. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas, Tabasco, México. 128 p.
- Muñoz-Montoya, Raúl. 1985. Contenido de N, P, K, Ca y Mg en arvenses asociadas a 2 genotipos de Maíz (*Zea mays* L.) a diferentes fechas de deshierbe en la Chontalpa, Tabasco, México. Colegio Superior de Agricultura tropical. Departamento de Ecología. Tesis. Ingeniero Agrónomo con especialidad en Parasitología agrícola. 94 p.
- Motisi, N.; R. Tournebize y J. Sierra. 2007. Evaluación del método de la abundancia natural ¹⁵N en la estimación del efecto de la transferencia de nitrógeno de la leguminosa *Canavalia ensiformis* (canavalia) sobre la nutrición nitrogenada de la planta asociada *Musa acuminata* (plátano) Cultivos Tropicales 28(1):77-83.
- Nascimento, I. S. 2006. O cultivo do amendoim forrageiro. R. Bras. Agrociência, Pelotas, 12 (4):387-393.
- Negrín, B. A.; R. Pérez; C. Mazorra y I. Gutiérrez. 2007. Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. Avances en Investigación agropecuaria 11(2):57-69.
- Oliveira, C. A.; M. Scotti; H. Purcino; I. Evodio y M. Horta. 2003. Decomposition of *Arachis pintoi* and *Hyparrhenia rufa* litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 38, n. 9, p. 1089-1095.
- Oliveira, M. A. y J. F. Valls. 2003. Morphological characterization and reproductive aspects in genetic variability studies of forage peanut. *Scientia Agricola*, 60(2):299-304.

- Orozco-Santos, M. y J. Orozco-Romero. 2004. La sigatoka negra en bananos y plátanos: el caso de México. En: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, Oaxaca, México. pp: 70-79.
- Palencia, G.; R. Gómez y J. Martín. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. Corpoica-CORPOBOYACA. Bucaramanga, Colombia. 28 pp.
- Peñaloza, A. P. S. 2004. Avanços da citogenética do gênero *Arachis* no Brasil. En: IV Encontro Latino Americano de especialistas em *Arachis*. 11-14 de maio de 2004. Brasília, DF. Documentos 127/Embrapa-Recursos Geneticos e Biotecnologia. pp: 43-48.
- Pérez, Leonardo. 1997. Evaluación de introducciones de *Arachis pintoi* como plantas de cobertura viva en banano (*Musa AAA*), cv. Gran Enano. CORBANA 22(48): 77-88.
- Pérez, M.; R. Carmenate; A. Pérez; R. Cepro y N. Cubilla. 2001. Impactos sobre el suelo de leguminosas herbáceas como mejoradores de las coberturas naturales en las plantaciones de cítricos. *Ensaios e Ciências* 5(2):93-116.
- Pérez, N. B. y E. A. Pizarro. 2005. Potencial forrajero del género *Arachis* en el trópico americano. IX Seminario de Pastos y forrajes. Pp: 13-29.
- Perin, A.; J. G. Marinho y M. Grandi. 2003. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília. 38 (7):791-796.
- Pinilla, Carlos y García, Jhon. 2002. Manejo integrado de arvenses en plantaciones de banano (*Musa AAA*). En: Acorbat. *Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia. 27 de octubre al 02 noviembre. Medellín (Col.): Asociación de Bananeros de Colombia, AUGURA, 2002. pp: 222-235.*
- Quénéhervé, P.; Y. Bertin y C. Chabrier. 2002. *Arachis pintoi*: ¿una planta de cobertura para los banales? *Ventajas e inconvenientes desde un punto de vista nematológico. InfoMusa* 11 (1): 28-30.

- Rao, I. M.; C. Plazas y J. Ricaurte. 2001. Root turnover and nutrient cycling in native and introduced pastures in tropical savannas. Food security and sustainability of agroecosystems. 976-977 p.
- Rey, H. Y.; A. M. Scocchi; A. M. González y L. A. Mroginski. 2000. Plant regeneration in *Arachis pintoï* (Leguminosae) through leaf cultura. Plant Cell Reports 19: 856-862.
- Rincón, Álvaro. 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoï*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Información Técnica. Corpoica. Regional 8(24):1-8.
- Rojas G. M. 1980. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. Editorial: Limusa, México.115 p.
- Rojas, L.; B. Valles de la Mora; E. Castillo-Gallegos y J. J. Rodríguez. 2005. Dinámica de población de plantas de *Arachis pintoï* CIAT 17434, asociada a gramas nativas en pastoreo, en el trópico húmedo de México. Téc Pecu Méx; 43(2):275-286.
- Rojas-Bourillon, A.; A. Quan; M. Rojas y M. Villareal. 1999. Validación del uso de Maní forrajero (*Arachis pintoï*) en la crianza de terneras de lechería. II. Utilización como forraje de corte. Agronomía Costarricense 23 (1):13-19.
- Rojas-Bourillon, A. 2005. Ventajas y limitaciones para el uso del maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*) en la ganadería tropical. IX Seminario de Pastos y forrajes.88-99 p.
- SAGARPA. 2009. Avances de siembras y cosechas. Años agrícolas: 1997-2007. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.siap.gob.mx/> (Consultado: 23/enero/2009).
- Sanchol, F. y Cervantes, C. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. Agronomía Costarricense 21 (1): 111-120.

- Simmonds, N. W. 1966. Los plátanos. Ed. Blume. Barcelona, España. 539 p.
- Soares, P. G.; A. A. Franco y A. S. Resende. Velocidade de crescimento e produção de Biomassa de Arachis no estado do Rio de Janeiro. En: IV Encontro Latino Americano de especialistas em Arachis. 11-14 de maio de 2004. Brasilia, DF. Documentos 127/Embrapa-Recursos Geneticos e Biotecnologia. pp: 195-197.
- Teasdale, R. J. 2005. Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas. <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0d.htm> (Consultado el 20 de febrero de 2009).
- Tena M. y M. Pedro. 1998. Efecto de las prácticas de cultivo en poblaciones de arvenses y sus semillas en el suelo. Colegio de Postgraduados. Tesis. Maestría en ciencias. Instituto de Recursos Naturales. Especialidad en Botánica. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 123 p.
- Terry, P. J. 1996. Manejo de las malas hierbas y bananos y plátanos. En: R. Labrada; J.C. Caseley y C. Parker. 1996. Manejo de las malezas para países en desarrollo. FAO. Roma.
- Torres, L.; E. Castillo; E. Zavaleta; B. Valles; J. J. Rodríguez. 2006. Características de la vegetación en grammas, solas ó asociadas con *Arachis pintoi* Téc. Pecu. Méx.; 44(3):365-378.
- Valentim, J. F.; J. C. Carneiro y M. F. Lima. 2003. Amendoim forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa para a diversificação do solo no Acre. Embrapa Acre-Rio Branco A.C. Circular técnica 45. 18 p.
- Valentim, J.; J. Carneiro y M. Sales. 2001. Amendoim Forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa para a Diversificação das Pastagens e Conservação do Solo no Acre. Ministerio da agricultura, pecuaria y abastecimiento-Embrapa Acre. Rio Branco, AC Circular técnica 43. p. 18.

- Valles, B. y E. Castillo. 2006. Experiencias en el establecimiento de *Arachis pintoi* Krapov & W.C. Greg. como cobertura en cítricos de Veracruz, México. *Revista Avances e Investigación Agropecuaria*. 10(1): 73-88.
- Villarreal, M.; R. C. Cochran; L. Villalobos; A. Roja-Bourrillon; R. Rodríguez y T. A. Wickershan. 2005. Dry matter yield and crude protein and rumen-degradable protein concentrations of three *Arachis pintoi* ecotypes at different stages of regrowth in the humid tropics. *Grass and Forage Science*. 60: 237-243.
- Wilson, G. F.; R. Lal y B. N. 1982. Effects of cover crops on soil structure and on yield of subsequent arable crops grow under strip tillage on an eroded alfisol. *Soil Tillage Research* 2: 233-250.
- Zwart, J. M.; R. Rojo y J. Yeomans. 2005. Coberturas y la salud del suelo. *Tierra Tropical*. 1 (1): 9-20.

***Arachis pintoi* KRAP. Y GREG., COMO COBERTURA DE SUELO EN CULTIVOS DE PLÁTANO MACHO (*Musa AAB*) EN CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO.**

RESUMÉN

El experimento se realizó en Cárdenas, Tabasco en una plantación de plátano macho, en un suelo con textura franca, pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica y nitrógeno total bajo; con la finalidad de evaluar la repuesta al establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como una cobertura viva. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluaron tres porcentajes de sombra producida por el cultivo de plátano macho (21, 45 y 50 %). El establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. fue realizado en forma directa utilizando material vegetativo de 20-25 cm de longitud, el cual se plantó a una distancia de 30 cm entre plantas y líneas. Estadísticamente el nivel con menor porcentaje de sombra presentó los valores más altos en el índice de sobrevivencia de estolones de *Arachis* (ISE) a los 60 días después de la siembra (dds) y registró cobertura del suelo de 94.2 % y en crecimiento lateral de estolones 112.5 cm con altura promedio de 6.2 cm (febrero-mayo 2009).

Palabras claves: Sombra, Sobrevivencia, Crecimiento, Altura.

USE OF *Arachis pintoi* KRAP. Y GREG., AS SOIL MULCH IN PLANTAIN CULTIVATION (*MUSA AAB*) IN CARDENAS TABASCO, MEXICO

ABSTRACT

This experiment was carried out in Cárdenas Tabasco Mexico, in a plantain plantation, in soil with loamy texture, ph. moderately acidic, organic matter and total nitrogen low, in order to evaluate the response at the Establishment of *Arachis pintoi* Krap y Greg, as living mulch. The experimental design was in entire randomized block with three repetitions. It was evaluated three percentages of shade produced by the plantain plantation (21 %, 45 %, 50 %). The establishment of *Arachis pintoi* Krap. y Greg was realized by using vegetative material of 20-25 cm of large, which was planted to 30 cm between plans and

lines. Statistically the lower percentage of shade had the higher values on the survival index of stolons of *Arachis* 60 days after sowing, and showed a 94.2 % of surface covered by this plant. Their average high was 6.2 cm from February to May 2009.

Key words: Shade, survival growth, high.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del banano y plátano se posiciona como quinto cultivo más importante a nivel mundial, con una producción superior a los 88 millones de toneladas al año. Una parte importante de dicha producción es destinada para el autoconsumo, en especial en los países de la franja tropical de África, donde es el producto más importante de su alimentación (FAO, 2008).

La plantación de banano (*Musa carvedishii* L.) y de plátano (*Musa paradisiaca* L.) representa uno los frutales básicos en la alimentación mexicana; y las dos variedades más cultivadas. Tabasco es la segunda entidad productora de plátano en el país, tan sólo en el ciclo del 2000-2008 ha contribuido con el 18 % de la superficie nacional sembrada y con el 28.34 % de la producción a nivel nacional (SAGARPA, 2009).

En las plantaciones de plátano macho en el estado de Tabasco, México, se han identificado problemas del manejo de arvenses, las cuales dificultan las labores de fertilización, cosecha, control de plagas y enfermedades y establecen una fuerte competencia con la plantación, principalmente por agua y nutrientes ocasionando amarillamiento en el follaje sobre todo en etapas juveniles, además se observan reducciones en altura de plantas, diámetro del pseudotallo, ritmo de emisión foliar, días a la cosecha y peso del racimo (Simmonds, 1966; Sosa, 1994; Terry, 1996; Suarez *et al.*, 2004; Valles *et al.*, 2006). Por otra parte el control de las arvenses es una actividad costosa económicamente, por el número de jornales y costo de herbicidas y, ecológicamente por la frecuencia con la que se aplica.

El uso de coberturas puede disminuir el número de aplicaciones de herbicidas en el control de arvenses, reduce la pérdida del suelo, mejora la estructura del suelo,

mejora la retención de agua, aporta nitrógeno al suelo, recicla nutrientes, suprime plagas, insectos y patógenos (Sanchol y Cervantes, 1997; Valles y Castillo, 2006).

Zwart *et al.*, (2005) evaluó cinco especies de leguminosas como cobertura viva; encontró que el *Arachis pintoi* Krap. y Greg. (cacahuatillo), aporta beneficios a la salud del suelo, contribuyendo a la fertilidad del mismo por medio de la materia orgánica producida, la cual mejoró la disponibilidad de nutrientes, redujo la erosión, escorrentía y germinación de especies de arvenses.

El *Arachis pintoi* Krap. y Greg. es una planta herbácea (perenne de crecimiento rastrero y estolonífero con buena adaptación a las suelos de las regiones del trópico húmedo (Rincón, 1999). Su mejor adaptación se obtiene en suelos de mediana fertilidad, tolera suelos ácidos con alta saturación de aluminio, aunque su mejor desarrollo y producción se obtiene en suelos de textura franca hasta arcillosa (Argel y Villarreal, 1998). Esta especie cubre totalmente el suelo donde se establece, alcanza alturas de 15 a 20 cm cuando se encuentra en monocultivo y 40 cm cuando tiene competencia por sombra con otras plantas; las hojas son alternas, compuestas de cuatro folíolos ovados, de color verde claro a oscuro (Meléndez y Vázquez, 2007), el tallo es ramificado, circular, ligeramente aplanado, con entrenudos cortos y estolones que pueden alcanzar una longitud de 1.5 m y su raíz es pivotante (Argel y Villarreal, 1998). *Arachis pintoi* Krap. y Greg. presenta una floración indeterminada y continúa, las inflorescencias son axilares en espigas, con hipantio de color rojizo y flores color amarillo (Meléndez y Vázquez, 2007).

