



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERIA**

**POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRAMÍNEAS DEL GÉNERO
Brachiaria EN MONOCULTIVO Y ASOCIADAS CON *Arachis*
*pinto***

FRANCISCO ENRIQUE CAB JIMÉNEZ

**T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2007

La presente tesis titulada: **POTENCIAL PRODUCTIVO DE GRAMÍNEAS DEL GÉNERO *Brachiaria* EN MONOCULTIVO Y ASOCIADAS CON *Arachis pintoii***, realizada por el alumno: **FRANCISCO ENRIQUE CAB JIMÉNEZ**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado:

**MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

Dr. Jorge Pérez Pérez

Director de tesis

Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz

ASESOR

Dr. Alfonso Hernández Garay

ASESOR

Dr. José Guadalupe Herrera Haro

ASESOR

Dr. Eusebio Ortega Jiménez

Montecillo, Texcoco, Edo. de México; Abril del 2007

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca que me otorgó para realizar estudios de maestría.

Al Colegio de Posgraduados, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería por darme la oportunidad de realizar estudios de postgrado.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, CIR-Golfo Centro) Sitio experimental Papaloapan, Cd. Isla, Veracruz. Al Ing. Daniel Uriza Ávila y, en especial, al Dr. Javier Francisco Enríquez Quiroz, por su amistad y apoyo durante la realización de esta investigación.

Al Dr. Jorge Pérez Pérez por su amistad y apoyo durante la realización de la investigación, como por la aportación de sus conocimientos en el escrito.

Al Dr. Alfonso Hernández Garay por su valiosa enseñanza y excelentes consejos en la realización de esta investigación.

Al Dr. José Guadalupe Herrera Haro por sus valiosas correcciones al escrito y por sus conocimientos transmitidos.

Al Dr. Eusebio Ortega Jiménez por su apoyo durante la investigación y sus correcciones al escrito.

A mis compañeros Cuervo, Andrés, Guillermina, Santiago, Claudia, Maria Elena y Pedro por su amistad, durante mi estancia en el Colegio de Posgraduados.

¡GRACIAS!

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Enrique Cab Chí y Sra. Hermelinda Jiménez Tún.

Por su comprensión, motivación y apoyo durante mi vida, lo que me ha permitido superarme cada día mas.

A mis hermanos:

Alfonso, Javier y Cesar

A mis tíos:

Sr. Alberto Cab y Sra. Lucia Jiménez

ÍNDICE GENERAL

	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRAC	vii
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	3
3. HIPOTESIS	3
4. REVISION DE LITERATURA	4
Descripción botánica de las especies evaluadas	4
4. 1. Origen del pasto <i>Dictyoneura (Brachiaria dictyoneura)</i> (Stapf)	4
4. 1. 1. Características agronómicas	4
4. 1. 2. Adaptabilidad	5
4. 2. Origen del pasto Mulato CIAT 36061 (<i>B. ruzizensis x B. brizantha</i>)	5
4. 2. 1. Características agronómicas	6
4. 2. 2. Adaptabilidad	6
4. 3. Origen del pasto Toledo CIAT 26110 (<i>Brachiaria brizantha</i> A. Rich. Stapf)	7
4. 3. 1. Características agronómicas	7
4. 3. 2. Adaptabilidad	8
4. 4. Origen de <i>Arachis pintoii</i> Krapovicas & Gregori	8
4. 4. 1. Características agronómicas	9
4. 4. 2. Adaptabilidad	9
4. 5. Producción de forraje en asociaciones gramínea-leguminosa	10
4. 6. Estudios efectuados sobre <i>A. pintoii</i> en sistemas de producción	12
4. 7. Efecto de la defoliación	14
4. 8. Composición botánica	16
4. 9. Dinámica de tallos	18
4. 10. Conclusiones de la revisión de literatura	20

5. MATERIALES Y METODOS	21
5.1. Localización del sitio experimental	21
5. 2. Establecimiento de las praderas	21
5. 2. 1. La leguminosa	21
5. 2. 2. Gramíneas	22
5. 3. Manejo de los animales en pastoreo	23
5. 4. Tratamientos	23
5. 5. Variables evaluadas	24
5. 5. 1. Rendimiento de forraje	25
5. 5. 2. Composición morfológica	25
5. 5. 3. Tasa de crecimiento	25
5. 5. 4. Grado de defoliación de la pradera	26
5. 5. 5. Composición botánica	26
5. 5. 6. Altura de las especies evaluadas	27
5. 5. 7. Densidad de tallos	27
5. 5. 7. 1. Peso de tallos	27
5. 8. Diseño experimental	28
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6. 1. Características climáticas durante el periodo experimental	29
6. 2. Rendimiento de forraje	29
6. 3. Tasa de crecimiento (TC)	33
6. 4. Composición botánica	37
6. 5. Composición morfológica	39
6. 6. Grado de defoliación de la pradera	43
6. 7. Densidad de tallos	46
6. 8. Tasa de aparición y mortalidad de tallos	52
6. 9. Peso de tallos	56
6. 10. Altura de las especies evaluadas	58
7. CONCLUSIONES	61
8. LITERATURA CITADA	62

ÍNDICE DE CUADROS

	Paginas	
Cuadro 1	Disponibilidad de forraje y calidad del pasto <i>B. decumbens</i> con y sin <i>A. pintoii</i> .	10
Cuadro 2	Disponibilidad forrajera y composición botánica de praderas de <i>B. brizantha</i> , asociada con diferentes proporciones de leguminosas, durante la época de lluvias en 1997 y 1998.	11
Cuadro 3	Producción de materia seca en época de lluvias y sequía del cv. Mulato y <i>B. decumbens</i> en pastoreo, en el Centro de Investigaciones Turipana. Montería, Córdoba, Colombia.	12
Cuadro 4	Tratamientos evaluados de tres gramíneas sembradas en monocultivo y una leguminosa y en asociación. Isla, Veracruz.	24
Cuadro 5	Rendimiento por época y total de forraje (kg MS ha ⁻¹) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados.	33
Cuadro 6	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.	35
Cuadro 7	Tasa de crecimiento estacional (kg MS ha ⁻¹ d ⁻¹) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados, en Isla, Veracruz.	36
Cuadro 8	Composición morfológica (%) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados en Isla, Veracruz.	42
Cuadro 9	Grado de defoliación de las praderas (%) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.	44
Cuadro 10	Grado de defoliación estacional de las praderas (%) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo y asociados en Isla, Veracruz.	45
Cuadro 11	Densidad de tallos m ⁻² en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo, durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.	49

Cuadro 12	Tasa de aparición de tallos $m^{-2} d^{-1}$ en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo durante el periodo experimental.	55
Cuadro 13	Tasa de mortalidad de tallos $m^{-2} d^{-1}$ en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo durante el periodo experimental.	55
Cuadro 14	Tasa de aparición y muerte de tallos $m^{-2} d^{-1}$ en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo durante las diferentes épocas del año.	56
Cuadro 15	Peso por tallo mensual (mg) en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo en Isla, Veracruz.	57
Cuadro 16	Alturas de tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados y en monocultivo en las tres épocas del año.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1 Distribución de los tratamientos estudiados en monocultivo y asociación.	24
Figura 2 Características climáticas durante el periodo de estudio (noviembre 2005 a octubre del 2006), en el Sitio Experimental Papaloapan. Isla, Veracruz.	29
Figura 3 Composición botánica (%) de <i>A. pintoii</i> y tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados, en tres épocas del año en Isla, Veracruz.	39
Figura 4 Dinámica de tallos en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> asociados con <i>A. pintoii</i> de diciembre 8 de 2005 a octubre 28 de 2006.	50
Figura 5 Dinámica de tallos en tres pastos del género <i>Brachiaria</i> en monocultivo de diciembre 8 de 2005 a octubre 28 de 2006.	51

RESUMEN

El presente estudio se realizó de noviembre de 2005 a octubre de 2006, en Isla, Veracruz con clima cálido subhúmedo,. El objetivo fue determinar el rendimiento de forraje, tasa de crecimiento (TC), componentes morfológicos (CM, conformados por hoja, tallo y material muerto), composición botánica (CB), peso por tallo (PT), densidad y dinámica de aparición y muerte de tallos, de tres gramíneas en monocultivo y asociadas con la leguminosa *Arachis pintoii*. Se establecieron parcelas de 10 x 12 m de *B. dictyoneura*, *B. brizantha* cv. Toledo y el híbrido *B. ruzizensis* x *B. brizantha* cv. Mulato en monocultivo y asociados con *A. pintoii* y se pastorearon con ganado bovino cada 30 días. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos evidencian que la época del año influyó en los rendimientos; la distribución estacional fue 21% (2600 kg MS ha⁻¹) en nortes, 14% (1710 kg) en seca y 65% (7850 kg) en las lluvias. En la época de nortes la mayor producción de forraje (p<0.05) fue en Toledo (3980 kg MS ha⁻¹), en la seca Toledo+A. *pintoii* (2790 kg) y en lluvias en Toledo (11170 kg MS ha⁻¹), mientras que en la acumulación total Toledo y *B. dictyoneura* fueron los mas productivos con 16800 y 15170 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Las mayores TC (p<0.05) se registraron en la época lluviosa con 56 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y las menores en la época de sequía, con 16 kg. Al final del experimento la CB fue de 62, 26 y 12% para gramínea, leguminosa y maleza, respectivamente, que se considera excelente en asociaciones. La CM fue de 65, 57 y 62% de hoja en nortes, seca y lluvias, respectivamente; durante los nortes y seca la mayor proporción de hojas (p<0.05) de gramíneas fue en *B. dictyoneura* con 74 y 66%, respectivamente, mientras que en las lluvias no hubo diferencias. No existió diferencia (P>0.05) en la densidad de tallos de las gramíneas en monocultivo y asociadas y el mayor valor ocurrió en febrero en *B. dictyoneura* (1902 tallos m⁻²) y el menor en abril en Toledo (446 tallos m⁻²). Las mayores y menores tasas de aparición de tallos ocurrieron en enero y abril con promedio de 16 y 3 tallos m⁻² d⁻¹. La mortalidad promedio más alta de tallos se registró en abril (15 tallos) y la menor en octubre (4 tallos). El mayor PT fue para Toledo (1513 mg tallo⁻¹), seguidos por Mulato (941 mg) y *B. dictyoneura* (449 mg). Se concluye de este estudio que la mayor producción de forraje y tasa de crecimiento fue para las gramíneas en monocultivo; los mayores pesos por tallo fueron para Toledo y Mulato y la mejor asociación se logró con *B. dictyoneura*+ *A. pintoii*, por existir la mayor proporción de leguminosa.