El uso de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como coberturas en suelos con plátano y banano en Costa Rica (Pérez, 1997; Vargas, 1997) y Brasil (Espindola *et al.*, 2006a; Espindola *et al.*, 2006b) sustenta la hipótesis de que resulta posible obtener resultados satisfactorios al utilizar esta leguminosa en los callejones de plátanos y bananos, razones por las que se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar el establecimiento de *Arachis pintoi* en el agroecosistema de plátano macho.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido en la Ranchería Habanero segunda sección del Municipio de Cárdenas, Tabasco, en el sureste de México; y se evaluó de octubre 2008 a junio 2009. El clima corresponde al tipo *Am (flw)⁽ⁱ⁾*, cálido húmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvias invernales mayor de 10.2 y la precipitación del mes más seco menor de 60 mm con una época seca marcada de marzo a mayo y un periodo seco corto de julio-agosto, localmente conocida como canícula. La oscilación térmica anual es entre 5 °C y 7 °C (García, 1973). Se encuentra a una altitud de 11 m.s.n.m. con precipitación promedio de 1944 mm, (INEGI, 2005). Los suelos de área son Fluvisoles eutriscos (Palma-López *et al.*, 2007), localizada en las coordenadas UTM 468679 UTH 1990642 (Figura 2).

El experimento se estableció en tres parcelas cultivadas con plátano macho con edades de 10, 4 y 3 años y una densidad de: 110, 144 y 142 plantas/420 m², respectivamente. Dentro de las tres sitios, se plantó el *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en 3 repeticiones. El material vegetal que cubría el suelo antes de establecer el experimento, se eliminó de forma manual; esta vegetación estaba constituida principalmente *Priva lappulace* (L.) Pers y *Sida acuta* Burm. Posteriormente se procedió al establecimiento de la cobertura, en forma directa, removiendo el suelo con machete. Se colocó un estolón de 20-25 cm de longitud por hoyo a una distancia de 30 X 30 cm.



Figura 2. Área de estudio. Rancharía Habanero 2da. Sección, Cárdenas, Tabasco.

Mediciones de radiación fotosintéticamente activa (RAFA)

Para estimar el porcentaje de sombra de cada sitio, las mediciones de radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) fueron realizadas en el mes de septiembre, 2008. El horario elegido fue el momento en que el sol se encontraba en el cenit, evitando de esta forma que situaciones con diferentes estructuras de árboles adyacentes al sitio de muestreo pudieran ocasionar lecturas sesgadas. En forma simultánea se tomaron mediciones bajo dosel y a campo abierto a un metro del suelo, con el sensor quantum Li-190SA (LI-COR, Lincoln, USA), conectado a un

datalogger 14000. Se tomaron 30 lecturas en cada sitio, recorriéndolo en zig-zag dentro de la plantación tomando lecturas bajo dosel cada 15 pasos a modo de integrar todas las situaciones de radiación bajo la canopia. De las 30 lecturas en cada sitio se calculó la media general para determinar la RAFA.

Estimación de sombra bajo dosel de plátano macho

Con base en las mediciones de RAFA se estimó la sombra disponible para el crecimiento del *Arachis pintoi* Krap. y Greg. Según Bellow y Nair (2002) la sombra es pobremente definida, pero el concepto es comúnmente usado. Para este estudio la misma fue definida como la diferencia de fracción de RAFA respecto a la condición de RAFA a cielo abierto (Ecuación 1).

$$\text{Sombra} = [1 - (I_{bd}/I_{ca})] * 100 \quad (1)$$

Donde: Sombra = nivel de sombra (%); I_{bd} : radiación fotosintéticamente activa bajo dosel de plátano; I_{ca} : radiación fotosintéticamente activa a cielo abierto.

Variables edáficas, económicas y de crecimiento y desarrollo del Arachis

Se evaluó: a) fertilidad inicial del suelo (FIS); b) índice de sobrevivencia de estolones (ISE); c) crecimiento lateral de estolones (CLE); d) cobertura de *Arachis* (CA) y e) altura a los 5, 6, 7, 8, 9 meses después de la siembra. Se realizaron estimaciones económicas para determinar costos de establecimiento, mantenimiento y rentabilidad de la inversión comparando control tradicional de arvenses en platanares. Los rubros considerados fueron: los costos del chapea del terreno, material vegetativo y su siembra.

La fertilidad inicial en el suelo fue determinada con base en los métodos establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000, a una profundidad de 0-15 cm tomando una muestra compuesta. El ISE fue calculado con base al número de plantas existentes en cada parcela después de 60 días, en relación al número de estolones sembrados. El CLE fue evaluado 9 meses después de la siembra y consistió en la media de la longitud de 30 plantas localizadas en cada sitio. La CA fue estimada con un cuadro de madera de 0.25 m² con divisiones de 0.01 m²; el muestreo se realizó en zig-zag con 10 repeticiones por parcela. En cada sitio de

muestreo se contaron las divisiones que estuvieron cubiertas con *A. pintoi* Krap. y Greg. para definir el porcentaje de cobertura (Tabla 6).

Tabla 6. Escala para determinar porcentaje de cobertura en *A. pintoi* Krap. y Greg.

Numero de subcuadros	Porcentaje (%)
0-5	0-20
5-10	20-40
10-15	40-60
15-20	60-80
20-25	80-100

Análisis estadístico

El diseño estadístico fue en bloques al azar, con tres repeticiones cada uno. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems, SAS. Institute, Inc., 2002). El análisis de varianza se realizó utilizando el procedimiento General Linear Model (GLM). La comparación entre medias de los tratamientos fue obtenida mediante el test de comparación múltiple de Tukey, con una significancia de 0.5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físico-químicas del suelo

Con base en la NOM-021-RECNAT-2000 (2002), la textura del suelo de los sitios 1 y 2 fue clasificada como franca y la del sitio 3 como arcillo-limosa; el pH fue moderadamente ácido en los tres sitios; el contenido de MO fue clasificado como medio en los tres sitios, mientras que el N total fue clasificado como bajo en los sitios 1 y 2 y medio en el sitio 3. La concentración de P, K y Mg fue alta y el Ca fue baja en los tres sitios (Tabla 7). De esta manera se permite inferir que las características físico-químicas del suelo son adecuadas para el establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. y obtener una buena producción de biomasa. El *Arachis pintoi* Krap. y Greg. crece bien en suelos pobres, ácidos, con alta saturación de aluminio, pero crece mejor en suelo de mediana fertilidad, franco

arenoso con buen contenido de materia orgánica (Grof, 1985; Argel y Villareal, 1998; Rincón, 1999; Meléndez y Vázquez, 2007).

Tabla 7. Fertilidad inicial¹ de los suelos en cada sitio experimental.

Sitio	pH	MO	N total	Olsen	K	Ca	Mg	Na	A	L	R	P	
												(H ₂ O)	mg kg ⁻¹
1	5,83	1,44	0,07	19,4	0,71	2,77	6,18	0,44	24	43	33	-----cmol (+) kg ⁻¹ -----	-----%-----
2	5,51	1,56	0,07	14,5	1,33	2,06	6,28	0,38	26	39	35		
3	6,26	3,12	0,14	41,9	2,03	3,99	12,26	0,52	44	49	7		

¹Análisis realizados de acuerdo a la NOM-021-RECNAT-2000 (2002).

Radiación fotosintéticamente activa (RAFA)

La RAFA fue significativamente mayor en el sitio 1 en comparación con los sitios 2 y 3, siendo iguales los sitios 2 y 3 (Tabla 8). La diferencia de RAFA que penetra al estrato herbáceo en la plantación de plátano macho entre sitios está determinada por la densidad del follaje, el cual a su vez es producto de la densidad de plantas. La densidad promedio de las plantas de plátano macho/parcela en cada sitio fue: 110 (sitio 1), 142 (sitio 2) y 144 (sitio 3). Con la ecuación 1 fue estimado el nivel medio de sombra al cual fue establecido el *A. pintoi* Krap. y Greg., encontrándose tres niveles de sombra: 21 %, 45 % y 50 %.

Las plantaciones de plátano macho con más individuos/unidad de área tienen mayor captación de RAFA en el dosel de las plantas; sin embargo, esta mayor captación de luz incidente por parte de las hojas del plátano disminuye la cantidad de radiación en el estrato inferior (Cayón, 2004) que podría ser aprovechada por el *Arachis pintoi* Krap. y Greg. Zelada e Ibrahim (1997), encontraron en condiciones del trópico húmedo a cuatro niveles de sombreado (0 %, 25 %, 50 % y 75 %) que la Eficiencia de Utilización de Radiación (EUR) de *A. pintoi* aumentó en forma lineal conforme el nivel de sombra

fue aumentado, desde 1.0 g MS Mj⁻¹ a 0 % de sombra, alcanzando valores de 2.07 g MS Mj⁻¹ bajo 75 % de sombra.

El nivel medio de sombra de los tres sitios en el cual creció *A. pintoi* Krap. y Greg., fue de 21 %, 45 % y 50 % en este aspecto Zelada e Ibrahim (1997), observaron que *A. pintoi* mantuvo los valores en Índice de Área Foliar (IAF) altos a pesar que este disminuye con el aumento en los niveles de sombra. Fisher y Cruz (1995), también registraron que *A. pintoi* mantuvo altos IAF bajo sombra (30 % de luz).

Tabla 8. Radiación fotosintéticamente activa (RAFA) media bajo dosel de plátano, % sombra para cada sitio donde se estableció *Arachis pintoi* Krap. y Greg.

Sitio	Radiación fotosintéticamente activa (RAF) media bajo dosel de plátano (μmol m ⁻² s ⁻¹)	Sombra (%)
Sitio 1	1481 ^a	21 ^a
Sitio 2	1030 ^b	45 ^b
Sitio 3	985 ^b	50 ^b

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa (p<0.05) según la prueba de Tukey.

Índice de sobrevivencia de estolones (ISE)

A los 60 días después de la siembra (dds), el nivel de sombra de 21 % presentó estadísticamente el mayor ISE, con un promedio de 91.81 % y un número de plantas ha⁻¹ superior a los niveles de sombra 45 % y 50 %. Los cuales fueron estadísticamente semejantes (Tabla 9). La población inicial de plantas con 21 % de sombra fue más alta en un 34 % y 41 % que a los niveles de sombra 45 % y 50 %. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Valentim *et al.* (2003), en los que el ISE incrementó conforme los valores de sombra disminuyeron. Los resultados de ISE a niveles de sombra 45 % y 50 % son menores a los obtenidos por Rincón (1999) donde observó un promedio de ISE de 81 % en plantaciones de cítricos. La efectividad de los estolones de *A. pintoi* Krap. y Greg. varía de acuerdo con las condiciones climáticas y manejo (Rojas *et al.* 2005).

Crecimiento lateral de estolones (CLE)

En el presente trabajo el CLE varió de 112.5 a 119.7 cm planta⁻¹, a los 9 meses después de la siembra en los niveles de sombra 21 % y 50 %, respectivamente. Estos fueron superiores ($p < 0.05$) al nivel de sombra 45 % que alcanzaron un CLE de 72.2 cm (Tabla 10).

Tabla 9. Población inicial de *A. pintoi* Krap. y Greg. establecido como cultivo de cobertura en cultivo de plátano macho.

Nivel de sombra (%)	RAFA ($\mu\text{mol S}^{-1} \text{m}^{-2}$)	ISE (% sobrevivencia)	Numero planta ha ⁻¹
21	1481.4 ^a	91.813 ^a	102014 ^a
45	1030.6 ^b	57.723 ^b	64136 ^b
50	985.4 ^b	50.333 ^b	55925 ^b

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.

El CLE promedio de 8 mm día⁻¹ a un nivel de sombra de 21 y 50 %; y 3 mm día⁻¹ a un 45 % de sombra, tienen gran influencia en la velocidad del establecimiento de *A. pintoi* Krap. y Greg. para determinar la capacidad de cobertura del suelo por las plantas. Estas plantas son capaces de emitir estolones y colonizar un área con diámetro medio de 232.2 cm, en un periodo de 270 días de establecimiento a los niveles de sombra 21 % y 50 %. Por otro lado la longitud de los estolones permite una buena cobertura y retención del suelo debido a que al aumentar la longitud los estolones aumentan el número de entrenudos, los cuales son puntos de anclaje potencial para generación de plantas, encontrando que la longitud de los estolones aumenta con la edad de la planta al pasar de 7.4 cm en 30 dds a 15.5 cm a los 90 dds (Rincón, 1999). El CLE aquí obtenidos son similares a los encontrados en condiciones de río Branco, Brasil donde evaluaron diferentes accesiones de *A. pintoi* Krap. y Greg. establecido a una distancia de 50 X 25 cm en monocultivo, variando de 87 cm a 102 cm, a los 4 meses post-siembra y con una velocidad de crecimiento promedio de 5 mm día⁻¹ (Valentim *et al.*, 2003). Olivera y Manhães (2003) en condiciones de Seropédica, RJ, Brasil con suelo ácido no encontraron ningún efecto de la sombra sobre el CLE con un promedio de 65 cm a los 3 meses post-siembra.

Cobertura de *Arachis* (CA)

En tabla 10 se presentan los porcentajes de cobertura, obtenidos a los nueve meses después del establecimiento. El porcentaje de CA fue significativamente superior en el nivel de sombra 21 % con respecto a los niveles 45 y 50 %, este comportamiento de la CA difiere a los resultados citados por Barrios *et al.* (2008), donde condiciones con altos niveles de sombra (65 %), *Arachis pintoi* presentó mejor índice de cobertura, pero concuerdan con los obtenidos por Peters *et al.* (2006), en los que, en plantaciones de caucho con mayor entrada de luz el establecimiento de las coberturas de leguminosa ha funcionado mejor que en tratamientos muy sombreados, la mayoría de genotipos de *Arachis pintoi* presentan cobertura del 84 al 100 en un tiempo que va de dos a tres meses (Argel y Pizarro, 1992; Argel, 1995; Valentim *et al.*, 2003).

Tabla 10. Crecimiento lateral de estolones (CLE), cobertura del suelo (CA) de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. a los 9 meses después de la siembra en cultivo de plátano macho.