Palabras clave: *Brachiaria*, asociación de gramínea-leguminosa, rendimiento de materia seca, composición morfológica, densidad y peso de tallos.

ABSTRACT

The current study was done from November 2005 to October 2006 in Isla, Veracruz, which has warm, sub-humid weather. The objective was to determine the forage yield, growth rate (GR), morphological components (CM) (leaf, stalk, dead matter), botanical composition (CB), weight per stalk (**WS**), stalk density and apparition and death dynamics of three gramineae as single crops, and associated with the legume *Arachis pinto*. Plots measuring 10 x 12 m were established with *B. dictyoneura*, *B. brizantha* cv. Toledo and the hybrid *B. ruziziensis* x *B. brizantha* cv. Mulato as single crops, and associated with *A. pinto*. The treatments were distributed in full random blocks with four repetitions. The obtained results show that the time of year influences yield; seasonal distribution was 21% (2600 kg MS ha⁻¹) in the **norths** season, 14% (1710 kg MS ha⁻¹) in the dry season, and 65% (7850 kg MS ha⁻¹) during the rainy season. During the **norths** season, the greatest forage production ($P < 0.05$) was that of Toledo (3980 kg MS ha⁻¹); in the dry season it was Toledo+A. *pinto* (2790 kg MS ha⁻¹); and in the rainy season, it was Toledo (11170 kg MS ha⁻¹). As far as total accumulation, Toledo and *B. dictyoneura* were the most productive with 16800 and 15170 kg MS ha⁻¹, respectively. The greatest GR ($p < 0.05$) was registered in the rainy season at 56 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, and the lowest in the dry season at 16 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. At the end of the experiment, CB was 62, 26 and 12% for gramineae, legume, and weed, respectively, which is considered as excellent in associations. CM was 65, 57 and 62% leaf in the **norths**, dry, and rainy seasons, respectively. During the **norths** and dry seasons, the greatest leaf ratio ($p < 0.05$) for gramineae was for *B. dictyoneura* with 74 and 66%, respectively, while there were no differences in the rainy season. There was no difference ($P > 0.05$) in stalk density between gramineae as single crops and associated. The greatest value was in February for *B. dictyoneura* (1902 stalks m⁻²) and the lowest was in April for Toledo (446 stalks m⁻²). The highest and lowest stalk appearances occurred in January and April with an average 16 and 3 stalks m⁻² d⁻¹. The highest average stalk mortality was registered in April (15 stalks m⁻² d⁻¹), and the lowest was in October (4 stalks m⁻² d⁻¹). The highest PT was that of Toledo (1513 mg stalk⁻¹), followed by Mulato (941 mg stalk⁻¹) and *B. dictyoneura* (449 mg stalk⁻¹). From this study, it can be concluded that the greatest forage production and growth rate was that of gramineae as single crops. The highest weights per stalk were those of Toledo and Mulato, and the best association was that of *B. dictyoneura*+ *A. pinto*, since it had the highest legume ratio.

Key words: *Brachiaria*, gramineae-legume association, dry matter yield, morphological composition, stalk density and weight.

1. INTRODUCCION

La ganadería en México es una de las actividades económicas más importantes, con más de 107.8 millones de hectáreas, de las cuales el 28.3% corresponde a la zona tropical del país, que incluye a los estados de Veracruz, Tabasco, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Jaramillo, 1994). En esta región los volúmenes de producción de carne y leche son de 46% y 33% del total nacional (FIRA, 1996). Para este tipo de ganadería, conformada principalmente de rumiantes, el forraje es obtenido directamente de praderas de temporal y, ocasionalmente, se suministran suplementos en la época de escasez (SAGARPA, 2004).

La calidad nutritiva de las gramíneas tropicales es baja, especialmente en estados avanzados de madurez, ya que no tienen un nivel óptimo de proteína y digestibilidad para satisfacer los requerimientos de los animales en producción (Rojas *et al.*, 2005). Además de lo anterior, la ganadería tropical presenta múltiples problemas tales como la estacionalidad de la producción de forraje en épocas bien definidas: la estación lluviosa cuando el forraje es abundante y la seca con una duración de 0 a 5 meses, así como explotación de grandes extensiones con pastos nativos o introducidos, de bajo rendimiento y sistemas de producción animal deficientes en pastoreo.

Con la finalidad de incrementar el valor nutritivo de los forrajes y, a la vez, aprovechar la fijación biológica de nitrógeno, que conlleva a satisfacer los requerimientos de la gramínea, desde hace mucho tiempo se ha considerado benéfico asociar leguminosas con gramíneas en praderas tropicales (Enríquez *et al.*, 1999).

En una revisión realizada por Rojas *et al.* (2005) se señalaron los beneficios del manejo de las leguminosas en asociación con gramíneas o en “bancos de proteína”, ya que contribuyen a incrementar la ganancia de peso de los animales de 20 a 30%, puesto que las leguminosas presentan una variación de 13 a 27% de proteína cruda (PC) en épocas de precipitación mínima y máxima, respectivamente (Muslera y Ratera, 1999; Castillo, 2000).

La asociación entre la leguminosa *Arachis pintoii* Krap & Greg. y alguna de las gramíneas del género *Brachiaria*, es considerada una de las opciones viables para explotarse en pastoreo por adaptarse a suelos ácidos de baja fertilidad y porque tienen alto rendimiento y una calidad nutritiva aceptable (Argel y Villarreal, 1997; Argel, 2006). *A. pintoii* es una leguminosa altamente productiva en Colombia, Costa Rica, Brasil y México, utilizándose también como mejoradora de suelos y praderas degradadas. Por otra parte, *B. dictyoneura* (Stapf), *B. brizantha* (A. Rich.) Stapf cv. Toledo y el híbrido proveniente de *B. ruziziensis* x *B. brizantha* cv. Mulato, son gramíneas que se adaptan bien al trópico; sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado en este género asociado con leguminosas.

En las asociaciones gramínea-leguminosa, la productividad y la composición botánica de la pradera es modificada al paso de los años, ya que las leguminosas proporcionan condiciones óptimas para la sucesión de las especies presentes, al tener capacidad para fijar nitrógeno al suelo y mejorar las condiciones de crecimiento de las especies deseadas (Rojas *et al.*, 2005). Además, la competencia entre plantas es alterada por el pastoreo, cuando el pisoteo, las excretas y la diseminación de semillas por el ganado, cambian la estabilidad, la dinámica y la composición botánica de una pradera. Esto es, principalmente, por la reducción del área foliar, lo que disminuye la biomasa, afecta el

crecimiento de hojas y raíces y altera el microambiente (King *et al.*, 1978). La importancia de una asociación gramínea-leguminosa, radica en crear una interrelación armónica y equilibrada, entre dos o más especies, donde se eviten los efectos de competencia que provocan el dominio o desplazamiento de una de las especies, lo que asegura mantenerlas estables en la pradera, en tiempo y espacio.

2. OBJETIVO

Determinar el rendimiento de forraje, tasa de crecimiento, composición botánica y dinámica de rebrote en los pastos *B. dictyoneura*, *B. brizantha* cv. Toledo y el híbrido Mulato (*B. ruzizensis* x *B. brizantha*) en monocultivo y en asociación con la leguminosa *Arachis pinto* en condiciones de suelo y clima de Isla, Veracruz.

3. HIPOTESIS

El rendimiento de materia seca de las asociaciones es mayor que la de los pastos en monocultivo.

La composición botánica y dinámica de rebrote de las especies en monocultivo y de las asociaciones, varía con la época del año.

4. REVISION DE LITERATURA

Descripción botánica de las especies evaluadas

4. 1. Origen del pasto *Dictyoneura (Brachiaria dictyoneura)* (Stapf)

Es una gramínea perenne originaria de África, de crecimiento estolonífero, con macollos erectos que forman un “colchón” de 40-90 cm de altura y, cuando florece, puede alcanzar una altura de 1.0 m. Sus hojas son lineales, lanceoladas, erectas, sin vellosidades, de color verde intenso, con manchas púrpuras, las cuales varían mucho en forma y tamaño, dependiendo de la época del año (Enríquez *et al.*, 1999).

4. 1. 1. Características agronómicas

Los estolones son largos de color púrpura y con vellosidades de color blanco; su mejor desarrollo es durante el establecimiento o después de un corte a ras del suelo y presenta abundante enraizamiento que es más evidente en suelos desnudos. La inflorescencia es una panícula con tres o cinco racimos de 4-8 cm de largo, cada una con 10 a 22 espiguillas alternas. La semilla tiene buena viabilidad aunque, para ello, debe tener un periodo de almacenamiento de cinco a ocho meses después de la cosecha; también se puede reproducir mediante material vegetativo (Enríquez *et al.*, 1999).

4. 1. 2. Adaptabilidad

Se adapta a condiciones de suelo ácidos de baja fertilidad y de mediana a alta fertilidad; es tolerante a suelos con alta humedad por periodos cortos de dos a tres semanas, resistente al pastoreo, con buenos rendimientos de forraje y semilla, a diferencia de otras especies del género *Brachiaria*; es tolerante a la plaga “salivazo” (*Anaelomia postica*), siempre y cuando tenga un buen manejo (Kelemu *et al.*, 1995). Crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud y con precipitaciones anuales que varían de 1000 a 3500 mm. Por otra parte, su contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, a los 30 días de rebrote es de aproximadamente 10 y 65%, respectivamente (Renvoize *et al.*, 1996).

4. 2. Origen del pasto Mulato CIAT 36061 (*B. ruziziensis* x *B. brizantha*)

Este pasto proviene de la cruce entre *B. brizantha* y *B. ruziziensis* Germ. & Evrard, realizados en 1988 en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Calí, Colombia. En 1994 se realizaron estudios de adaptación en las regiones tropicales de Colombia; posteriormente el CIAT lo identificó como la accesión CIAT 36061 o híbrido Mulato y fue introducido en Costa Rica y luego a Honduras, donde se evaluó agronómicamente, en proyectos vinculados con la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) y el CIAT. Actualmente, en México, la empresa “Semillas Papalotla” posee los derechos para la explotación comercial de semillas, para su producción y comercialización (Burgos, 2004; Argel *et al.*, 2005).

4. 2. 1. Características agronómicas

Es una gramínea perenne, amacollada, vigorosa, con alturas hasta 1.20 m; produce estolones cortos, lo que le permite tener una alta capacidad de establecimiento. Sus hojas son lineales, lanceoladas verde intenso, de 35 a 40 cm de longitud y 2.5 a 3.0 cm de ancho, con abundante pubescencia. La arquitectura de la planta se caracteriza por presentar un número de hojas que varía de 9 a 10 por tallo, que se proyecta vertical y horizontalmente, efecto que se traduce en una buena estructura de pradera, compuesta por una elevada densidad y volumen de hojas. Los tallos son de color verde intenso y con alta pubescencia, son cilíndricos de 55 a 80 cm de largo. Tiene un excelente sistema radical, lo que le permite recuperarse rápidamente después del pastoreo o corte y emite estolones que enraízan formando nuevas plantas. Su semilla es fértil y la floración es tardía y ocurre en octubre. La inflorescencia es una panícula de hasta 40 cm de longitud, con 4 a 5 racimos y dos hileras de espiguillas con un promedio de 42 espiguillas, de 2.4 mm de ancho y 6.2 mm de largo (Guiot y Meléndez, 2003).

4. 2. 2. Adaptabilidad

Los estudios realizados en este pasto, han demostrado su resistencia a las enfermedades y al “salivazo”: tiene una excelente producción de forraje y, en la época de lluvias, baja tolerancia a las inundaciones y suelos anegados; se adapta a suelos de mediana fertilidad y presenta abundante floración, pero con bajo porcentaje de llenado de semillas. Se adapta a condiciones del trópico húmedo y sub-húmedo, en altitudes de hasta 1800 m y precipitaciones mayores a 700 mm. Se adapta a suelos de pH ácido a

alcalino (4.5 a 8.0) y soporta sequías de 4 a 5 meses (Miles, 1999). Dependiendo de la edad de la planta y la época del año, en praderas de 20 a 30 días de edad, se han registrado valores de 12 a 16 % de proteína y hasta 62% de digestibilidad (Burgos, 2004).

4. 3. Origen del pasto Toledo CIAT 26110 (*Brachiaria brizantha* A. Rich. Stapf)

El pasto Toledo se identificó directamente de la accesión de *B. brizantha* CIAT 26110; fue recolectada en 1985 en África entre Bubanza y Bukinanyama en el Estado de Cibitoke a 1510 de altitud, con una precipitación media anual de 1710 mm. En 1988 fue introducido en el banco de germoplasma del CIAT en Costa Rica, para su evaluación agronómica, junto con otras especies del género *Brachiaria* (Argel, 2000; Lascano *et al.*, 2002).

4. 3. 1. Características agronómicas

Es una gramínea perenne, que crece en macollos y puede alcanzar hasta 1.60 m de altura. Produce tallos vigorosos capaces de enraizar, a partir de los nudos en el tallo, cuando éstos entran en contacto con el suelo, por efecto del pisoteo de los animales, que favorece el cubrimiento con suelo y el desplazamiento lateral. Las hojas son lanceoladas con poca pubescencia y alcanzan hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. La inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente, con racimos de 8 a 12 cm y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una o más inflorescencias provenientes de nudos diferentes (Argel, 2000).

4. 3. 2. Adaptabilidad

Se adapta a diferentes climas y suelos y crece bien en lugares con 5 a 6 meses de sequía y con precipitaciones que varían de 1600 a 4500 mm por año. Se establece en suelos ácidos infértiles, pero tiene mejor desempeño en sitios con suelos de mediana y buena fertilidad; tolera suelos arenosos y sitios mal drenados, aunque el crecimiento puede reducirse, si se mantiene una capa de agua permanente por más de 30 días. Tolerancia bien la época seca y durante ésta mantiene mayor proporción de hojas verdes, que otros cultivares de *B. brizantha*. Crece bien bajo la sombra y se adapta a localidades de altura intermedia (1500 msnm), con temperaturas promedio de 18 °C (Argel, 2000).

El pasto Toledo tiene contenidos de proteína cruda en hojas de 13.5, 10.1 y 8.7 % para edades de rebrote de 25, 35 y 45 días, respectivamente; la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, para las mismas edades, es de 67.8, 64.2 y 60.3 %, respectivamente. Lo anterior indica que el Toledo tiene cualidades forrajeras similares o ligeramente mejores que otros cultivares de *B. Brizantha* (Peralta *et al.*, 2005).

4. 4. Origen de *Arachis pintoii* Krapovicas & Gregori

Las especies del género *Arachis* son originarias de América del Sur. *A. pintoii* fue recolectada en Abril de 1954 por Geraldo C. P. Pinto en el Estado de Bahía (Brasil); el sitio de colección fue en Jequitinjonha, cerca de la costa Atlántica, entre la

desembocadura de Belmonte, localizado geográficamente a 15° 52' latitud sur y 39° 6' longitud oeste y 5 m de altitud (Grof, 1985).

4. 4. 1. Características agronómicas

El *A. pintoi* es perenne de crecimiento estolonífero; es una leguminosa herbácea, caracterizada por su crecimiento rastrero; las hojas son tetrafoliares con márgenes enteros, ovaladas, ápice obtuso de 4.5 x 3.5 cm y de color verde oscuro; las flores son individuales de aproximadamente 12 a 17 mm, de color amarillo. Tiene un contenido de proteína cruda con variaciones de 11.9 a 23.3 % en la fase de establecimiento y de un año de establecido tiene 12 a 23 %, dependiendo del manejo aplicado, así como las condiciones climáticas del lugar. El número de cromosomas es $2n=20$ (Moreno *et al.*, 1999).

4. 4. 2. Adaptabilidad

El *A. pintoi* se adapta bien a las condiciones ambientales de las regiones tropicales y subtropicales, donde es persistente y con buena productividad, pues crece bien en suelos que varían de ácidos a neutros, con texturas arcillosa o arenosa. Crece bien en suelos de moderada fertilidad y es tolerante a la alta saturación de aluminio. Puede sobrevivir a largos periodos de sequía y los mayores rendimientos de materia seca se obtienen en la estación lluviosa. El crecimiento puede ser afectado en condiciones de alta evaporación, aun cuando las condiciones del suelo son adecuadas. Las hojas y algunos estolones pueden morir por heladas, sin embargo, cuando las condiciones

ambientales son estables, las plantas se recuperan rápidamente. Se han registrado rendimientos anuales de forraje de 5.2 a 6.9 t ha⁻¹ y cuando es asociada con *Brachiaria* ssp. rinde de 10.8 a 20.1 t ha⁻¹ (Cook *et al.*, 1999).

4. 5. Producción de forraje en asociaciones gramínea-leguminosa

Desde de los años 70's se empezaron a introducir nuevos pastos en el trópico mexicano provenientes de África, principalmente del género *Brachiaria*; los primeros estudios se relacionaron con la adaptabilidad de los pastos a las condiciones climáticas, la productividad y persistencia ante diversos tipos de manejo y variación en el clima (Brown *et al.*, 2004). Actualmente, las investigaciones están dirigidas a lograr la mayor productividad en pastoreo, así como a crear nuevas técnicas de manejo y alguna de ellas se refiere incluir leguminosas en las praderas de gramíneas. A continuación se presentan algunos resultados de estudios realizados en pastos en asociación con leguminosas.

Romero y Gonzáles (1998) demostraron que la asociación del pasto *Brachiaria decumbens* con *Arachis pintoii*, es una alternativa viable para la producción forrajera, ya que se alcanzan altos valores en rendimiento y contenido de proteína, en comparación con monocultivos de pasto *B. decumbens* (Cuadro1).

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje y calidad del pasto *B. decumbens* con y sin *A. pintoii*.

Factor	<i>B. decumbens</i>	<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoii</i>	Diferencia (%)
Disponibilidad (t MS ha ⁻¹)	7.5	8.1	8.0
Proteína cruda (%)	11.6	13.4	15.5

Por su parte, Lobo y Acuña (1999) efectuaron un experimento con *B. brizantha* asociado con *A. pintoi* y *Centrosema brasilianum*, durante la época de lluvias; el tiempo de evaluación fue durante dos años y los resultados (Cuadro 2) muestran que existió mayor producción de forraje, en los pastos donde hubo mayor proporción de las leguminosas y concluyen que el nitrógeno fijado por éstas propició el crecimiento de la gramínea.

Cuadro 2. Disponibilidad forrajera y composición botánica de praderas de *B. brizantha*, asociada con diferentes proporciones de leguminosas, durante la época de lluvias en 1997 y 1998.