Nivel de sombra (%)	CA (%)	CLE (cm)
21	94.26 ^a	112.56 ^a
45	73.86 ^b	72.23 ^b
50	71.20 ^b	119.70 ^a

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($p < 0.05$) según la prueba de Tukey.
 $\mu\text{mol S}^{-1} \text{ m}^{-2} =$ micromol por metro cuadrado por segundo.

La velocidad de establecimiento de *A. pintoi* es resultado, entre otros factores de la forma de preparación del área, tipo de suelo, disponibilidad de agua en suelo, densidad de plantación, viabilidad de semillas o estolones, incidencia de arvenses y manejo cultural (De la Cruz *et al.*, 1995).

Altura

La altura de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. no fue afectada por el nivel de sombra desde el inicio de las evaluaciones (febrero 2009) hasta abril del mismo año (Figura 3). En junio del 2009 se presentó un aumento en la altura, que coincidió con la presencia de lluvias. El *A. pintoi* perdió gran parte de sus hojas (Fisher y

Cruz, 1995) y estolones por desecamiento pero en el periodo de lluvias presentó rebrotes (Grof, 1985; Argel, 1995). Las alturas encontradas en los primeros ocho meses después de la siembra son menores en un 50 % a las encontradas por Castelán y Trut (2006) a niveles de sombra de 35 %, 50 % y 80 % con una distancia de siembra de 20 x 100 cm. Andrade y Valentim (1996) realizaron cortes de uniformidad a 5 cm de altura en un área ya establecida con *Arachis pintoi* (BRA-031143) para evaluar niveles de sombreado artificial (0 %, 30 %, 50 % y 70 %) y observaron que los tratamientos sombreados presentaron mayor altura de plantas que los mantenidos a pleno sol, conforme aumenta el nivel de sombra se promueve el crecimiento vertical de las plantas en busca de luz, pero en el tratamiento a pleno sol, las plantas presentaron un crecimiento más rastrero.

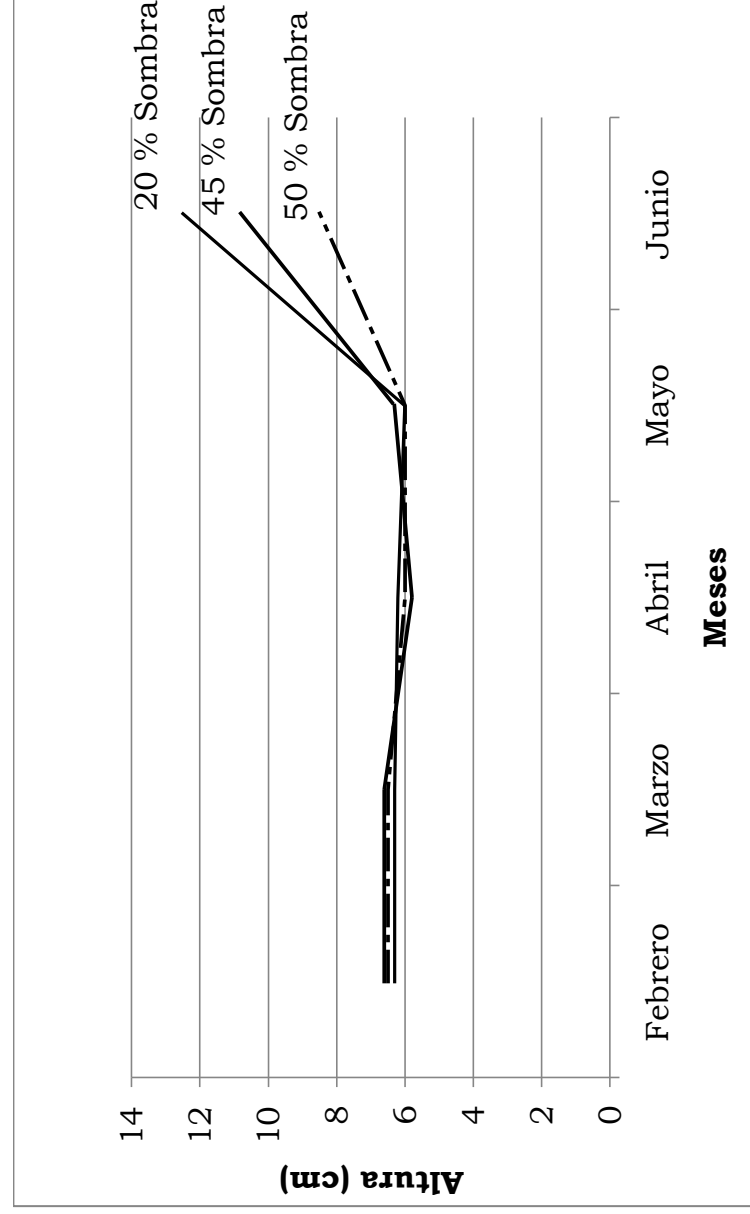


Figura 3. Comportamiento de altura promedio de *Arachis pintoi* Krap. y Greg.

Estimaciones económicas

Los costos de establecimiento empleando material vegetativo es de 2, 000 USD por ha, a distancia de 30 x 30 cm entre surcos y líneas. Argel y Villareal (1998) consideran este método de establecimiento es el más costoso, debido al número de jornales necesarios. Por otro lado, los gastos realizados para el control de arvenses

en cultivo de plátano macho en una hectárea fueron de 300 USD, incluyendo el costo del herbicida y aplicación.

A pesar de que el costo de establecimiento de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. es mayor, este se recuperará en 6.7 años, por su eficacia para controlar arvenses y su prolongada persistencia en el terreno. Además del aporte de nutrientes al suelo y beneficio que esto representa para el cultivo de plátano macho. Valles y Castillo (2006) indican que el costo de establecimiento con material vegetativo de *A. pintoi* Krap. y Greg. es más alto en cítricos de Veracruz fue de 476 USD a una distancia de 50 x 75 cm, más la adición de fertilización P+K+Mg.

CONCLUSIONES

El agroecosistema de plátano macho donde se estableció el *A. pintoi* Krap. y Greg. tiene las condiciones adecuadas para el desarrollo de la leguminosa. El crecimiento lateral promedio de los estolones (8 mm día⁻¹) y la cobertura del suelo de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. son aceptables a las tres intensidades de sombra (21 %, 45 %, 50 %). La buena adaptación de *A. pintoi* Krap. y Greg. al sombreado explica porque puede competir y crecer con arvenses dentro plantaciones de plátano macho, considerándose una buena opción para estas plantaciones. Las alturas de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en los tres niveles de sombra fueron similares hasta los primeros 8 meses, posteriormente al iniciar el periodo de lluvias a los nueve meses se presentó un aumento del 50% en alturas en los tres sitios.

Cuando se comparó el costo del establecimiento de *A. pintoi* Krap. y Greg. con los gastos generados por la aplicación de herbicidas para el control de arvenses, resulto superior. Sin embargo en este comparativo no se cuantificaron los beneficios por la fijación de nitrógeno, las mejoras en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (servicios ambientales) por el establecimiento de la leguminosa. Mismas que serán evaluados en las siguientes etapas de la investigación.

Los costos del establecimiento de *A. pintoi* Krap. y Greg. se pueden reducir al combinar densidades menores a las utilizadas en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Andrade, C. M. y J. F. Valentim. 1996. Efeito de diferentes níveis de sombreamiento na produtividade e persistencia de *Arachis pintoi* em Rio Branco, Acre. Rio Branco, AC: EMBRAPA – CPAF/AC. Instruções Técnicas 33:1-3.
- Argel, J. P. y E. A. Pizarro. 1992. Germplasm case study: *Arachis pintoi*. En: CIAT (Eds.) Pasture for the tropical lowlands: CIAT's Contribution. CIAT. Cali, Colombia. pp; 57-73.
- Argel, J.P. y C. M. Villareal. 1998. Cultivar Porvenir: Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. nom. nud., CIAT 18744) Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de agricultura y ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico 32 p.
- Argel, J. P. 1995. Experiencia regional con *Arachis* forrajero en América central y México. En: Kerridge, P. C.; Hardy, B. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 227.
- Barrios, R.; A. Arteaga; H. Calzadilla; F. Barreto y J. Fariñas. 2008. Efecto del sombreamiento artificial sobre el establecimiento de leguminosas promisorias como cobertura en Palma Aceitera en el Estado de Monagas. *Agronomía Tropical* 58(1):31-34.
- Bellow, J. y P. Nair. 2002. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry system. *Agricultural and forest meteorology*.114:197-211.
- Castelan, M.E. y C. Traut. 2006. Efecto de la sombra en la producción de materia seca de *Arachis pintoi*. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes, Argentina. 2.

- Cayón, D. 2004. Eco fisiología y productividad del plátano (*Musa AAB* Simmonds). En: XVI Reunión internacional ACORBAT 2004, Oaxaca, México. pp. 312.
- INEGI. 2005. Cuaderno Estadístico Municipal Cunduacán, Tabasco. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 175 p.
- De la Cruz, R.; S. Suarez y J. E. Ferguson. 1995. Contribución de *Arachis pintoi* como cobertura del suelo en algunos sistemas de explotación agrícola de América tropical. En: Kerridge, P. C.; Hardy, B. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 227.
- Espindola, J.A.; L. G. Guerra; D. Almeida; M. G. Texeira y S. Urquiaga. 2006a. Descomposicao e liberacao de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. R. Bras. Ci. Solo 30 (2):321-328.
- Espindola, J.A.; L. G. Guerra; D. Almeida; M. G. Texeira; S. Urquiaga y R. N. Busquet. 2006b. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. Pesq. Agropec. Bras.41(3):415-420.
- FAO (2004) Nuevos mercados para el Plátano en la Europa ampliada. Sala de Prensa.
<http://www.fao.org/newsroom/ES/news/2004/38367/index.html>
Consultado: 01/Septiembre/2009.
- Fisher, M.G. y P. Cruz. 1995. Algunos aspectos de la Eco fisiología de *Arachis pintoi*. En: Kerridge, P. C.; Hardy, B. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 227.
- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

- Grof, B. 1985. *Arachis pintoi*, una leguminosa forrajera promisoría para los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales* 7(1):4-5.
- Meléndez, N.F. y L. P. Vázquez. 2007. El cacahuatillo tropical *Arachis pintoi* una leguminosa forrajera para el trópico húmedo. UPOCH-Fundación Produce Tabasco A.C. Cárdenas, Tabasco, México. 30 pp.
- Oliveira, F.L. y S. Manhães. 2003. Establecimiento de leguminosas forrajeras tropicales na sombra. *Pasturas Tropicales* 25(3):12-17.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. 2002. Norma oficial mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D. F. 85 p.
- Palma-López, D.J.; D. Cisneros; C. Moreno y J. A. Rincón-Ramírez. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPOTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Pérez, Leonardo. 1997. Evaluación de introducciones de *Arachis pintoi* como plantas de cobertura viva en Banano (Musa AAA), cv. "Gran Enano". CORBANA 22(48):77-88.
- Peters, M.; C. Plazas; H. Franco y A. Betancourt. 2008. Desarrollo de leguminosas multipropósito para coberturas en plantaciones. *Pasturas tropicales* 28(1):16-20.
- Puertas F, Arévalo E, Zuñiga L, Alegre J, Loli O, Soplin H, Baligar V (2008) Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonía Peruana. *Ecología Aplicada* 7 (1,2): 23-28.
- Rincón A (1999) Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Boletín técnico. No. 24. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)-

Programa nacional de transferencia de Tecnología agropecuaria.
Regional 8. Villavicencio, Colombia. 8 p.

Rojas, L.A.; B. Valles; E. Castillo y J. J. Rodríguez. 2005. Dinámica de población de plantas de *Arachis pintoi* CIAT 17434, asociada a gramas nativas en pastoreo, en el trópico húmedo de México. *Téc. Pecu. Méx.* 43 (2): 275-286.

SAGARPA. 2009. Avances de siembras y cosechas. Años agrícolas: 1997-2007. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.siap.gob.mx/> Consultado: 23/septiembre/2008.

Sanchol F, Cervantes C, (1997) El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(1): 111-120.

SAS. 2002. Statistical Analysis Systems. Versión 9.0. Institute, Inc., Cary, NC., USA.

Simmonds, N. 1966. Los plátanos. Ed. Blume. Barcelona, España. 539 p.

Sosa, L. y C. Medrano. 1996. Efecto de la competencia de las malezas en platanales (Musa AAB) establecidos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 14: 591-602.
Suárez, P. y C. Céspedes. 2004. Época crítica de competencia (interferencia) entre las malezas y el cultivo de banano (*Musa AAA*). En: *Resultados de Investigación en Musáceas*. República Dominicana. Instituto de Investigación Agropecuarias y Forestales. 117 p.

Terry, P. J. 1996. Manejo de las malas hierbas y bananos y plátanos. En: R. Labrada; J.C. Caseley y C. Parker (Eds.) *Manejo de las malezas para países en desarrollo*. FAO. Roma.

<http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00.HTM#Contents>

Consultado: 4/Marzo/2008.

- Valentim, J.F.; C. M. Soares; H. Alves y F. Lima. 2003. Velocidade de Establecimiento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. *R. Bras. Zootec.*32(6): 1569-1577.
- Valles, B. y E. Castillo. 2006. Experiencias en el establecimiento de *Arachis pintoi* Krapov & W.C. Greg. Como cobertura en cítricos de Veracruz, México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 10 (1): 73-88.
- 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). *CORBANA* 22 (48): 23-39.
- Zelada, E. E. y M. A. Ibrahim. 1997. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en el trópico húmedo de Costa Rica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5 (Supl. 1): 42-44.
- Zwart, J. M.; R. Rojo y J. Yeomans. 2005. Coberturas y la salud del suelo. *Tierra Tropical* 1 (1): 9-20.

EFECTO DE *Arachis pintoi* KRAP. Y GREG. SOBRE ARVENSES EN PLANTACIÓN DE PLÁTANO MACHO EN CÁRDENAS, TABASCO, MÉXICO.