Variable	Pasto con leguminosa al 20 %		Pasto con leguminosa al 30 %	
	1997	1998	1997	1998
Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	4113	4483	5105	5408
Gramínea (%)	62	67	57	58
Leguminosas (%)	22	18	31	27
Malezas (%)	16	15	12	14

En la zona tropical de Colombia, se evaluó al pasto *Brachiaria* cv. Mulato para conocer su potencialidad, durante dos épocas del año (lluvias y seca), al comparar la producción de forraje con el pasto *B. decumbens*; se utilizaron animales para pastorear las praderas con dos días de ocupación y 22 días de descanso en la época lluvias y 33 en la seca. La producción promedio de forraje del cv. Mulato, en la época de lluvias fue de 3235 kg MS ha⁻¹ y 2580 en la de sequía. Estos rendimientos fueron superiores en 31% a los encontrados en *B. decumbens* (Cuadro 3). Con los rendimientos obtenidos en ambos pastos y con las variables evaluadas, se logra una carga animal más alta, que

en los sistemas tradicionales de pastoreo, debido a la alta producción, principalmente, del cv. Mulato (Cuadrado *et al.*, 2005).

Cuadro 3 Producción de materia seca en época de lluvias y sequía del cv. Mulato y *B. decumbens* en pastoreo, en el Centro de Investigaciones Turipana. Montería, Córdoba, Colombia.

Producción de materia seca (kg ha ⁻¹)			
Pasto	Lluvias (22)	Sequía (33)	Promedio (kg ha ⁻¹)
cv. híbrido Mulato	3235	2580	2970
<i>B. decumbens</i>	2735	1248	1991

4. 6. Estudios efectuados sobre *A. pintoii* en sistemas de producción

La adopción en México de esta leguminosa es reciente, así como en algunas zonas del trópico latinoamericano; en un estudio efectuado para conocer como los productores en Colombia, adoptan este cultivo, de 226 productores entrevistados, solo 39 tuvieron asociaciones con *A. pintoii* y el resto solamente habían escuchado hablar de él. Los productores se sentían satisfechos, por los beneficios obtenidos en la capacidad para incrementar la productividad de las praderas (Rivas y Holmann, 1999).

Rocha *et al.* (1985) realizaron un estudio para evaluar el establecimiento de *A. pintoii* con *Brachiaria humidicola* y *B. dictyneura* y los resultados muestran que estas especies lograron una buena asociación. Por su parte, Gómez *et al.* (1994) realizaron un estudio de establecimiento de *A. pintoii*, en el Estado de Veracruz y encontraron que es una especie con gran potencial de propagación y alto rendimiento de materia seca; la época

de verano fue la mejor para establecerlo y tendió a cubrir la superficie del suelo en dos semanas en 10 %.

En otro estudio se asociaron pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger con *A. pintoii* más *Desmodium ovalifolium* Wall y pasto estrella en monocultivo, para regenerar pastizales degradados y se encontró que las leguminosas tienen un alto potencial para la rehabilitación de la pradera, ya que la asociación de estrella con *A. pintoii* mantuvo su producción, pero con *D. ovalifolium* tendió a incrementarse y el monocultivo disminuyó, por lo que se confirma que las leguminosas son fijadoras de nitrógeno, que influyó para que las gramíneas en estado de deterioro, se recuperaran con mayor rapidez (González *et al.*, 1996).

Una de las alternativas es utilizar las praderas de pastos en asociación con leguminosas, ya que en el aumento en la producción de leche y carne, existen muchas leguminosas que pueden ser asociadas con pastos nativos o introducidos, en los que el único fin que se busca, es aumentar el potencial de producción de las praderas y esto se vea reflejado en un incremento en la producción animal. En la actualidad se ha observado que los pastos en asociación con *Arachis pintoii* aumentan la producción del forraje presente en la pradera de buena calidad, especialmente en la época de seca, con duración de 3 a 4 meses. De igual forma, influye la cantidad de *A. pintoii* presente en la pradera, ya que se busca una excelente compatibilidad entre ambas especies, en que el porcentaje sea equilibrado y ninguna de las dos tienda a desaparecer, principalmente, la leguminosa, ya que según Grof (1985) citado por Kerridge (1995), se observó la buena capacidad de asociación entre *A. pintoii* CIAT 17434 con cuatro especies del género *Brachiaria*, puesto que en dos años de evaluación, el contenido de la leguminosa aumentó en 20% en la mezcla con *B. dictyoneura* y en 45% en la mezcla

con *B. ruziziensis*. Este autor, menciona que siguió aumentando el contenido de la leguminosa, a pesar del pastoreo intensivo durante todo el año.

La excelente asociación de *Arachis* con gramíneas, es confirmada por Velásquez y Muños-Ramos (2006), al asociar esta leguminosa con el pasto Mulato II; se comparó el rendimiento del pasto en monocultivo y asociado y los valores promedios obtenidos fueron 2.6 y 3.5 t MS ha⁻¹, respectivamente. De igual manera también puede variar el rendimiento, de acuerdo al tipo de suelo y a las condiciones ambientales de cada lugar, lo que puede afectar que un monocultivo sea mejor que en asociación.

4. 7. Efecto de la defoliación

La defoliación tiene severos efectos en el desarrollo de las plantas y su impacto dependerá de la frecuencia y severidad del pastoreo y de la resistencia que la planta ejerza a esta imposición; sin embargo, existen diferentes mecanismos capaces de incrementar el crecimiento, después de la defoliación, como son el número de meristemas presentes para la formación de hojas, así como los procesos compensatorios, en los que destacan la capacidad fotosintética del forraje residual, la distribución de carbono y las reservas de carbohidratos (Fortes *et al.*, 2004). La defoliación es la remoción parcial o total del forraje presente, ya sea por corte o pastoreo y cuando la defoliación es realizada por animales, es necesario controlar el tiempo en que se realiza, ya que puede afectar a la pradera por sobrepastoreo y se debe tener en cuenta el número de animales que un área puede soportar, lo que podría evitar daños irreversibles a las praderas (Wade y Carvalho, 2000).

Grof (1985) menciona que la leguminosa *A. pintoi* se asoció bien con gramíneas del género *Brachiaria*, ya que en un estudio realizado con cuatro especies de este género, se evaluó la respuesta de la leguminosa al pastoreo; el estudio duró cinco años y los resultados muestran que *A. pintoi* tiene diversos mecanismos de protección, tales como estolones fuertemente enraizados, puntos de crecimiento bien protegidos y buena reserva de semilla enterrada. Esta última característica le asegura autopropagarse y persistir al pastoreo excesivo. Sin embargo, Pizarro *et al.* (1997) evaluaron siete accesiones de *A. pintoi*, en asociación con *Paspalum maritimum*, una gramínea de crecimiento agresivo y, antes de cada pastoreo, se tuvo una producción promedio de materia seca en las asociaciones de 2 t ha⁻¹ en marzo y en mayo de 2.6 t ha⁻¹, con disminución de agosto a noviembre 1.0 t ha⁻¹; estos resultados permitieron concluir que las asociaciones se mantuvieron estables durante las evaluaciones, con excepción de dos accesiones que disminuyeron su presencia en la asociación (*A. pintoi* BRA-030368 y 031542), que después de solo dos años de pastoreos continuos, representaron 5% en la asociación.

Ascencio *et al.* (2005) evaluaron la persistencia de *A. pintoi*, en asociación con pastos nativos (*Paspalum spp*, *Axonopus spp* y *Cynodon sp*) y observaron que el pastoreo afectó severamente a la leguminosa, con desaparición de la misma en las praderas evaluadas debido, principalmente, al pisoteo y pérdida o desenraizado de las plantas por el ganado. También pudo ser consumida por roedores o por competencia por malezas pero, principalmente, se debió al pisoteo, lo que deja claro que el pastoreo causa daño en las especies evaluadas.

Desde luego, lo más importante, son los efectos que el animal en pastoreo puede causar a las especies presentes en la pradera, ya que provoca disminución de la

leguminosa o la gramínea y la persistencia de ambas, según sea el caso, lo que puede ser por efecto de defoliación severa o combinada con factores ambientales (Kretschmer, 1998; Harris, 1990). Actualmente se conoce que las gramíneas del género *Brachiaria*, asociadas con *A. pintoi* promueven excelentes rendimientos, pero aún faltan estudios de los nuevos cultivares que son creados para la región tropical, así como el efecto que pudieran causar el pastoreo.

4. 8. Composición botánica

La composición botánica de una pradera debe estar compuesta, con el mayor porcentaje de las especies deseadas, ya sea de gramíneas o leguminosas. En ocasiones puede ser alterada por el pastoreo o corte, lo que permite que las malezas se desarrollen rápidamente y que entren en competencia con las plantas forrajeras. La maleza en un potrero es cualquier especie vegetal indeseable, capaz de competir con las plantas forrajeras por agua, luz, nutrientes y espacio y que no son consumidas por el ganado durante la utilización del forraje. Los principales factores que propician la aparición de maleza en los potreros son manejo deficiente del pastoreo, labores de cultivo, plagas y enfermedades, clima y suelo (Enríquez *et al.*, 1999).

El tipo de especies presentes, en algunas comunidades de pastos tropicales, es fuertemente influenciado por la fertilidad del suelo. En condiciones de alta productividad, como típicamente ocurre en sitios fértiles, con altos niveles de nutrimentos las comunidades, en una determinada superficie, son dominadas por las especies de plantas de crecimiento rápido. Esto no ocurre en suelos donde la fertilidad es baja, ya

que para estos sitios, las características que permitirán que una especie predomine, son la resistencia a condiciones ambientales adversas o al “estrés” (Chapman, 2001).

Los cambios en la composición botánica de la pradera pueden ser influenciados por el pastoreo o corte, la adaptación de la planta a las condiciones ambientales o la modificación del sistema (por quema, aplicación de fertilizantes o herbicidas, resiembra, etc.) y por algunos eventos especiales como las heladas que pueden alterar la composición o la estructura de la vegetación. Los forrajes tropicales están definidos por su resistencia a factores estresantes, los cuales pueden llegar a sus niveles máximos o mínimos, como es el caso de la temperatura o inundaciones. Cuando una población de plantas es afectada por los factores antes mencionados, disminuye su dominancia en la pradera, permitiendo que otras más resistentes la desplacen, parcial o totalmente (Humphreys, 1997).