RESUMÉN

El experimento se realizó en Cárdenas, Tabasco, en un suelo con textura franca, pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica y nitrógeno total bajo, cultivado con plátano macho. Con la finalidad de evaluar el control de arvenses con *Arachis pintoi* Krap. y Greg. como una cobertura viva. Se utilizó un arreglo factorial alojado en un diseño de bloques completos al azar, con el sombreado y el tipo de cobertura vegetal asociada al plátano como factores, con tres repeticiones. Tanto el factor sombreado como el de cobertura tuvieron dos niveles: 50 y 45 % de sombra, y materia seca (MS) producida en suelo enmalezado y suelo con *Arachis pintoi* Krap. y Greg, respectivamente. Se utilizaron el índice de Shannon-Weaver (H') y el índice de similitud de Sørensen (S) para determinar la riqueza de especies. A los 11 meses después del establecimiento del experimento los valores de H' no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, con un $S= 0.78$ entre los dos niveles de sombra. Las especies arvenses más dominantes fueron: *Talinum triangulare*, *Syngonium podophyllum*, *Paspalum paniculatum*, *Commelina diffusa*. Entre los tratamientos probados, el tratamiento de suelo con arvense con un nivel de 50 % de sombra fue el que presentó estadísticamente mayor producción de materia seca (MS) (375.37 ± 83.39 g m⁻²) que los otros tratamientos. La MS producida por *Arachis pintoi* Krap. y Greg. fue mayor estadísticamente con 45 % de sombra (198 g m⁻²) que la producida con 50 % sombra (150.40 g m⁻²). Se encontró que el nivel de efectividad del *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en el control de arvenses fue del 52.3 % (con 45 % de sombra) y 70.5 % (con 50% sombra).

Palabras claves: Sombreado, Efectividad, Materia seca, Shannon-Weaver, Similitud.

EFFECT OF *Arachis pintoi* KRAP. Y GREG. ON CONTROL OF WEEDS IN PLANTAIN PLANTATIONS IN CARDENAS, TABASCO, MEXICO

ABSTRACT

The experiment was carried out in Cárdenas Tabasco Mexico, in a soil with loamy texture, Ph. moderately acidic, content of organic matter and total nitrogen low, and cultivate with plantain plantation. Design was a factorial design housed in a randomized complete block, with the shading and the type of plantain plant cover as factors associated. They had three replications. Both, the shading factor and cover had two percentages of shade 50 and 45 % of shade; likewise dry matter (MS) produced in ground with weeds and ground with *Arachis pintoi* respectively. It was used the Shannon Weaver Index (H') and Sörensen (S) index in order to determine the species richness. After eleven months after established the experiment, H' values did not had significance differences with $S=0.78$ in both shade percentages. The more common weeds species were *Talinum triangulare*, *Syngonium podophyllum*, *Paspalum paniculatum*, *Commelina diffusa*. The treatment with weeds with 50 % of shade had statically the highest value of dry matter (MS) ($375.37 \pm 83.39 \text{ g m}^{-2}$). The MS produced by *Arachis pintoi* Krap. y Greg was statically higher with 45 % percentage of shade (198 g.m^2). it was found that the effectiveness level in *Arachis pintoi* Krap. y Greg , in the weeds control was 52.3 % with 45 and 70.5 % of shade percentage respectively

Key Word: shaded, effectiveness, dry matter, Shannon-Weaver, similarity.

INTRODUCCIÓN

Las malezas o malas hierbas, como son ampliamente conocidas las arvenses (derivado del latín *arva*: campo cultivado); se refieren al efecto nocivo, hacia el cultivo, de las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas; por lo que en primera instancia es común pensar que deberían ser eliminadas por completo de los campos de cultivo para evitar reducir el rendimiento y calidad de las cosechas, lo que causa grandes pérdidas económicas al agricultor y ambientales a los

agroecosistemas (Marzocca, 1979; Espinoza y Sarukhan, 1997; van Rijn, 2000; Gliessman, 2002; Caamal, 2004; van Rijn, 2000; Naylor, 2002).

En plátano, las arvenses se consideran un problema de primer orden, ya que en este agroecosistema intervienen dentro del equilibrio ecológico provocando problemas fitosanitarios (al constituirse como hospederas de plagas y enfermedades), favorecen: el lento crecimiento; retraso de la floración, los bajos rendimientos; y sus daños sólo son cuantificables al momento de la cosecha. Por ello se deben controlar en los primeros seis meses después de la siembra, pero se recomienda realizar un manejo adecuado durante todo el ciclo de vida (Labrada, 2000; van Rijn, 2000; Pinilla y García, 2002; Palencia *et al.*, 2006). El productor de manera general, controla las arvenses basándose en su tamaño lo cual, no necesariamente, refleja la real competencia por nutrientes, como el fósforo (P), debido a que las arvenses absorben y concentran mayor P que otras especies en la misma cantidad de biomasa. Por otro lado, las especies que acumulan más N en su biomasa compiten de igual manera que otras que no contienen este nutriente en su biomasa (Muñoz-Montoya, 1985).

Se han desarrollado diferentes estrategias de control que es preciso considerar por los efectos que tienen sobre la dinámica de las arvenses-sistemas agrícolas en conjunto (Caamal, 2004), y una de las invenciones modernas aparecidas en la segunda mitad del siglo XIX con relación al aumento de la producción agrícola para satisfacer las necesidades de alimentos, fueron las sustancias químicas en el control de plagas y arvenses de los cultivos (Rojas, 1980, Gliessman, 2002).

Pinilla y García (2002) mencionan que el uso de herbicidas presenta ventaja en relación al control mecánico-manual, debido a: oportunidad, disminución de mano de obra, persistencia del control, eficiencias sobre arvenses perennes, menor costo, menor fatiga del operario, no diseminación de semillas y menor daño a los puyones de plátano; en contra tiene el deterioro de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, el riesgo asociado al manejo de los productos, contaminación ambiental, posibilidad de generar resistencia de los arvenses por la

utilización intensiva de herbicidas, requerimiento de un equipo costoso para las aplicaciones y posible intoxicación para el aplicador.

Por otro lado, los métodos de control manual influyen en la población de arvenses; la incidencia de éstas se reduce con el método de control químico, en comparación con el control manual y sin control. Algunas se ven favorecidas por el deshierbe con un método e incrementan en cuanto a riqueza de especies y equidad durante diferentes ciclos (Tena, 1998).

Algunas alternativas que han sido ampliamente recomendadas para inhibir el crecimiento de arvenses son los cultivos de cobertura con especies leguminosas, las cuales se introducen en las rotaciones de cultivos para proporcionar servicios benéficos al agroecosistema (Terry *et al.*, 1996; Teasdale, 2005). Los cultivos de cobertura fueron parte integral de la mayoría de los sistemas agrícolas de los países desarrollados hasta los años cincuenta, hasta esa época las plantas de cobertura y los desechos animales fueron claves para manejar la fertilidad del suelo y sostener la productividad de granos; conforme la agricultura se hizo más especializada, se introdujo la aplicación de fertilizantes como mecanismo para proveer una fuente de N fácilmente disponible y el empleo de plantas de cobertura fue decayendo muy rápidamente en esos países (Sanchol y Cervantes, 1997).

Actualmente la práctica de cultivos de cobertura con *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en cultivos perennes como banano se ha utilizado en el Sur de América por presentar gran velocidad de descomposición, crecimiento rastroero, soportar diferentes intensidades de sombra, desplazar especies arvenses (Pérez, 1997; Vargas, 1997; Espindola *et al.*, 2006a; Espindola *et al.*, 2006b), con excelentes resultados en las investigaciones. No obstante, no existen estudios para plantaciones de plátano macho en México; por tal razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de *Arachis pintoi* Krap. y Greg. en el control de arvenses en este agroecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue establecido en la Ranchería Habanero segunda sección del Municipio de Cárdenas, Tabasco, en el sureste de México; y se evaluó de octubre

de 2008 a agosto de 2009. El clima corresponde al tipo $Am(f)w^{\prime}(i)$, cálido húmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvias invernales mayor de 10.2 y la precipitación del mes más seco menor de 60 mm con una época seca marcada de marzo a mayo y un periodo seco corto de julio-agosto, localmente conocida como canícula. La oscilación térmica anual es entre 5 °C y 7 °C (García, 1973). Se encuentra a una altitud de 11 m.s.n.m. con precipitación promedio de 1944 mm, (INEGI, 2005). Los suelos del área son fluvisoles eutriscos (Palma-López et al., 2007), localizada en las coordenadas UTM 468679 UTH 1990642.

El experimento se estableció a inicios del mes de octubre del 2008 en dos plantaciones establecidas con plátano macho con un nivel de sombra en estrato herbáceo de 45 % y 50 %. Para la determinación del los niveles de sombra, se realizaron mediciones de radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) bajo dosel y a campo abierto a un metro del suelo, con el sensor quantum Li-190SA (LI-COR, Lincoln, USA), conectado a un datalogger 14000. De las lecturas en cada sitio se calculó la media general para determinar la RAFA. Con base en las mediciones de RAFA se estimó la sombra disponible para el crecimiento del *Arachis pintoi* Krap. y Greg y arvenses. Según Bellow y Nair (2002) fue definida como la diferencia de fracción de RAFA respecto a la condición de RAFA a cielo abierto (Ecuación 2).

$$\text{Sombra} = [1 - (I_{bd}/I_{ca})] * 100 \quad (2)$$

Donde: Sombra = nivel de sombra (%); I_{bd} : radiación fotosintéticamente activa bajo dosel de plátano; I_{ca} : radiación fotosintéticamente activa a cielo abierto.

El material vegetal que cubría el suelo antes de establecer el experimento se eliminó de forma manual con machete; esta vegetación estaba constituida principalmente *Priva lappulace* (L.) Pers y *Sida acuta* Burm. Posteriormente se procedió al establecimiento de la cobertura *Arachis pintoi* Krap. y Greg., en forma directa, removiendo el suelo con machete. Se colocó un estolón de 20-25 cm de longitud por hueco a una distancia de 30 X 30 cm. El tratamiento con arvense fue considerado testigo, esté fue establecido dejando toda la vegetación herbácea desde el inicio hasta el final del experimento sin ningún manejo.

Diseño experimental

Se utilizó un arreglo factorial alojado en un diseño de bloques completos al azar, con el sombreado y el tipo de cobertura vegetal asociada al plátano, como factores, con tres repeticiones. El factor sombreado tuvo dos niveles (50 y 45 %) y el factor cobertura vegetal dos: materia seca (MS) producida en suelo enmalezado y la producida en un suelo con *Arachis pintoi* Krap. y Greg. Las combinaciones de los niveles de los dos factores dieron lugar a los tratamientos evaluados, que fueron alojados en bloques completos con tres repeticiones.

Muestreo de arvenses

Los muestreos de las poblaciones de arvenses se realizaron en septiembre de 2008 (antes de la siembra del *A. pintoi*) y agosto de 2009 (al finalizar el estudio); el procedimiento consistió en trazar una línea Canfield (0.10 X 10 m) al azar en cada sitio. Del área dentro de la línea Canfield se midió: altura, cobertura, valores absolutos y relativos e índice de importancia para cada especie presente. Se extrajeron las arvenses para identificación taxonómica de familia, género y especie empleando claves botánicas. Para el mes de agosto de 2009 se trazó una línea Canfield en todas las repeticiones de cada tratamiento y se repitió la evaluación de variables para comparar la presencia de las arvenses o aparición de otras.

La importancia de las especies vegetales en el área de estudio se determinó mediante el valor de importancia (VI) (Caamal, 2004):

$$\mathbf{VI\ (\%) = A + Fr + Dr} \quad \mathbf{(3)}$$

Donde: A = Densidad relativa; Fr = Frecuencia relativa; Dr = Dominancia relativa.

Riqueza de especies

Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')

El índice de Shannon-Weaver es un índice que mientras más grande es el valor, mayor es la diversidad y la comunidad está menos dominada por una o pocas especies. Los valores mayores a 3.5 indican rareza y abundancia de las especies más equitativas (Odum, 1978). Este índice se calculó con la ecuación 4:

$$H' = -\sum (n_i/n) \ln (n_i/n)$$

(4)

Donde n_i = Valor de importancia para cada especie; n = Total de valores de importancia; \ln = logaritmo natural.

Índice de similitud de Sørensen (S)

La semejanza florística entre los dos niveles de sombra se determinó con la siguiente ecuación:

$$\text{Sørensen (S)} = 2 C / (A + B)$$

(5)

Donde A = Número de especies presentes con 45 % sombra; B = Número de especies presentes con 50 % sombra; C = Número de las especies comunes en ambos niveles de sombra. Valores iguales o cercanos a 1 indican una mayor semejanza florística (Odum, 1978).

Biomasa aérea (BA) en las arvenses y *A. pintoi*

Para estimar la producción de BA de las arvenses y *A. pintoi* se realizó un muestreo al término del trabajo con un cuadro de madera 0.50 X 0.50 m (0.25 m²), con 5 repeticiones parcela⁻¹ en forma de zig-zag, cosechando con tijeras a ras del suelo toda la vegetación herbácea (*A. pintoi* y arvenses) dentro del cuadro. En los tratamientos con *A. pintoi* se realizó la separación entre especies arvenses y esta leguminosa. La BA se pesó en fresco y se colocó en bolsas de papel para secar en estufa durante 72 hr ó hasta peso constante a 70 °C. Con los datos de la materia seca (MS), se calculó el promedio de la BA de arvenses y *A. pintoi*; posteriormente estas variables se extrapolaron a kg MS ha⁻¹ tratamiento⁻¹.

Efectividad en el control de arvenses

Para obtener el efecto supresor de la cobertura de *A. pintoi* en el control de arvenses, se determinó su porcentaje de efectividad con la ecuación 3 (Sanchol y Cervantes, 1997) en cada nivel de sombra. Se utilizó el peso seco de la BA producida en cada tratamiento con arvenses, así como la producida en el tratamiento con *A. pintoi*. Efectividad en el control de arvenses definido como:

$$\text{Efectividad} = \frac{A_t - A_A}{A_t} * 100 \quad (6)$$

Donde: At = MS de tratamiento con arvenses; AA = MS de tratamiento con *Arachis pintoi*.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza del experimento factorial y la comparación múltiple de medias (Tukey, p=0.05) para las variables: H'. MS de arvenses y *Arachis pintoi*, con el paquete estadístico SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flora arvense en plátano macho con 45 y 50 % de sombra en estrato herbáceo al inicio del experimento

En el tratamiento con 45 % de sombra en su estrato inferior, se identificaron 15 especies de arvenses pertenecientes a 7 familias y con 50 % de sombra 5 especies pertenecientes a 5 familias. En el tratamiento con 50 % de sombra en estrato herbáceo, el mayor número de familias (5) pertenecen al tipo de hoja ancha, esto es lógico porque se trata de una plantación establecida (Figura 4, Tabla 11, Pinilla y García, 2002), presentando mayor número de especies (4) la familia Euphorbiaceae. Como menciona van Rijn (2000), la composición de flora arvense es diversa de región en región por causa de las diferentes condiciones de topografía, clima, suelo y diferentes actividades del hombre, pero ciertas especies son dominantes en muchas regiones como son las Asteraceae (*Bidens pilosa* L.), Euphorbiaceae (*Euphobia* sp.), Poaceae (*Echinochloa colonum* (L.) Link, *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.).

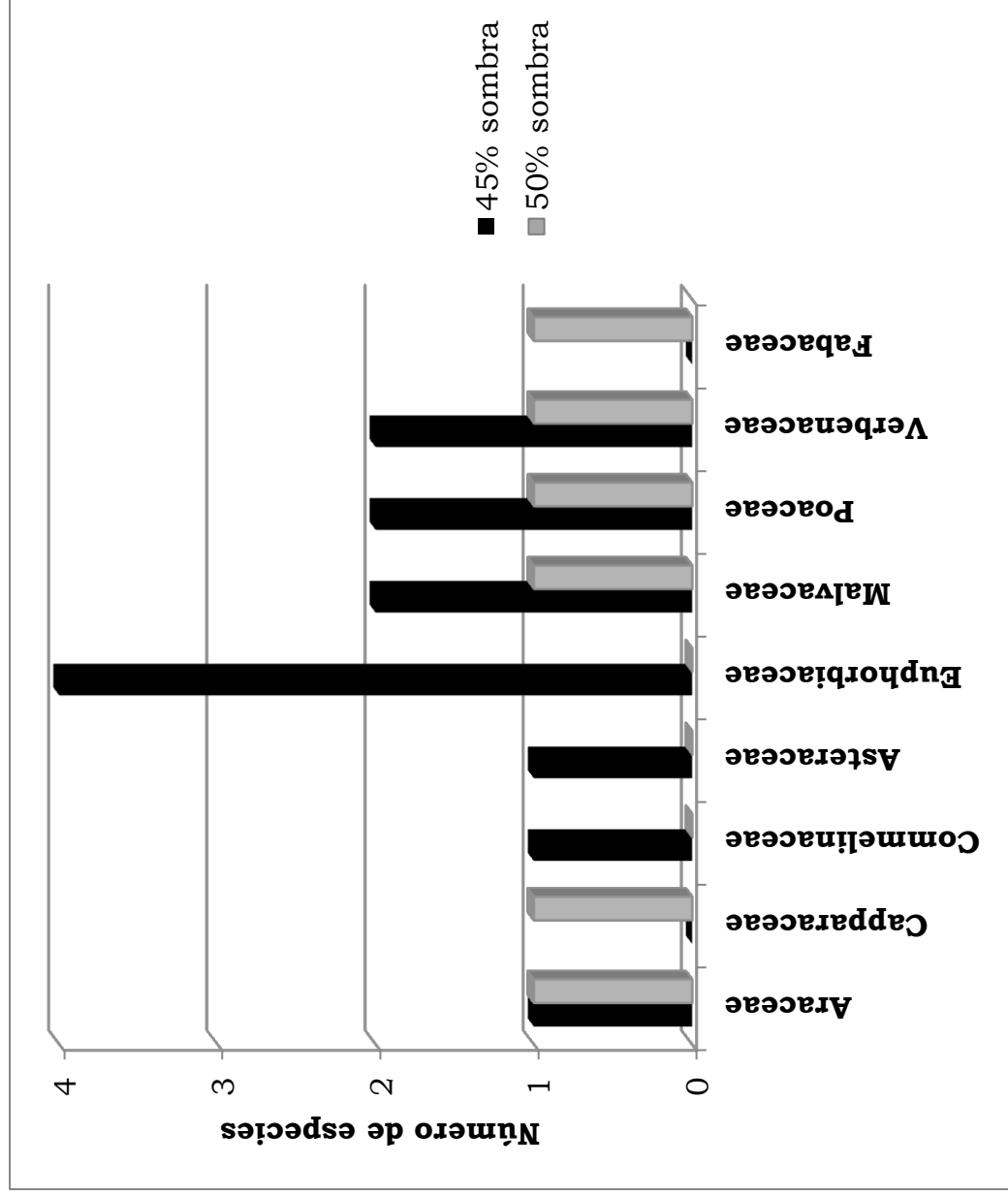


Figura 4. Familias y especies de arvenses presentes en plantaciones establecidas de plátano macho con dos niveles de sombra en Cárdenas, Tabasco.

Tabla 11. Arvenses encontradas en los dos niveles de sombra que genera el cultivo de plátano macho al inicio del trabajo.

Familia	Especies	Sitio	Clase
Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	I, II	Monocotiledónea
Capparaceae	<i>Cleome serrata</i> Jacq.	II	Dicotiledónea
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> N. L. Burm.	I	Monocotiledónea
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	I	Dicotiledónea
Euphorbiaceae	<i>Acalypha alopecuroides</i> Jacq.	I	Dicotiledónea
	<i>Acalypha virginica</i> L.	I	Dicotiledónea
	<i>Caperonia palustris</i> (L.) St. Hil.	I	Dicotiledónea
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	I	Dicotiledónea
	<i>Euphorbia hirta</i> L.	I	Dicotiledónea
Malvaceae	<i>Heliocarpus Donnell-Smithii</i> Rose	I	Dicotiledónea
	<i>Sida acuta</i> Burm f. Huinar	I	Dicotiledónea
Poaceae	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	I	Monocotiledónea
	<i>Leptochloa filiformis</i> (Lam.) Beauv.	I, II	Monocotiledónea
	<i>Lantana camara</i> L. var parviflora		
Verbenaceae	Mold.	I	Dicotiledónea
	<i>Priva lappulaceae</i> (L.) Pers	I, II	Dicotiledónea

I= 45% sombra en estrato herbáceo.

II= 50% Sombra en estrato herbáceo.

Al inicio del trabajo, el índice de Shannon-Weaver, señala que el estrato herbáceo con 45 % de sombra ($H'=2,45$) posee una mayor diversidad con respecto al estrato herbáceo con 50 % de sombra ($H'=1,31$) y el índice de similitud de Sörensen para los dos niveles de sombra se encontró que es bajo (0.3), debido a que en la plantación con 50 % de sombra la riqueza de especie fue menor en un 50 %. La baja similitud y la diferencia en los índices de Shannon-Weaver entre los sitios es una evidencia a favor que el uso de los diferentes herbicidas por parte de diversos productores influye en la presencia de una u otras especies (Labrada, 2000) así como el intervalo de tiempo para control de arvenses.

Cuadro 12. Índice de Shannon-Weaver (H') y Sörensen (S) calculado entre las especies presentes para cada tratamiento a niveles de sombra en plantación de plátano macho al inicio del trabajo, en Cárdenas, Tabasco.

Nivel de Sombra (%)	Índice	Valor
45	Shannon-Weaver	2.45
50	Shannon-Weaver	1.31
45-50*	Sörensen	0.3

*Se calcula la similitud de especies arvenses entre los dos niveles de sombra.

Valor de importancia (VI) de arvenses

En las Figuras 5 y 6, se presentan los valores de importancia para las especies presentes en los dos niveles de sombra, al inicio del trabajo. Se observó que las especies con valores de importancia más altos, a un 45 % de sombra en el estrato herbáceo, en orden decreciente fueron: *Sida acuta* Burm f. Huinar, *Bidens pilosa* L., *Leptochloa filiformis* (Lam.) Beauv., *Acalypha virginica* L., *Echinochloa colonum* (L.) Link, *Lantana camara* L. var *parviflora* Mold., *Syngonium podophyllum* Schott, siendo las especies que mayor cobertura tienen en el área. van Rijn (2000) cita que las semillas de *Sida acuta* Burm f. Huinar tienen una longevidad de 6 años en un suelo tropical. Rzedowskii y Rzedowskii (1979) mencionan que *Bidens pilosa* L., es una especie de origen local característica en las parcelas de maíz (*Zea mays*) cuya presencia puede interpretarse como indicadora de las prácticas del cultivo de

maíz; su antigüedad es suficiente para no dejar desplazarse por arvenses eurasiáticas. Labrada (2000), cita que *Echinochloa colonum* (L.) Link y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. son dos de las principales especies de arvenses asociadas a plantaciones de banano y plátano, de las cuales la práctica del corte no evita totalmente la competencia de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. con el cultivo sino que será estimulada. Terry (1996) cita que las poaceas son las arvenses más severas en estas plantaciones. Por otro lado las aplicaciones constantes de paraquat, estimulan el dominio de monocotiledóneas en estas plantaciones y las de de glifosato estimulan las de hoja ancha (dicotiledóneas) (Agüero *et al.*, 2008).

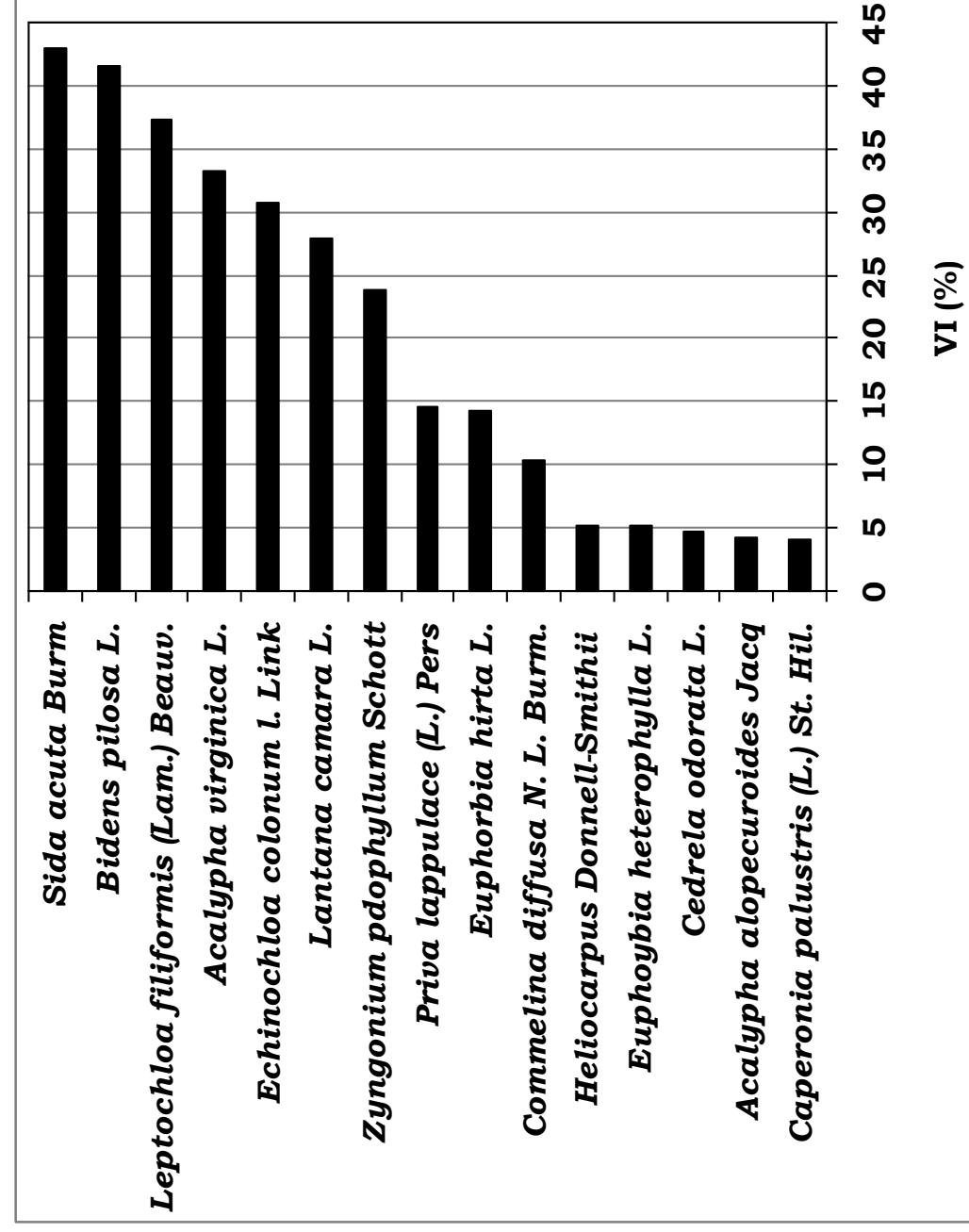


Figura 5. Valor de Importancia (VI) de las arvenses para un nivel de sombra 45 % en estrato herbáceo.