En un estudio realizado para determinar la composición botánica de la asociación kikuyo-Maní forrajero (*Pennisetum clandestinum*-*Arachis pintoii*), con la aplicación de dos presiones de pastoreo (800 y 1600 kg MS residual ha⁻¹) y fertilización de las praderas con nitrógeno, fósforo y potasio, se encontró que el kikuyo disminuyó su presencia en ambas presiones de pastoreo en 11%, mientras que el cacahuatillo se incrementó en 8%; sin embargo, con la aplicación de nitrógeno, el pasto aumentó su proporción de 28 a 36%. En la leguminosa la aplicación de los macronutrientes no influyó, manteniéndose estable hasta el final del experimento. Las malezas de hoja ancha disminuyeron de 7 a 3%. En las condiciones probadas el cacahuatillo se mantuvo en un alto porcentaje en la asociación y para mantener un equilibrio en ambas especies, es necesario aplicar nitrógeno para favorecer al pasto (Urbano *et al.*, 2005). Fernández *et al.* (2006) evaluaron gramas nativas solas (G) y asociadas con *Arachis pintoii* (GA),

manejadas con pastoreo rotacional y encontraron que durante el periodo experimental, no cambió la composición botánica de las praderas. Sin embargo, la leguminosa siempre tuvo la mayor proporción en la asociación. En la asociación, disminuyó la proporción de gramínea y maleza y lo contrario en las gramas solas. La presencia de *Arachis* en las praderas, deprime la proporción de gramíneas y la maleza, debido a la capacidad de la leguminosa de enraizar y crear estolones, lo que la hace una especie altamente competitiva.

4. 9. Dinámica de tallos

Aquí se destaca la importancia de los tallos, ya que éstos son la base principal para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cada tallo es un individuo que da origen a nuevos hijos, capaces de formar raíces y hojas. Un tallo vegetativo puede ser reproductivo, dependiendo de las condiciones ambientales y de las hormonas producidas por la planta. Este proceso de reproducción sirve, en algunas especies, para mantener la descendencia. La producción de nuevos tallos vegetativos también puede ser influenciado por el pastoreo, si los puntos de crecimientos (meristemas apicales) son removidos, lo que estimula la formación de nuevos tallos (Lemaire, 2001).

La generación de tallos es una parte importante en cualquier cultivo forrajero, ya que de ello depende el rápido establecimiento. Los primeros tallos emergen de las lígulas de las hojas y se conocen como tallos primarios y después éstos producen los tallos secundarios (Carambula, 1977). Así en ballico (*Lolium perenne*), los primeros tallos usualmente emergen de las axilas de la primera hoja del tallo principal y, una vez que

se logra expandir, es totalmente visible. La producción de tallos después de los primeros será por sucesión (Robson *et al.*, 1988).

La densidad de tallos es importante en el establecimiento de una pradera o cuando su población ha sido reducida considerablemente, por efecto de un corte o pastoreo severo, por lo que puede llevar tiempo para que la densidad de tallos se recupere, de tal manera que la disminución en el rendimiento puede explicarse por la reducción en el número de tallos y, en consecuencia, del número de hojas, por lo que para evitar un estrés en la pradera, es necesario hacer un buen manejo de pastoreo. En pastos como *ballico perenne*, se ha observado que las reservas de carbohidratos almacenados es suficiente, para solo dos días de rebrote y después la fotosíntesis debe proporcionar la energía suficiente para el nuevo rebrote (Matthew *et al.*, 2001).

La densidad de tallos es afectada por factores ambientales y por el consumo animal y ambos determinan la cantidad, persistencia y disminución de forraje presente en la pradera. Brent y Mitchell (2000) realizaron un estudio durante 1996 y 1997, para evaluar el efecto de la quema en la densidad de tallos en el pasto *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees y los resultados obtenidos muestran diferencias, ya que en 1996 la densidad de tallos tuvo un rango de 1068 a 2052 tallos m² en las áreas sin quema y de 1623 a 2617 tallos en áreas con quema. En 1997, el rango de la densidad de tallos fue de 1337 a 2398 m² y 1313 a 2027 tallos m² en áreas sin y con quema respectivamente. La diferencia fue correlacionada con la precipitación, ya que en el verano del primer año fue superior al segundo, encontrándose mayor densidad de tallos en sitios con quema, por lo que se concluye que las condiciones climáticas fueron los principales factores que determinaron la densidad de tallos, así como los nutrientes del suelo y la cantidad de luz captada por las plantas.

4.10. Conclusiones de la revisión de literatura

- 1) La producción de forraje en una asociación gramínea-leguminosa, varía dependiendo de las especies que se tengan en la pradera, ya que pueden competir por espacio y nutrientes.
- 2) El pastoreo puede afectar el rebrote de los forrajes, cuando el manejo aplicado no es adecuado, en los que son afectados la producción, la composición botánica y morfológica y la persistencia de la pradera.
- 3) La producción de forraje es diferente en cada época del año y varía con las condiciones climáticas y la fertilidad del suelo, lo que provoca cambios en la densidad y crecimiento de los tallos, en las diferentes especies de forrajes.
- 4) Hasta ahora en algunos países de América Latina, han sido pocos los estudios realizados en relación a las asociaciones de pastos del género *Brachiaria* con *A. pintoii* y los resultados han sido satisfactorios, como consecuencia de una buena convivencia entre las especies en la pradera.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del sitio experimental

El experimento se realizó en el Sitio Experimental Papaloapan, localizado en el municipio de Villa Isla, Veracruz, a 18° 06' LN y 95° 32' de LO, a una altitud de 65 msnm. El clima de la región es Aw₀, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por García (1988), que representa un clima calido subhúmedo (es el más seco de los cálidos húmedos) con lluvias en verano; la precipitación media anual es de 1000 mm y la temperatura media anual de 25.7 °C. El suelo es clasificado como Acrisol órtico, ácido (pH de 4 a 4.7), pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio y potasio y con contenidos medios a altos de fósforo y magnesio, de textura migajón arenosa.

5. 2. Establecimiento de las praderas

5. 2. 1. La leguminosa

Se utilizaron 3,360 m² sembrados con *A. pintoii* CIAT 17434, en el año 2001. En las parcelas de *A. pintoii* en monocultivo, se aplicaron 100 ml 0.5 ha⁻¹ de herbicida Fluazinfop-p-butil, para eliminar todas las gramíneas. Una vez eliminadas las malezas fue necesario sembrar las partes vacías con material vegetal de la leguminosa.

5. 2. 2. Gramíneas

En julio del 2005, en la pradera de *A. pintoi* ya establecida, se sembraron las gramíneas *B. dictyoneura*, *B. brizantha* cv. Toledo y el cv. Mulato (*B. brizantha* x *B. ruzizensis*), de acuerdo a los tratamientos asignados a las parcelas experimentales; las gramíneas se sembraron con material vegetativo a 0.3 m entre plantas y 1.0 m entre hileras. En las parcelas con una gramínea en monocultivo, se aplicó el herbicida 2-4 D amina, a razón de 100 ml 0.5 ha⁻¹, para eliminar la presencia de *Arachis* y malezas de hoja ancha; las partes vegetativas se sembraron a 0.3 m entre plantas y 0.5 m entre hileras. Dos meses después de la siembra se aplicaron nuevamente los herbicidas mencionados, para evitar competencia entre el pasto y las malezas. Un mes después se aplicó el fertilizante foliar “Bayfolan Forte” (1.0 kg ha⁻¹), para que todas las parcelas quedaran establecidas, en el menor tiempo posible.

Durante el establecimiento se presentaron diversas plagas, las cuales se describen a continuación.

1. En octubre de 2005 se observó la presencia de “salivazo” (*Aeneolamia postica*), en la mayoría de las parcelas, cuando los pastos Toledo y Mulato presentaron una altura promedio de 1.0-1.20 m y *B. dictyoneura* de 0.80-0.90 m, lo que propició condiciones óptimas para el desarrollo de este insecto. Para eliminar la plaga se realizó un pastoreo de uniformización tres semanas después de detectarla.
2. En noviembre de 2005, algunas parcelas del pasto Mulato presentaron amarillamiento, causado por del hongo *Rhizoctonia solana*, el cual desapareció después del primer pastoreo.

3. Así mismo, se observó la presencia de ratones en las parcelas de *Arachis*, aunque no representó un problema para el desarrollo del cultivo.
4. La época de lluvias del 2006 fue visible nuevamente la presencia de “salivazo”, en algunas parcelas de Mulato y *B. dictyoneura* el cual desapareció con el pastoreo.

5. 3. Manejo de los animales en pastoreo

Se emplearon 22 bovinos de 200 a 450 kg solo como cosechadores, que se les permitió pastar un día en cada bloque (se describe en la Figura 1), tiempo en el cual consumían el forraje disponible homogéneamente, manteniendo a todas las parcelas en las mismas condiciones después del pastoreo. Durante el tiempo de recuperación de las especies, el ganado pastoreó fuera del área experimental. Se realizaron cinco ciclos de pastoreo en la época de nortes y seca (30 de noviembre de 2005 a 7 de junio de 2006) con un día de ocupación y 35 de descanso cada uno y cinco ciclos de pastoreo en la época lluviosa (8 de junio a 28 de octubre del 2006), con dos días de ocupación y 28 de descanso. Los días de recuperación de las praderas, se ajustaron conforme se observó como se recuperaban del pastoreo anterior, de una época a otra.