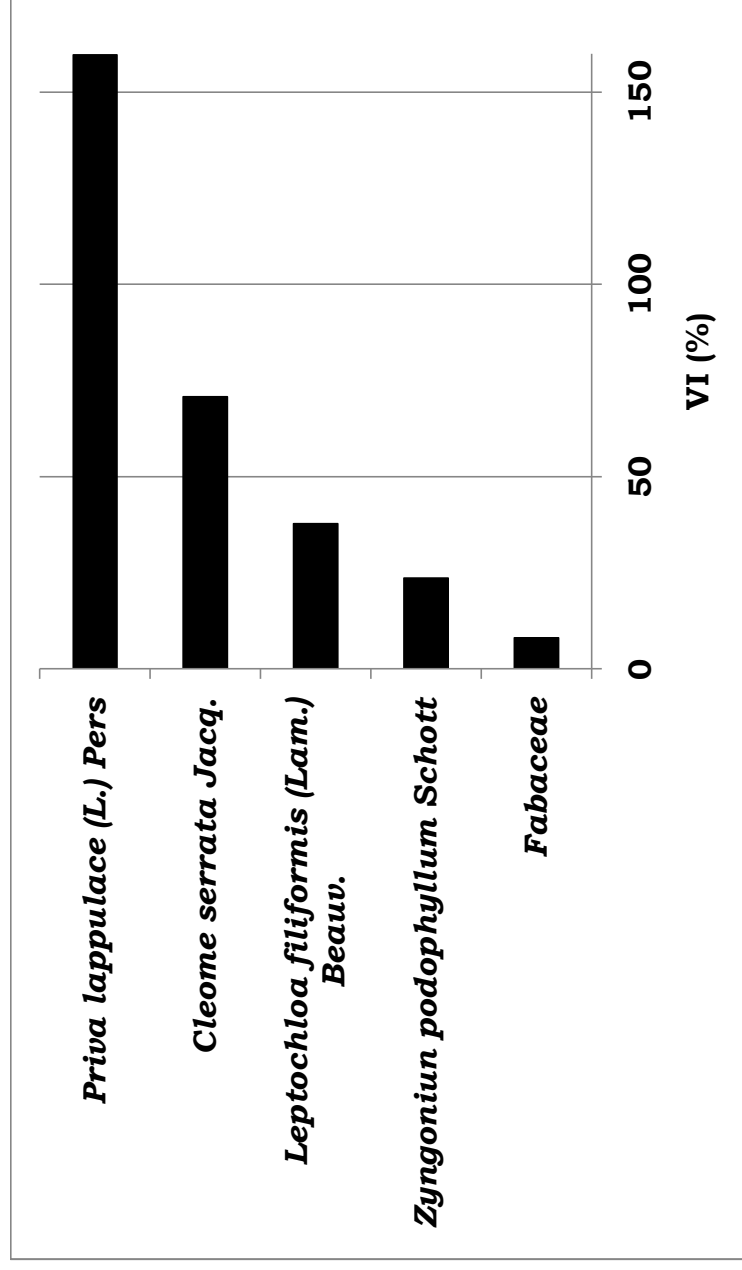


Figura 6. Valor de Importancia (VI) de las arvenses para un nivel de sombra 50 % en estrato herbáceo.

En la plantación de plátano macho con 50 % de sombra en estrato herbáceo solo se encontraron 5 especies de las cuales *Priva lappulaceae* (L.) Pers es la que mayor VI (159.7 %) tiene, siendo una especie dominante en el área, por lo cual se produce un índice de diversidad bajo en este sitio (Figura 3). Rzedowskii y Rzedowskii, (2002) consideran esta especie como una arvense agresiva y peligrosa sin problemas de supervivencia.

Respuesta de Flora arvense a los 11 meses después de establecer los tratamientos

A los 11 meses de establecidos los tratamientos se realizaron muestreos de especies arvenses, para comparar las especies encontradas por tratamiento en cada nivel de sombra. Se utilizó una línea Canfield (0.10 X 1m) en cada unidad experimental. En el Tabla 13, se presentan los valores medios y desviación estándar de H' para cada nivel de sombra y sus respectivos tratamientos. Los valores de H' no presentaron diferencias significativas (Tukey, $p=0.05$). El valor de H' en el nivel de sombra 45 % disminuyó en un 40 % con respecto al obtenido antes del establecimiento de los tratamientos, debido a un corte de uniformidad en

los tratamientos con arvenses y a la limpieza realizada con machete para el establecimiento de tratamientos con *Arachis pintoi*, favoreciendo así la germinación de especies arvenses con mayor presencia de semillas en el suelo y las especies con crecimiento rastrero que pueden estimular su crecimiento. El índice de similitud de Sörensen entre los niveles de sombra fue de 0.78, aumentando en un 250 % con respecto al calculado al inicio del estudio.

Tabla 13. Índice de Shannon-Weaver calculado entre las especies presentes para cada tratamiento a 2 niveles de sombra en plantación de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco.

Nivel de Sombra (%)	Tratamiento	Valor de H' (índice de Shannon-Weaver)
45	Suelo con Arvenses	1.3167 ± 0.637 ^a
45	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	1.6813 ± 0.237 ^a
50	Suelo con Arvenses	1.2057 ± 0.454 ^a
50	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	1.5013 ± 0.680 ^a

^aMedias con la misma letra no presentan diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

El cambio en la diversidad espacial y temporal de las comunidades arvenses está influenciado por labores agrícolas: además responde en forma semejante a la vegetación herbácea en condiciones naturales, y en condiciones predecibles (Perdomo *et al.*, 2004). Así, el banco de semillas en el suelo es bien estimulado, ya que algunas especies necesitan cierta intensidad de luz para su germinación, y ésta es promovida cuando el fruto es cosechado, resultando en un aumento en la penetración de luz hasta el suelo lo que provoca la emergencia de arvenses (Van Rijn, 2000).

En la Figura 7, se muestran los 3 valores de importancia (VI) más altos en cada tratamiento y repetición para el cultivo de plátano macho con 45 % de sombra en estrato herbáceo. En los tratamientos con *Arachis pintoi* se encontró que esta especie alcanza el mayor VI sobre las especies arvenses; entre las especies presentes en esta asociación con un VI mayor de 50 % se encuentran: *Paspalum paniculatum* L., *Euphorbia hirta* L., *Priva lappulaceae* (L.) Pers. En el tratamiento con solo arvenses se encontró que *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd alcanza el

mayor VI (253.8 %) considerándose una especie dominante en el cultivo y de difícil control (químico y manual) para los agricultores, junto con *Syngonium podophyllum* Schott; las especies: *Paspalum paniculatum* L., *Commelina diffusa* N. L. Burm y *Priva lappulaceae* (L.) Pers tienen un VI mayor a 50 %.

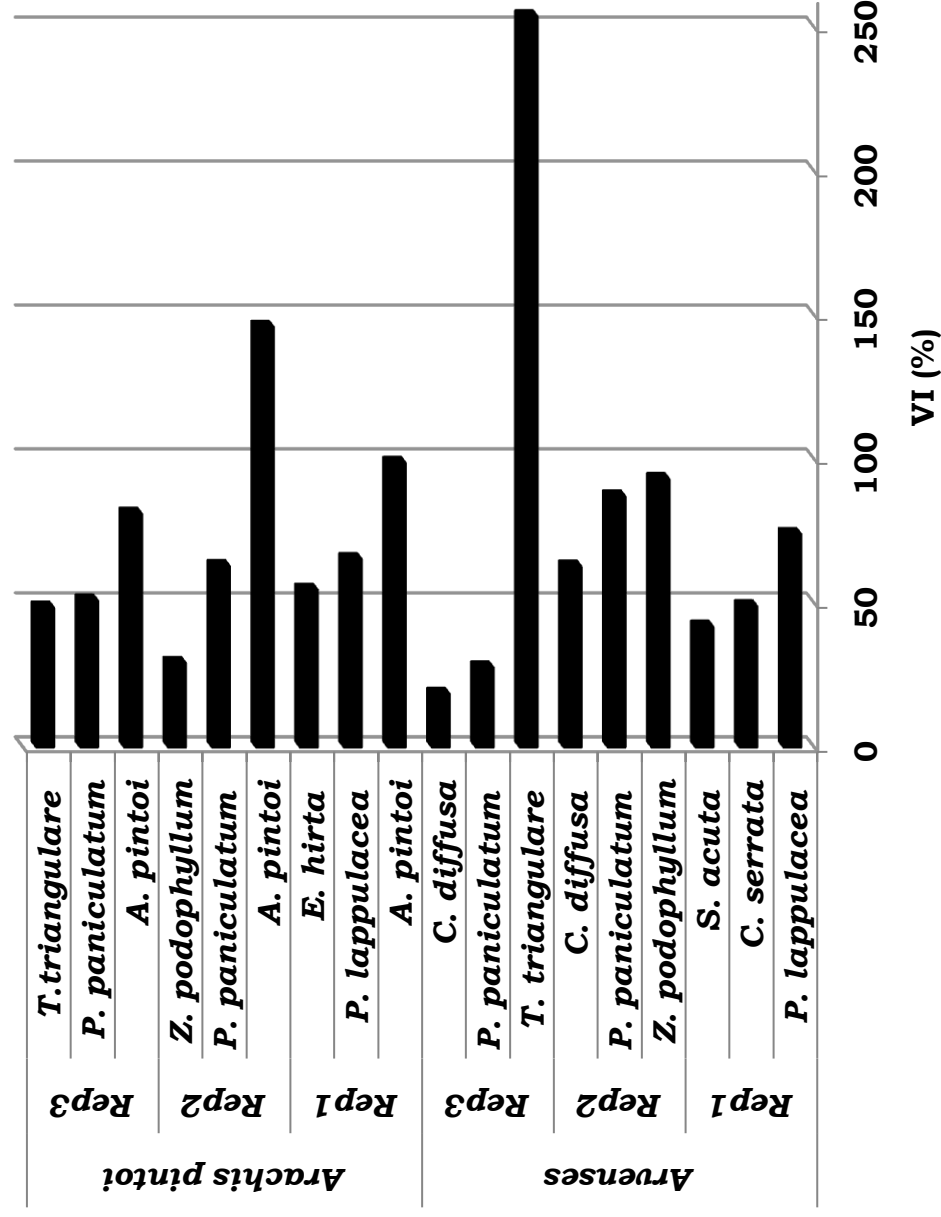


Figura 7. Especies con porcentajes importancia (VI) más alto para cada tratamiento/repetición a nivel de Sombra 45 %. Rep1= Repetición 1; Rep2= Repetición 2; Rep3=Repetición 3.

El *A. Pintoi* al nivel 50 % de sombra se considera aún dominante (VI mayor a 98 %) sobre las arvenses: *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd y *Paspalum paniculatum* L. (Figura 8); en estos tratamientos las especies arvenses son las que se encontraban establecidas antes de la siembra del *A. pintoi* y que se desarrollaron a la par de este. En los tratamientos con arvenses la especie con VI mayor a 200 % es *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd seguida de *Syngonium podophyllum* Schott y *Paspalum paniculatum* L.

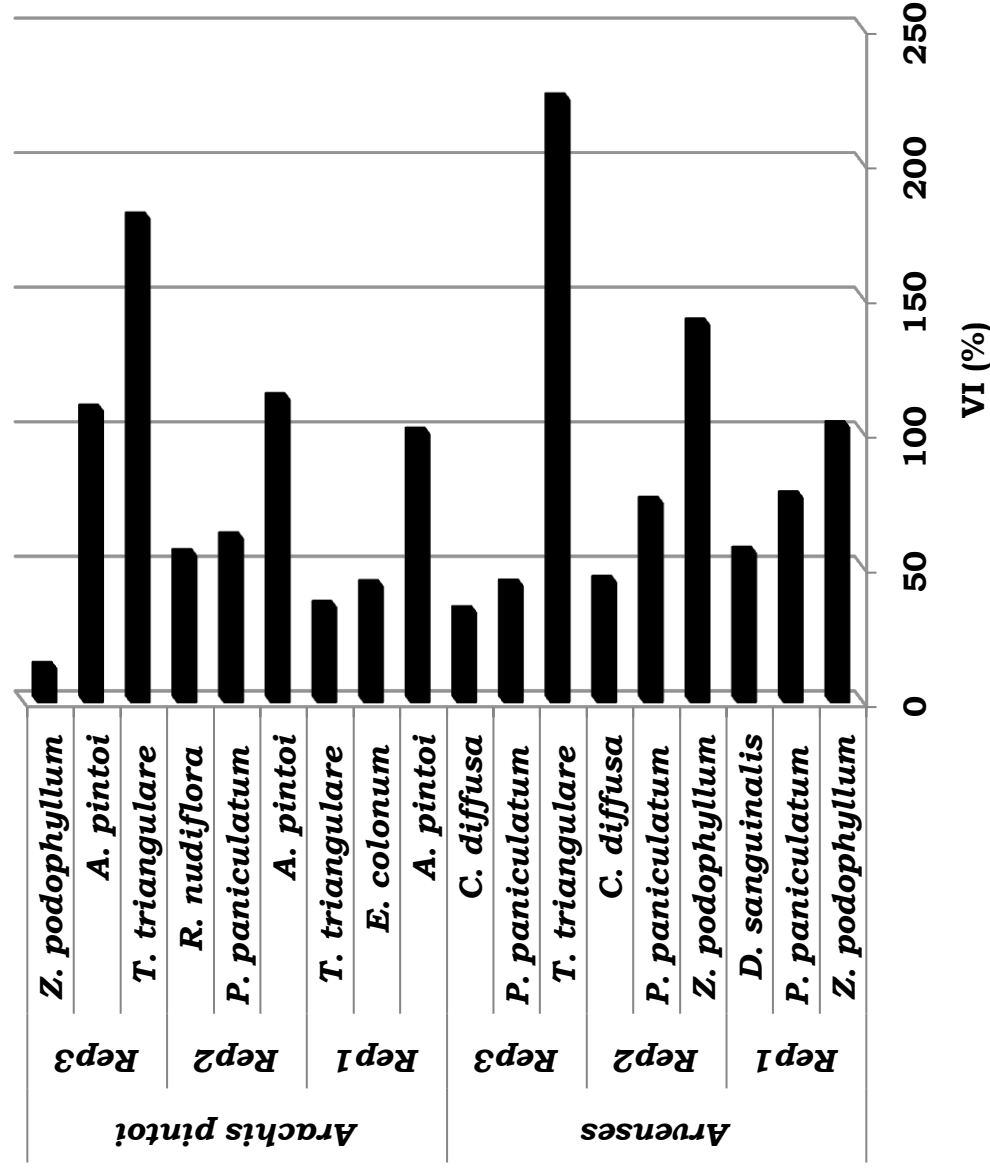


Figura 8. Especies con porcentaje de importancia (VI) más alto para cada tratamiento/repetición a nivel de Sombra 50 %. Rep1= Repetición 1; Rep2= Repetición 2; Rep3=Repetición 3.