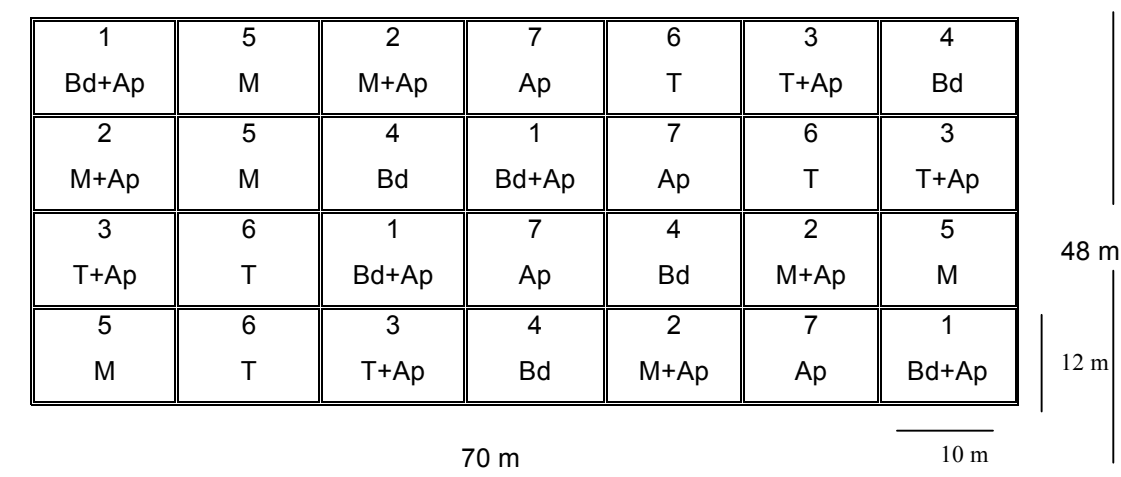
5. 4. Tratamientos

Se emplearon siete tratamientos con cuatro repeticiones (Cuadro 4) distribuidos en un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos consistieron en tres gramíneas sembradas en monocultivo y asociadas con la leguminosa y ésta también en monocultivo.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados de tres gramíneas sembradas en monocultivo y una leguminosa y en asociación. Isla, Veracruz.

Tratamientos	Gramíneas y leguminosa	Abreviaturas usadas para identificar los tratamientos
1	<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoii</i>	Bd+Ap
2	<i>Mulato</i> + <i>A. pintoii</i>	M+Ap
3	<i>Toledo</i> + <i>A. pintoii</i>	T+Ap
4	<i>B. dictyoneura</i> (monocultivo)	Bd
5	<i>Mulato</i> (monocultivo)	M
6	<i>Toledo</i> (monocultivo)	T
7	<i>A. pintoii</i> (monocultivo)	Ap

Figura 1. Distribución de los tratamientos estudiados en monocultivo y en asociación.



1-4: Bloques; 1-7: Tratamientos; m: metros. Bd+Ap; *Arachis+dictyoneura*; M+Ap: *Arachis+Mulato*; T+Ap: *Arachis+Toledo*; Bd: *dictyoneura*; M: *Mulato*; T: *Toledo*; Ap: *Arachis*.

5. 5. Variables evaluadas

Para determinar el efecto de los tratamientos, se midieron las siguientes variables, antes y después de introducir al ganado a pastorear en las parcelas.

5. 5. 1. Rendimiento de forraje

Antes de que los animales pastorearan se tomaron dos muestras al azar de forraje presente por parcela en 0.25 x 1.0 m; previamente se obtuvo la altura y cobertura del forraje dentro del cuadrante para después cortarlo a una altura de entre 12 y 15 cm sobre el nivel del suelo. Se obtuvo el peso total del material verde y se tomó una submuestra de 200 g para secarla en una estufa de aire forzado, durante 48 h a 55 °C y, posteriormente, se pesó la materia seca. En las mediciones efectuadas un día después del pastoreo, la metodología empleada fue similar a la antes descrita, colocando el cuadrante en lugares diferentes.

5. 5. 2. Composición morfológica

De la submuestra de 200 g, se separaron la gramínea de la leguminosa y éstas en hojas, tallos y material muerto. Se secaron por componente y se pesaron para obtener su contribución al rendimiento.

5. 5. 3. Tasa de crecimiento

Se evaluaron las tasas de crecimiento del forraje total, hojas y tallos, en cada ciclo de pastoreo. Para calcularla se utilizaron los datos de forraje presente antes y después del pastoreo, con la fórmula descrita por Hunt (1982):

$$TC = \frac{FP_A - FP_D}{IP}$$

TC = Tasa de crecimiento de forraje (kg MS ha⁻¹), en el intervalo entre pastoreos.

FP_A = Forraje presente un día antes del pastoreo (kg MS ha⁻¹).

FP_D = Forraje presente un día después del pastoreo anterior (kg MS ha⁻¹).

IP = Intervalos entre pastoreos sucesivos (días).

5. 5. 4. Grado de defoliación de la pradera

Este concepto se refiere a la cantidad de forraje que el animal extrae de una pradera y se expresa en porcentaje, al tomar en cuenta la cantidad de forraje disponible antes y después (residual) del pastoreo. Esta variable se estimó por ciclo de pastoreo, mediante la siguiente fórmula:

$$GD = \frac{FO - FR}{FO} * 100$$

Donde

GD = Grado de defoliación de la pradera (%).

FO = Forraje presente, un día antes del pastoreo (Kg MS ha⁻¹).

FR = Forraje presente un día después del pastoreo (Kg MS ha⁻¹).

5. 5. 5. Composición botánica

Se colocó un cuadrante fijo de 1.0 m² en cada parcela. El pasto en cada cuadrante se cortó a una altura de 12 cm sobre el suelo, durante cada muestreo, para determinar la

composición botánica. Para ello se separaron las diferentes especies presentes en la pradera en una submuestra de 200 g; una vez separadas se pesaron en verde y se secaron en una estufa por 48 horas a 55 °C. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de cada especie para identificar las malezas no deseables, que entran en competencia con la leguminosa y las gramíneas estudiadas.

5. 5. 6. Altura de las especies evaluadas

La altura de las plantas se midió al azar, en ocho lecturas al azar en cada repetición, en las parcelas de *Dictyoneura*, Mulato y Toledo en monocultivo y asociados con *A. pintoii*.

5. 5. 7. Densidad de tallos

Para obtener esta variable se colocó un aro de 20 cm de diámetro a ras del suelo, por unidad experimental y se dejó fijo durante todo el estudio. En cada aro se contaron y marcaron con tubitos de color diferentes, los tallos nuevos y muertos antes de cada pastoreo, con lo que se estimó la tasa de aparición y muerte de los tallos.

5. 5. 7. 1. Peso de tallos

Un día antes del pastoreo, se cortaron 10 tallos en cada unidad experimental a ras del suelo, tomados aleatoriamente en cada repetición. Se secaron por 48 h a 55 °C hasta alcanzar un peso constante. El peso total del material cosechado se dividió entre el número de tallos, para determinar el peso promedio de cada uno.

5. 8. Diseño experimental

Se hizo el análisis de los datos mediante un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0.05$) usando el PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1999).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor o rendimiento observado, en el *i-ésimo* tratamiento, del *i-ésimo* bloque.

μ = Es valor de la media general.

τ_i = Es el efecto del *i-ésimo* tratamiento.

β_j = Efecto del *j-ésimo* bloque.

ε_{ij} = Es el efecto del error experimental en el *i-ésimo* tratamiento, *j-ésimo* bloque.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6. 1. Características climáticas durante el periodo experimental

En la Figura 2 se presentan los datos de temperatura y precipitación durante el experimento. La precipitación total durante el año fue 1563 mm y la temperatura promedio de 26 °C. La distribución de la precipitación fue 74% en la época de lluvias (junio a octubre), cuando las condiciones ambientales son adecuadas para el crecimiento de las plantas, 18% durante los nortes (noviembre a febrero) y 7% en la seca (marzo a mayo). La mayor precipitación se presentó en julio y la menor en abril.

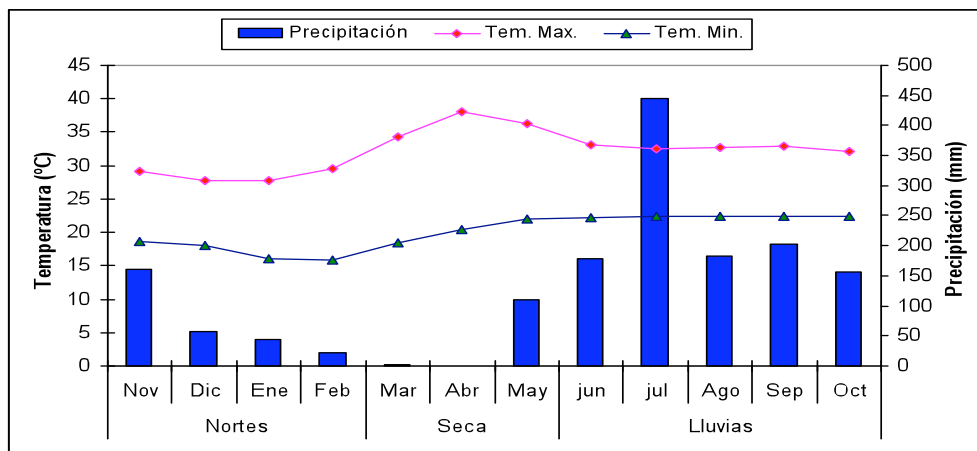


Figura 2. Características climáticas durante el periodo de estudio (noviembre 2005 a octubre 2006), en el Sitio Experimental Papaloapan. Isla, Veracruz.

6. 2. Rendimiento de forraje

En el Cuadro 5 se presenta el rendimiento total y la distribución estacional del forraje. El mayor y menor rendimiento total de forraje ($P < 0.05$) se obtuvieron en los pastos Toledo y *A. pinto* en monocultivo (16800 y 6440 kg MS ha⁻¹, respectivamente). En orden

descendente *B. dictyoneura*, Mulato y Toledo+*A. pintoi* fueron los que tuvieron mayores rendimientos de forraje total con 15160, 14520 y 13190 kg MS ha⁻¹. La distribución estacional promedio del rendimiento en los siete tratamientos evaluados fue 21 % en nortes, 14 % en seca y 65 % durante las lluvias. La mayor acumulación de forraje durante las lluvias, se explica de acuerdo a la distribución de la precipitación a través del año (Figura 2), ya que éste es un factor que influye en la producción de forraje en cada época; por otra parte, las bajas temperaturas ambientales durante la época de nortes y la alta evapotranspiración en la sequía, afectan el crecimiento de las especies forrajeras (Enríquez y Romero, 1999; Castillo *et al.*, 2005).