Las especies *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd y *Syngonium podophyllum* Schott. presentaron mayor dominancia en el área de estudio y los agricultores las han identificado como plantas resistentes a los herbicidas paraquat y glifosato. Del mismo modo se tiene culturalmente problemas al deshierbe al presentar reproducción sexual y asexual, cuya práctica promueve la dispersión y aumento de las poblaciones dentro de la plantación. Como indica van Rijn (2000), *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd es una especie perenne que se desarrolla muy bien tanto en condiciones de sombra como a luz directa. Agüero *et al.*, (2008) menciona que *Syngonium podophyllum* Schott es poco susceptible a los métodos de control (glifosato, paraquat y deshierbe manual) en algunas zonas bananeras de Costa Rica, y que por su habilidad para competir tiende a dominar este agroecosistema;

algunas características que presenta esta especie son un mecanismo llamado escototropismo, mediante el cual las plántulas crecen en dirección a la sombra y cuando alcanzan este objetivo posteriormente trepan sobre el pseudotallo del banano, siguiendo los gradientes de luz, causando interferencia a la hoja candela, impidiendo la emisión del racimo, o dificultando la cosecha cuando envuelve el racimo.

Simmonds (1966) indica que los bananos y plátanos sufren poco por la competencia de arvenses de hoja ancha y recomendó que algunas especies (particularmente *Commelina spp.*) sean aprovechadas como cobertura beneficiosa del suelo; por otro lado, Terry (1996); Labrada (2000) han reportado a esta especie como hospedera de enfermedades virales y nematodos del banano como *Ratylenchus spp.* y *Radopholus similis*. Más recientemente Isaac *et al.*, (2007), describe a *Commelina diffusa* Burm. como una especie de arvense invasiva que comienza a ser agresiva en plantaciones ya establecidas de banano en las Islas San Vicente y Granadas. Se encontraron especies de arvenses reportadas por Barrios *et al.*, (2008) como hospederas de la enfermedad del Moko (causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, raza 2) en plantaciones de banano y plátano (*Bidens pilosa*, *Sida sp*, *Euphorbia hirta*, *Cissus sicyoides* [nuevo registro de arvense asociado con *R. solanacearum*] y 2 citadas por Belalcázar *et al.*, (2004) como hospederas de *Ralstonia solanacearum* Raza 1, 2, 3 a *Commelina diffusa* Burm. y *Lantana cámara* L.

Materia seca (MS) de arvenses y *Arachis pintoi* en cultivo de plátano macho.

Materia seca (MS) de arvenses

De acuerdo al ANOVA con prueba Tukey ($p=0.05$) en el sitio con 65 % de luz no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la producción de MS entre los tratamientos; contrario al sitio con 50 % de luz, donde se encontraron diferencias estadísticas, siendo un 30 % mayor la producción de MS por arvenses a la MS producida en los tratamientos con *Arachis pintoi* (Tabla 14). La mayor producción de MS fue en el tratamiento de suelo con arvenses a 50 % sombra (375.37 ± 83.39) respondiendo a la dominancia de las especies *T. triangulare* y *S.*

podophyllum, las cuales alcanzaron esta dominancia probablemente por la gran humedad que se presentó en los meses de junio y julio, buena adaptación a la sombra, y selección por aplicación de herbicidas desde el establecimiento de la plantación. La producción de MS promedio en un nivel de 50 % de sombra fue 10 % mayor a la MS reportada por Espindola et al., (2000a) en temporada de secas y 50 % menor a la reportada por dichos autores para la temporada de lluvias, para las arvenses con una dominancia de *Panicum maximum* en cultivo de banano en Brasil.

Cuadro 14. Materia seca (MS) de arvenses y *Arachis pintoi* producida en cada tratamiento a 2 niveles de sombra en cultivo de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco.

Nivel de Sombra (%)	Tratamiento	MS (g/m ²)
45	Suelo con Arvenses	266.96 ± 91.76 ^b
45	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	326.16 ± 78.15 ^{ab}
50	Suelo con Arvenses	375.37 ± 83.39 ^a
50	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	261.06 ± 83.43 ^b

^aMedias con la misma letra no presentan diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

Materia seca (MS) producida por *A. pintoi*

La MS producida *A. pintoi* promedio fue obtenida al separarla de la MS de arvenses. Se obtuvo una MS de *A. pintoi* promedio a los 11 meses después de la siembra en 45 % de sombra de 198.95 g/m², mayor a la producida con 50 % de sombra (150.40 g/m²). De acuerdo a la prueba de Tukey ($p=0.05$) no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ambos niveles de sombra (Tabla 15).

Cuadro 15. Materia seca (MS) de *Arachis pintoi* producida en cada nivel de sombra en plantación de plátano macho, en Cárdenas, Tabasco.

Nivel de Sombra (%)	Tratamiento	MS (g/m ²)
45	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	198.95 ± 79 ^a
50	Suelo con <i>Arachis pintoi</i>	150.39 ± 77 ^a

^aMedias con la misma letra no presentan diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

Al extrapolar la MS producida por *A. pintoi* a toneladas por hectárea, se obtuvo un valor de 1.98 t ha⁻¹ en 45 % de sombra y 1.5 t ha⁻¹ con 50 % de sombra. Estos resultados se encuentran dentro de los intervalos encontrados por algunos autores que han evaluado el establecimiento de esta leguminosa dentro de plantaciones perennes como los cítricos. Para este frutal, Rincón (1999), después de 9 meses de establecimiento, reporta un promedio de 0.67 t ha⁻¹ para *A. pintoi* CIAT 18744 y 18748; y Dalcolmo *et al.*, (1999), después de 10 meses de siembra, reportan una producción de MS de 13.9 t ha⁻¹. En plantaciones de banano Espindola *et al.*, (2000a) reportaron una MS en temporada de seca de 3.4 t ha⁻¹ y en temporada de lluvias 4.2 t ha⁻¹; y Espindola *et al.*, (2000b), Perin *et al.*, (2003) reportan una acumulación en 22 meses después del establecimiento de 12 t ha⁻¹.

Existen diversos factores que influyen directamente en la producción de MS de *A. pintoi* en América tropical, por la diferencia en prácticas agrícolas y ambientales existentes en el continente, como lo han reportado algunos autores (Rincón, 1999; Argel y Villarreal, 1998; Valentim *et al.* 2001; Nascimento, 2006) que han evaluado esta leguminosa.

Por lo anterior se puede considerar que la producción de MS en el agroecosistema de plátano macho podría ser incrementada si se realizan fertilizaciones dirigidas a la leguminosa con P₂O₅ como lo han reportado Guerra y Teixeira, (1997) y Gómez-Carabali *et al.*, (1998), que encontraron un incremento del 50 % en la producción de MS de *A. pintoi*. Perin *et al.*, (1998), a los 12 meses después del establecimiento, obtuvieron una producción de 2.5 t MS ha⁻¹; y Valentim *et al.*, (2003) encontraron

una producción de MS igual o superior a 2.3 t ha⁻¹, con tasas de acumulación iguales o superiores a 20 kg día⁻¹.

En condiciones de *A. pintoi* en monocultivo a pleno sol, Machado *et al.* (2005) encontraron producciones más altas de MS (7.1 t ha⁻¹) en poblaciones más densas, a distancias menores entre líneas y entre plantas (espaciamiento de 0,25 X 0,25 m); y Puertas *et al.*, (2008), a los 12 meses después del establecimiento, obtuvieron una producción de 5.07 t MS ha⁻¹ con un espaciamiento de 0.50 X 0.50 m.

Zelada e Ibrahim (1995) establecen que *A. pinto* con 50 % de sombra produce 80 % más de MS a la que se obtienen a pleno sol, lo cual es buena indicación de la plasticidad de esta especie por la tolerancia a la sombra. Fisher y Cruz (1995) notaron que la producción de MS de *A. pintoi* tendía a aumentar cuando el nivel de sombra fue incrementado.

Efectividad en el control de arvenses de *Arachis pintoi* en cultivo de plátano macho

Aplicando la ecuación 3 usada para estimar la efectividad en el control de arvenses (Sanchol y Cervantes, 1997), se encontró que en los dos niveles de sombra *A. pintoi* redujo la presencia de arvenses en el cultivo de plátano macho con una efectividad del 52.34 % (45 % de sombra) y 70.50 % (50 % de sombra) encontrándose especies arvenses con capacidad reproductiva asexual de difícil control. La efectividad en el control de arvenses por *A. pintoi* fue 20% mayor con un nivel de sombra de 50 % que en el nivel de 45 % de sombra (Figura 9). La composición de la flora arvense cambió en los tratamientos con *A. pintoi*, debido a que algunas especies fueron favorecidas por la forma de preparación del terreno para el establecimiento de los tratamientos, presentándose mayor interferencia en el establecimiento de *A. pintoi* con 45 % de sombra. El *A. pintoi*, al interferir en la germinación de semillas arvenses, provocó una disminución en sus poblaciones, lo que demuestra la capacidad de esta leguminosa para controlar arvenses en las plantaciones de plátano macho de similares condiciones edafoclimáticas; por esta capacidad, y por eliminar el control mecánico de arvenses, el uso de *A. pintoi* ha

sido recomendado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en las plantaciones de café (Pérez y Pizarro, 2005). Otros trabajos han encontrado que las leguminosas como cobertura tienen efecto a corto y largo plazo sobre las arvenses; Ortiz (1995) a nivel invernadero, encontró que *Aeschynomene americana* y *Sesbania emerus* lograron disminuir en un 80 % las arvenses: *Echinochloa colona*, *Leptochloa filiformis* y *Commelina diffusa* en Zacatepec, Morelos, México; Gutiérrez et al., (2002), por la necesidad de disminuir el consumo de agrotóxicos en el manejo del cultivo del plátano, desarrollaron un experimento para la determinar el efecto de coberturas vivas de leguminosas *Centrosema plumieri*, *Teramnus labialis* y *Stylosanthes guianensis*; a dos años de establecimiento obtuvieron una reducción significativa de las especies de arvenses características del área y competitivas del cultivo. Negrin et al., (2007) en plantaciones de *Psidium guajava* evaluaron como cobertura las leguminosas: *Lablab purpureus* y *Neonotonia wightii*, logrando reducir significativamente, en más del 80 %, las especies de arvenses existentes en las plantaciones, principalmente las pertenecientes a la clase dicotiledónea. Isaac et al., (2007), evaluaron la eficiencia en el control de arvenses de tres coberturas vivas a los 2 meses después de su establecimiento, usando *A. pintoi* (52.1 %), *Desmodium heterocarpon* (86.7 %), y *Mucuna pruriens* (43.3 %) en plantaciones de banano; en este experimento la distancia de siembra para *A. pintoi* fue 16 cm. Estos resultados al igual que el del presente trabajo muestran que con el establecimiento a densidades altas de *A. pintoi* se logra un porcentaje de cobertura en el menor tiempo posible, lo cual es ocasionado probablemente por la disminución del porcentaje de germinación de semillas de arvenses presentes en el cultivo de plátano macho.

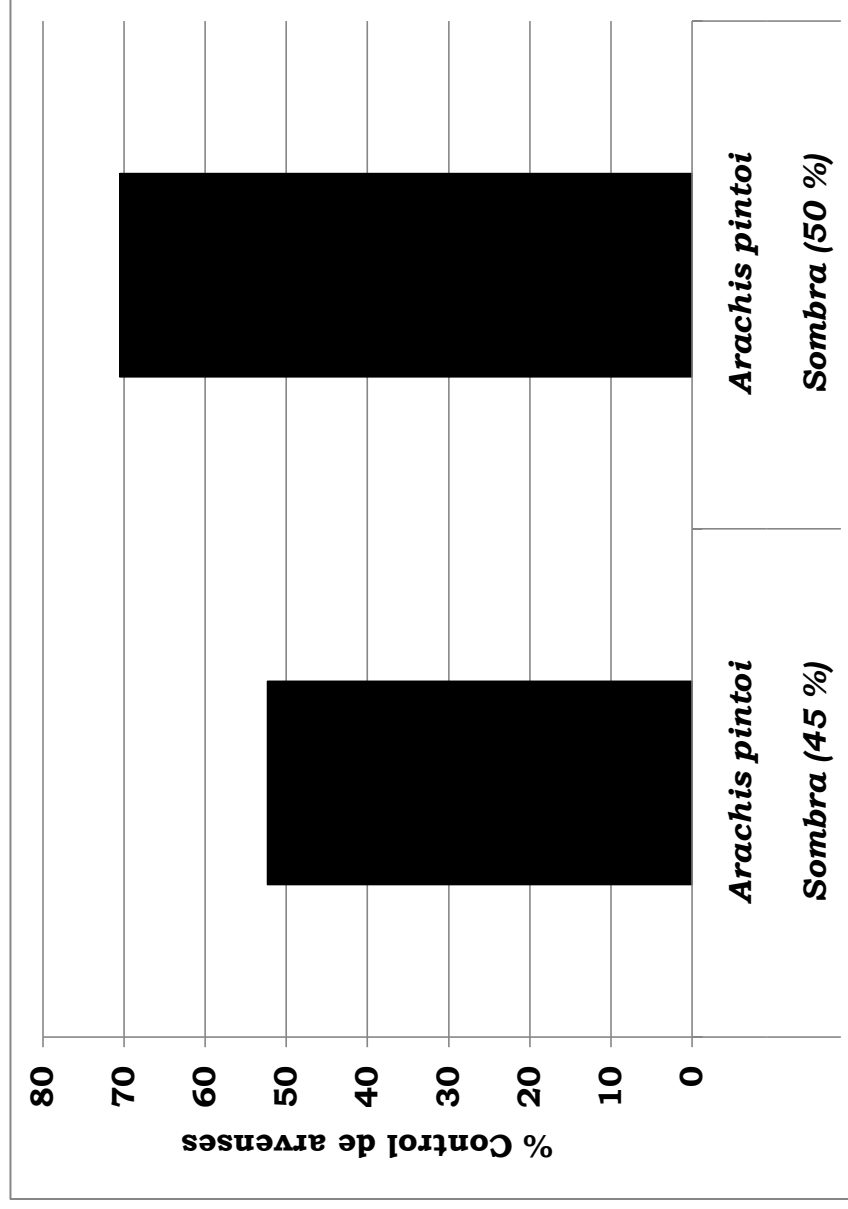


Figura 9. Efectividad en control de arvenses (%) de *Arachis pintoi* en 2 niveles de sombra en cultivo de plátano macho.