En la época de nortes la variación del rendimiento entre tratamientos fue significativa (P<0.05), desde 1800 a 3980 kg MS ha⁻¹ para *B. dictyoneura*+*A. pintoi* y Toledo, respectivamente. En esta época las gramíneas en monocultivo fueron más productivas que las asociaciones, con promedio de 3460 kg MS ha⁻¹, mientras que éstas tuvieron un rendimiento promedio de 2130 kg MS ha⁻¹. La aportación de la leguminosa fue 33.6 % al rendimiento promedio y, destaca por su mayor contribución, la leguminosa cuando se asocio con *B. dictyoneura*.

En la época seca existieron también diferencias (P<0.05) entre tratamientos y los rendimientos más altos se obtuvieron con Toledo+*A. pintoi* y *B. dictyoneura* (2790 y 2290 kg MS ha⁻¹, respectivamente), mientras que el menor fue con *A. pintoi* en monocultivo (950 kg MS ha⁻¹). Las asociaciones y los pastos en monocultivo tuvieron productividades similares (1900 y 1780 kg MS ha⁻¹, respectivamente en promedio) (Cuadro 5). En esta época, la aportación de *A. pintoi* en la producción total de forraje de las asociaciones, fue de 20 % y corresponde al valor más bajo de las tres épocas evaluadas, lo cual puede deberse a las diferencias en capacidad de adaptación y rutas

metabólicas que existen entre las gramíneas (C₄) y leguminosas (C₃) (Taiz and Zeiger, 2002), que pone en ventaja a las gramíneas sobre las leguminosas, en cuanto a rendimiento de forraje se refiere, en condiciones de estrés hídrico (Walton, 1983).

En la época lluviosa la producción de forraje se incrementó significativamente con respecto a las otras dos épocas y se obtuvo 48 y 60 % para las asociaciones y monocultivos, respectivamente. Los mayores rendimientos fueron para Toledo, Mulato y *B. dictyoneura* con 11170, 9720 y 9850 kg MS ha⁻¹, mientras que destacaron Mulato y Toledo asociados con *A. pintoj*, con promedio de 7505 kg MS ha⁻¹, en comparación con 5100 kg MS ha⁻¹, obtenidos con *B. dictyoneura* + *A. pintoj*. Sin embargo, es de destacar que durante esta época, la aportación de la leguminosa al rendimiento total de las asociaciones fue, en promedio, 26.3 %. Estos resultados son producto de condiciones ambientales favorables (Figura 2), cuando la precipitación mensual de junio a octubre fue superior a 150 mm, lo que propició un desarrollo favorable de las plantas. En general, la asociación *B. dictyoneura* + *A. pintoj*, fue la que tuvo mayor afinidad, ya que su contribución promedio al rendimiento total fue de 35 %, valor que puede considerarse como adecuado para una asociación estable.

La respuesta productiva de forraje de una determinada especie está influenciada por la fertilidad del suelo; así, en Colombia, se ha registrado para *B. dictyoneura* una producción promedio de forraje en suelos arcilloso, franco y arenoso de 8435, 9419 y 8657 kg MS ha⁻¹ año, respectivamente; el mayor crecimiento del pasto se obtuvo en un suelo franco, en el cual se encontró un mejor equilibrio entre los nutrientes disponibles (nitrógeno, fósforo y potasio), que permitieron una mejor estabilidad del pasto *B. dictyoneura* al pasar el tiempo (Brito *et al.*, 1998). Estos valores son similares a los obtenidos en este estudio, lo cual significa que *B. dictyoneura* está bien adaptada a las

condiciones de trópico húmedo. En esta investigación los mayores rendimientos se obtuvieron en las gramíneas en monocultivo y los más bajos cuando éstas se asociaron con *A. pintoii*, lo cual concuerda con lo registrado por Gomez-Carabali *et al.* (1998) en zonas de ladera de Cauca, Colombia, al evaluar *B. dictyoneura* (Bd), *A. pintoii* (Ap) y *Centrosema macrocarpum* (Cm) en monocultivo y la gramínea asociada con las leguminosas (Bd+Ap y Bd+Cm), donde *B. dictyoneura* sola tuvo los rendimientos más altos y menores cuando se asoció.

Los rendimientos de MS reportados para especies del género *Arachis* han sido variables, como se evidencia en algunas regiones de Costa Rica, con valores de 6.6 a 7.1 t MS ha⁻¹ para el cv. Maní Mejorador (*A. pintoii* CIAT 17434) y el cv. Porvenir (*A. pintoii* CIAT 18744), respectivamente (Argel y Villareal, 1997). Así mismo, en el trópico de Australia se han registrado rendimientos anuales de 5.2 a 9.6 t MS ha⁻¹, para *A. pintoii* (Oram, 1990) y en Isla, Veracruz, México con *A. pintoii* CIAT 18744 se reportaron rendimientos 8.47 y 9.40 t MS ha⁻¹ con crecimiento de 13 y 17 meses, respectivamente (Enríquez, 2001), lo que concuerda con la producción anual obtenida en esta investigación, lo que sugiere que esta leguminosa es una opción viable, para proveer un forraje de buena calidad a animales en pastoreo.

Cuadro 5. Rendimiento por época y total de forraje (kg MS ha⁻¹) de *A. pinto* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados.

Tratamientos	Época						Total
	Nortes		Seca		Lluvias		
		(%) Ap		(%) Ap		(%) Ap	
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pinto</i>							
<i>pinto</i>	1800 cd	43	1280 b	30	5100 bc	32	8180 cd
Mulato + <i>A. pinto</i>	2170 bcd	26	1640 ab	13	7050 abc	22	10860 bcd
Toledo + <i>A. pinto</i>	2440 bcd	32	2790 a	17	7960 abc	25	13190 abc
<i>B. dictyoneura</i>							
Mulato	3020 abc		2290 ab		9850 ab		15160 ab
Toledo	3400 ab		1400 ab		9720 ab		14520 ab
<i>A. pinto</i>	3980 a		1650 ab		11170 a		16800 a
<i>A. pinto</i>	1390 d		950 b		4100 c		6440 d
Promedio	2600	33.6	1710	20	7850	26.3	12166
EEM	329		303		1047		1112
SIG	**		*		*		*

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

6. 3. Tasa de crecimiento (TC)

La tasa de crecimiento mensual se presenta en el Cuadro 6. Durante el periodo experimental, las menores TC se presentaron en marzo y abril con un promedio de 9 y 8 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente y conforme avanzó el periodo experimental, al iniciar la época de lluvias, las TC fueron en aumento hasta obtener el valor máximo promedio en julio (74 kg MS ha⁻¹ d⁻¹); en este mes, los mayores promedios (P<0.05) se obtuvieron en *B. dictyoneura* y Mulato con 135 y 113 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y, al final del estudio en octubre, la TC promedio fue 66 kg. Las gramíneas en monocultivo tuvieron las mayores TC promedio con 45 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, mientras que en las especies asociadas el

promedio fue de 32 kg. La leguminosa *A. pintoi* presentó las menores TC promedio durante el estudio, con 20 kg MS ha⁻¹ d⁻¹.

Al iniciar la época lluviosa, las TC aumentaron debido a condiciones favorables de humedad en el suelo y radiación solar que, comúnmente, se presentan durante ese periodo, mismas que favorecieron la recuperación de la pradera después de los pastoreos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ramírez *et al.* (2003), en la asociación Estrella + Clitoria, durante la estación lluviosa quienes obtuvieron una TC promedio 89 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, pero contrarios a los obtenidos por Hernández *et al.* (2002) quienes registraron una TC de 115.4 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ para *B. brizantha*, durante la misma estación, a diferentes asignaciones de forraje. Por su parte, Fernández *et al.* (2006) obtuvieron TC de 31 y 47 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ de gramas nativas y asociadas con *A. pinto*, por lo que estos autores mencionan que no existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos y concluyeron que ambas praderas son eficientes para producir altas cantidades de materia seca.

Cuadro 6. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) de *A. pintoi* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados, durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Pastoreos														
	12-Ene	17-Feb	25-Mar	29-Abr	03-Jun	01-Jul	29-Jul	26-Ago	24-Sep	22-Oct					
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	35	ba	17	8	ba	9	21	bc	32	cb	40	b	49	18	43
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	29	ba	33	10	ba	6	31	bc	32	cb	79	ba	59	29	54
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	37	ba	33	6	b	13	60	a	28	cb	81	ba	96	39	42
<i>B. dictyoneura</i>	46	a	41	19	a	6	40	ba	82	a	135	a	49	26	62
Mulato	48	a	50	5	b	6	30	bc	44	b	113	ba	61	31	99
Toledo	50	a	64	9	ba	13	26	bc	75	a	40	b	85	69	130
<i>A. pintoi</i>	15	b	25	5	b	5	17	c	12	c	33	b	46	25	33
Promedio	37		37	9		8	32		43		74		63	34	66
EEM	6		10	3		4	5		6		18		15	12	22
SIG	*		NS	*		NS	**		**		*		NS	NS	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

A pesar de que no se realizó análisis estadístico entre estaciones, la tasa de crecimiento presentó el siguiente orden descendente: lluvias > nortes > seca (Cuadro 7). Al comparar las TC en cada estación se observaron efectos significativos ($P < 0.05$); Toledo y *A. pinto* fueron los que presentaron la mayor y menor TC en la época de nortes (57 y 20 kg MS ha⁻¹ d⁻¹). Durante el periodo de seca las asociaciones Mulato+A. *pinto* y Toledo+A. *pinto* superaron a las especies solas en 30 y 10 %, respectivamente. En la época de lluvias el pasto Toledo registró la mayor TC con 77 kg MS ha⁻¹ d⁻¹.