Espindola *et al.*, (2000), indica que *A. pintoi* merece una atención especial por la capacidad de reducir significativamente la población y la producción de MS de especies arvenses en plantaciones perennes.

La efectividad promedio de *A. pintoi* (62 %) encontrada en este trabajo es 20 % menor al compararla con resultados de aplicaciones con herbicidas paraquat y glifosato, en periodo de un año. (Gómez, 2005), conforme se realizan mas aplicaciones en el tiempo se van seleccionando arvenses resistentes a estos herbicidas y la efectividad disminuye. Caso contrario el comportamiento de *A. pintoi*, conforme pasa el tiempo este va desplazando arvenses y aumenta la efectividad del control por la producción de biomasa.

CONCLUSIÓN

Después de los 11 meses de establecidos los tratamientos en las plantaciones de plátano macho, todas las especies arvenses encontradas en los niveles de sombra de 45 % y 50 %, son características de los agroecosistemas del trópico, con una dominancia de la clase dicotiledónea, de difícil control por su capacidad reproductiva y resistencia a herbicidas. La similitud de especies se considera alta (0.78) y el índice de diversidad no presentó diferencias estadística significativas; no encontrando influencia del *Arachis pintoi* en el valor de *H'*.

Se identificaron 6 especies arvenses que son registradas en la literatura de plátano y banano como hospederas de la enfermedad del Moko, por tanto, tienen que ser controladas para evitar la diseminación de esta enfermedad en las plantaciones.

La mayor cantidad de biomasa de arvenses se encontró en el tratamiento con solo vegetación de arvenses con 50 % sombra, y en el tratamiento de *Arachis pintoi* con 45 % de sombra. *Arachis pintoi* produjo, en los 2 niveles de sombra, la misma cantidad de materia seca que la producida por las arvenses en las condiciones dadas.

El *Arachis pintoi* logro reducir las arvenses de manera significativa en los niveles de sombra evaluados (entre 52 % y 70 %). Estos porcentajes se pueden incrementar con un control manual de arvenses durante los primeros 10 meses de establecimiento y con la persistencia de esta leguminosa en el área.

REFERENCIAS

- Agüero, A.; P. Brenes y R. Rodríguez. 2008. Alternativas para el control químico de Conde (*Syngonium podophyllum* Schott) en banano (*Musa* AAA). Agronomía Mesoamericana 19(2):285-289.
- Argel J.P. y C. M. Villareal. 1998. Cultivar Porvenir: Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoi* Krap. y Greg. *nom. nud.*, CIAT 18744) Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de agricultura y

ganadería de Costa Rica, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico 32 p.

Barrios, M.; P. Rodríguez, J. Morales y M. Salazar. 2008. Hospedantes de *Ralstonia solanacearum* en plantaciones de banano y plátano en Colombia. Rev. Fac. Nal. Agr. 61(2): 4518-4526.

Belalcázar, S; F. Rosales y L. Pocasangre. 2004. El “moko” del plátano y banano y el rol de las plantas hospederas en su epidemiología. En: XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004. Oaxaca, México. pp:16-35.

Bellow J. y P. Nair. 2002. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry system. *Agricultural and forest meteorology*.114: 197-211.

Caamal, J. 2004. Arvenses. En: Bautista, F.; H. Delfin; J. Palacio y M. Delgado, (Eds). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM-UAY-CONACYT-INE. México. pp. 343-362.

Dalcolmo, J.; D. Almeida y J. G. Guerra. 1999. Avaliação de leguminosas perenes para cobertura de solo em pomar cítrico no município de Jerônimo Monteiro, Es. Seropedica: Embrapa Agrobiologia, 8 p. Comunicado Técnico.

Espindola J.; S. Rodrigues de Oliveira; G. Carvalho; C. Melo de Souza; A. Perin, J. Guerra y M. Teixeira, 2000. Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. Seropedica: Embrapa Agrobiologia, 8 p. Comunicado Técnico.

Espindola, J.; L. Guerra; D. Almeida; M. Texeira; S. Urquiaga. 2006a. Descomposicao e liberacao de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. R. Bras, Ci. Solo 30 (2): 321-328.

- Espindola, J.; L. Guerra; D. Almeida; M. Texeira; S. Urquiaga y R. Busquet. 2006b. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. *Pesq. Agropec. Bras.* 41(3): 415-420.
- Espinosa, J. y J. Sarukhan. 1997. Manual de malezas del valle de México. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 407 p.
- Fisher, M. y P. Cruz. 1995. Algunos aspectos de la Eco fisiología de *Arachis pintoi*. En: Kerridge, P. y B. Hardy. (Eds.) *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. Cali, Colombia: CIAT. pp. 56-75.
- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.
- Gliessman, Stephen. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 359 p.
- Gómez-Carabali, A.; I. Rao; R. Beck y M. Ortiz. 1998. Adaptación de una gramínea (C4) y dos leguminosas (C3) forrajeras a un andisol ácido degradado de Colombia. *Pasturas tropicales* 20 (1): 2-8.
- Gómez, Robin. 2005. Efecto del control de malezas con paraquat y glifosato sobre la erosión y pérdida de nutrimentos del suelo en café. *Agronomía mesoamericana* 16 (1): 77-87.
- Guerra, J. y M. Teixeira. 1997. Avaliação de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 7 p. Comunicado Técnico.
- INEGI. 2005. Cuaderno Estadístico Municipal Cunduacán, Tabasco. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 175 p.
- Isaac, W.; R. Brathwaite; J. Cohen y I. Bekele. 2007. Effects of alternative weed management strategies on *Commelina diffusa* Burm. Infestations in

Fairtrade banana (*Musa* spp.) in St. Vincent and the Grenadines. *Crop Protection* 26: 1219-1225.

Labrada, R. 2000. Manejo de malezas en bananos y plátanos. En: Informe Sobre el taller regional del manejo integrado de plagas en banano y plátano, Venezuela. 9-13 Agosto de 1999. División de producción y protección vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. 61-71 p.

Machado, A.; L. Siewerdt; E. Zonta; C. Vahl; R. Coelho; O. Lauz y A. Affonso. 2005. Rendimiento do amendoim-forrageiro establecido sob diferentes arranjos populacionais de plantas em planossolo. *Ciência Animal Brasileira* 6 (3): 151-162.

Marzocca, A. 1979. Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 564 p.

Muñoz-Montoya, R. 1985. Contenido de N, P, K, Ca y Mg en arvenses asociadas a 2 genotipos de Maíz (*Zea mays* L.) a diferentes fechas de deshierbe en la Chontalpa, Tabasco, México. Colegio Superior de Agricultura tropical. Departamento de Ecología. Tesis. Ingeniero Agrónomo con especialidad en Parasitología agrícola. 94 p.

Nascimento, I. S. 2006. O cultivo do amendoim forrageiro. R. Bras. Agrociência, Pelotas, Vol. 12 (4): 387-393.

Naylor, R. 2002. Weed management handbook. Blackwell Science-British Crop Protection Council. Osney Mead, UK. 423 p.

Negrín, B.; R. Pérez; C. Mazorra e I. Gutiérrez. 2007. Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (*Psidium guajava*) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. Avances en Investigación agropecuaria 11(2): 57-69.

- Odum, Eugene. 1978. Ecología: El vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Traducido por: Miguel Ángel Marrón Aguilar. CECOSA. México. 295 p.
- Ortiz, A. 1995. Aporte de nitrógeno y control de arvenses por el uso de leguminosas en el cultivo del arroz. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México. 116 p.
- Palma-López, D., D. Cisneros, C. Moreno, J. Rincón-Ramírez. 2007. Suelos de Tabasco: su uso y manejo sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPOTAB-FUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Palencia, G.; R. Gómez y J. Martín. 2006. Manejo sostenible del cultivo del plátano. Corpoica-CORPOBOYACA. Bucaramanga, Colombia. 28 p.
- Perdomo, F.; V. Heyke; A. Romero; A. Domínguez y J. Medina. 2004. Análisis de SHE, una herramienta para estudiar la diversidad de malezas. Revista Fitotecnia Mexicana. 27 (Número especial 1):57-61.
- Pérez, N. y E. Pizarro. 2005. Potencial forrajero del género *Arachis* en el trópico americano. IX Seminario de Pastos y forrajes.13-29 p
- Pérez, Leonardo. 1997. Evaluación de introducciones de *Arachis pintoi* como plantas de cobertura viva en Banano (Musa AAA), cv. "Gran Enano". CORBANA 22(48): 77-88.
- Perin, A.; M. Teixeira y J. Guerra. 1998. Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. II. Amendoim forrageiro, Galáxia e Centrosema. Seropedica: Embrapa Agrobiologia, 6 p. Comunicado Técnico.
- Perin, A.; J. Guerra y M. Teixeira. 2003. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. Pesq. Agropec. Bras., Brasília. 38 (7): 791-796.

- Pinilla, C. y J. García. 2002. Manejo integrado de arvenses en plantaciones de banano (Musa AAA). p.: 222-235. En: Acorbat. Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia. 27 de octubre al 02 noviembre. Medellín (Col.): Asociación de Bananeros de Colombia, AUGURA, 2002.
- Puertas, F.; E. Arévalo; L. Zuñiga; O. Loli; H. Soplin y V. Baligar V. 2008. Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonía Peruana. *Ecología Aplicada* 7 (1,2): 23-28.
- Rincón, Alvaro 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoi*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Boletín técnico. No. 24. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica)- Programa nacional de transferencia de Tecnología agropecuaria. Regional 8. Villavicencio, Colombia. 8 p.
- Rojas, M. 1980. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. Editorial: Limusa, México. 115 p.
- Rzedowskii, J. y G. Rzedowskii. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. Ed. Continental. México. 403 p.
- Rzedowskii, J. y G. Rzedowskii. 2002. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A. C. Regional del Pátzcuaro, Michoacán. Fascículo (100): 145 p.
- Sanchol F. y C. Cervantes. 1997. El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica I. *Agronomía Costarricense* 2 I (I): 111-120.
- SAS Institute, Inc. 2002. Statistical Analysis Systems. Versión 9.0. Institute, Inc., Cary, NC., USA.
- Simmonds, N. W. 1966. Los plátanos. Ed. Blume. Barcelona, España. 539 p.

Teasdale, R. 2005. Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas. Disponibles en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0d.htm>

Tena, M. y P. Martin. 1998. Efecto de las prácticas de cultivo en poblaciones de arvenses y sus semillas en el suelo. Colegio de Postgraduados. Tesis. Maestría en ciencias. Instituto de Recursos Naturales. Especialidad en Botánica. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 123 p.

Terry, P. 1996. Manejo de las malas hierbas y bananos y plátanos. En: Labrada R., J. Caseley, C. Parker. Manejo de las malezas para países en desarrollo. FAO. Roma.

van Rijn, P. 2000. Weed management in the humid and sub-humid tropics. Royal Tropical Institute. Amsterdam, Netherlands. 234 p.

Valentim, J.; Carneiro, J. y Sales, M., 2001. Amendoim Forrageiro cv. Belmonte: Leguminosa para a Diversificação das Pastagens e Conservação do Solo no Acre. Ministerio da agricultura, pecuaria y abastecimiento-Embrapa Acre. Rio Branco, AC Circular técnica 43. p. 18.

Valentim, J.; C. Soares; H. Alves y F. Lima. 2003. Velocidade de Establecimento de Acessos de Amendoim Forrageiro na Amazônia Ocidental. R. Bras. Zootec. 32(6): 1569-1577.

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). CORBANA 22(48): 23-39.

Zelada E. y M. Ibrahim 1995 Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en el trópico húmedo de Costa Rica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5 (Supl. 1):42-44.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El agroecosistema de plátano macho alberga las condiciones propicias para el desarrollo del cacahatillo (*A. pintoi* Krap. y Greg.)
2. El crecimiento lateral del *Arachis pintoi* fue de 8 mm día⁻¹ y la superficie cubierta de la misma a los 9 meses fue del 80 %, se esperaba que esta misma respuesta se manifieste en otros platanares de la zona.
3. Los porcentajes evaluados de sombra no manifestaron diferencias significativas, por lo que es de esperarse que el *Arachis* se adapte bien en áreas abiertas como el plátano macho o más cerrado como el banano.
4. Un desventaja de *A. pintoi* Krap. y Greg. fue el alto costo (2000 USD/ha⁻¹) para su establecimiento, no obstante es posible establecerlo a 50 cm entre filas e hileras para reducir costos.
5. La densa producción de estolones de *Arachis pintoi*, redujo considerablemente la presencia de arvenses; lo que constituye opción viable para estas plantaciones.
6. El índice de diversidad no presentó diferencias estadística significativas; entre los tratamientos, no encontrando influencia del *Arachis pintoi* en el valor de *H'* a los 11 meses después del establecimiento. Debido a que el crecimiento de la leguminosa en los primeros meses es muy lento, las especies arvenses tienen espacio y tiempo para desarrollarse.
7. La biomasa obtenida fue mayor en los tratamientos con arvenses, por diversas razones, son plantas adultas, y algunas de ellas generan tallo leñoso, mientras que el *Arachis* es planta nueva y generalmente rastrera.