Cuadro 7. Tasa de crecimiento estacional (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) de *A. pinto* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados, en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Época		
	Nortes (Dic-Feb)	Seca (Mar-May)	Lluvias (Jun-Oct)
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pinto</i>	26 cd	12 b	36 bc
Mulato+A. <i>pinto</i>	31 bcd	16 ab	50 abc
Toledo+A. <i>pinto</i>	35 abc	27 a	57 abc
<i>B. dictyoneura</i>	43 abc	22 ab	71 ab
Mulato	49 abc	13 ab	69 ab
Toledo	57 a	16 ab	80 a
<i>A. pinto</i>	20 d	9 b	29 c
Promedio	37	16	56
EEM	5	3	7
SIG	**	*	*

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre sí (Tukey).

Estas TC son inferiores a las obtenidas por Enríquez y Romero (1999) en 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en monocultivo, evaluados en el mismo sitio; en la época seca, *B. dictyoneura* tuvo una TC de 35 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, en la de lluvias 118 kg y en nortes solo produjo 7.0 kg, cuando el forraje se cosechó cada 4 semanas de rebrote en las

diferentes épocas. Cabe destacar que hubo deficiencias de humedad durante las épocas de nortes y seca, cuando se registraron precipitaciones inferiores a 20 mm, en las 4 semanas de crecimiento. Sin embargo, al reportar todos los ecotipos de *Brachiaria*, agrupados por épocas, las tasas de crecimiento fueron de 75, 10 y 41 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ en las estaciones de lluvias, nortes y seca, respectivamente, valores que son aproximados a los obtenidos en este estudio. De acuerdo a lo anterior es importante destacar que la humedad en el suelo en las épocas del año, afecta la TC de las plantas forrajeras.

6. 4. Composición botánica

Al iniciar el experimento, en las diferentes asociaciones fue diferente ($P < 0.05$) la participación de pasto en los tratamientos (Figura 3), atribuido a que las praderas fueron de establecimiento reciente y aun no había una estabilidad natural de las especies. En la época de nortes se observó que las asociaciones mejor establecidas y adaptadas al medio fueron Mulato+A. *pinto* y Toledo+A. *pinto* que presentaron en promedio de 58, 30 y 12 % de gramínea, *Arachis* y maleza, respectivamente. En la asociación *B. dictyoneura*+A. *pinto*, la maleza participó en 32% y el pasto y *Arachis* en 32 y 36 %. Durante la época seca, el porcentaje de maleza en las asociaciones disminuyó hasta 6 %, mientras que los porcentajes de pasto y *Arachis* aumentaron a 72 y 22%. En la época lluviosa, las especies se mantuvieron estables con 65 % de gramínea y 25 % de leguminosa.

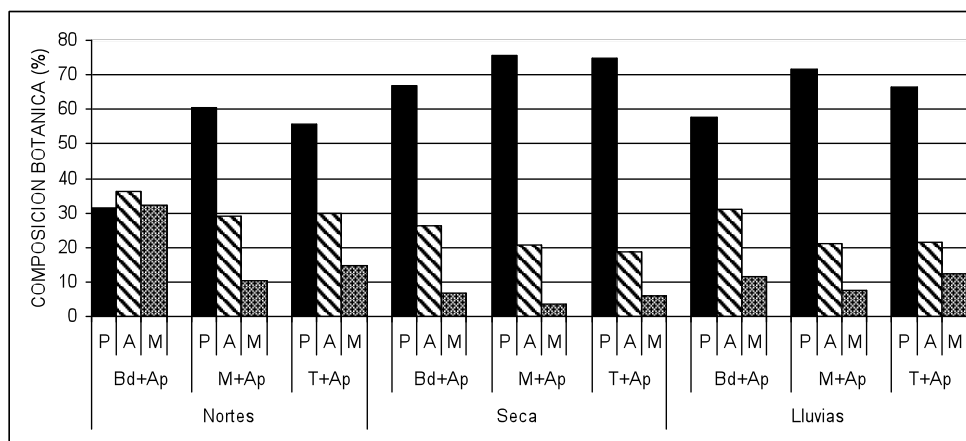
Al considerar todo el periodo experimental, las proporciones de gramínea, leguminosa y maleza fueron 62, 26 y 12%, respectivamente. En los monocultivos, la gramínea predominó durante todo el periodo de estudio con 97 % en promedio, por ello no se grafican los resultados, mientras que *A. pintoii* registró el mayor porcentaje de maleza con 23 %, valor que aumentó con el tiempo. En general, las gramíneas tuvieron excelente capacidad de asociación con la leguminosa, lo que puede explicarse por su tipo de crecimiento erecto, excepto *B. dictyoneura* que es semirastrero y que también mostró buena capacidad de asociación con *A. pintoii*. En las asociaciones evaluadas, conforme avanzó el periodo de evaluación, fueron predominando las especies de interés, mientras que se redujo el porcentaje de malezas.

Los resultados en los pastos en monocultivo concuerdan con los obtenidos por Fernández *et al.* (2006), quien evaluó gramíneas en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoii*. Este autor encontró que las gramíneas en monocultivo dominaron sobre la maleza en 74 %, pero en asociación la leguminosa fue la especie que se mantuvo en mayor porcentaje (62 %), mientras que Carulla *et al.* (1991) encontraron en la asociación de *A. pintoii*-*B. dictyoneura*, que la proporción de la leguminosa descendió de 54 a 30%, conforme progresó la estación seca, debido a que la leguminosa es sensible a la falta de humedad en el suelo durante la sequía.

Así mismo, el pastoreo puede afectar parcial o totalmente el equilibrio en una comunidad de pastos, dando oportunidad a que las malezas de rápido crecimiento dominen el espacio vacío, ya que son especies más tolerantes y capaces de competir en cualquier momento. Además, el ganado cuando pastorea es selectivo y es posible que deje especies no deseadas y si éstas no son eliminadas, se mantendrán en mayor proporción (Chapman, 2001). De acuerdo con Rojas *et al.* (2005) para obtener el

máximo beneficio de las asociaciones, la leguminosa debe de mantenerse en una proporción de 30 a 40 % en la pradera, por lo que se puede inferir que en este estudio, las asociaciones de los pastos *Brachiaria* con *A. pintoii* fueron de buenas a excelentes.

Figura 3. Composición botánica (%) de *A. pintoii* y tres pastos del género *Brachiaria* asociados, en tres épocas del año en Isla, Veracruz.



Bd+Ap: *B. dictyoneura* + *A. pintoii*, M+Ap: Mulato + *A. pintoii*, T+Ap: Toledo + *A. pintoii*, P: Pasto, A: *Arachis*, M: Maleza.

6. 5. Composición morfológica

La composición morfológica (CM) varió significativamente ($P < 0.05$) entre tratamientos por época (Cuadro 8). Durante la época de nortes, la mayor proporción de hojas ($P < 0.05$) ocurrió en *A. pintoii* (82 %) y Toledo+*A. pintoii* (74 %), seguidos por *B. dictyoneura*+*A. pintoii*, Toledo y Mulato+*A. pintoii* con valores de 71, 62 y 58 %, respectivamente. También la contribución de tallos al rendimiento fue diferente entre tratamientos ($p < 0.05$) y fluctuó entre 17 % en *A. pintoii* a 36 % en *B. dictyoneura*, mientras que los demás tratamientos tuvieron valores intermedios (25.4 %). El material muerto (MM) fue significativo. El mayor valor fue para Mulato+*A. pintoii* (21 %) y menor

en *A. pintoi* (1 %) y éste más *B. dictyoneura* (4 %), con valores intermedios los demás tratamientos evaluados.

La contribución de las hojas a la biomasa total durante la época seca, fluctuó entre 41 y 75 % con diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$); los valores más altos fueron para *A. pintoi*, Toledo+*A. pintoi* y Toledo con 75, 66 y 60 %, respectivamente, mientras que la contribución promedio de hojas fue similar, en los cultivos asociados y en monocultivo (56 y 57 %). De igual manera existieron diferencias entre especies ($P < 0.05$) en la aportación promedio de tallos y los mayores valores fueron en *B. dictyoneura* (47 %) y *B. dictyoneura*+*A. pintoi* (39 %) y menor en los demás tratamientos (18 % en promedio). En esta época el MM aumentó en todos los pastos.

Durante las lluvias, no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en el componente hoja; el promedio de todos los tratamientos fue 62 %, mientras que el MM fluctuó entre 9 y 16 % ($P < 0.05$), siendo *A. pintoi* solo y asociado con Mulato, los que registraron el mayor y menor porcentaje respectivamente.

La falta de humedad y la deficiencia de nutrientes en el suelo, ambos, restringen la expansión de la hoja. Conjuntamente con el pastoreo, la luz y temperatura son las variables más importantes que afectan el crecimiento de la hoja (Robson *et al.*, 1988). De acuerdo a lo anterior, se puede decir que en esta investigación, la mayor temperatura y radiación recibida en la época seca, aceleraron el crecimiento de las hojas, mientras que la deficiencia de agua en el suelo, contribuyó a que se incrementara la senescencia de las plantas (Enríquez y Romero, 1999), por lo que al disminuir la proporción de hojas, también disminuyó el crecimiento de los tallos. Robson *et al.* (1988) describen en una revisión, que la temperatura óptima para el crecimiento de la hoja en pastos tropicales es entre 20 y 25 °C.

Los resultados de este estudio son diferentes a los obtenidos por Fernández *et al.* (2006), ya que en praderas nativas en monocultivo y asociadas con *A. pintoii*, encontraron una relación hoja:tallo de 1:1 y Carulla *et al.* (1991) reportan valores de materia muerta para *B. dictyoneura* de 44% en la estación seca y 24% durante lluvias. Sin embargo, en el estudio aquí efectuado, se encontró en las tres épocas evaluadas la mayor proporción de hojas, mientras que la materia muerta representó el menor porcentaje y, así al haber una mayor proporción de hojas en la pradera se asegura que el ganado consuma la parte de la planta más digerible y nutritiva.

Cuadro 8. Composición morfológica (%) de *A. pintoi* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Época														
	Nortes (Dic-Feb)						Seca (Mar-May)						Lluvias (Jun-Oct)		
	Hoja	Tallo	MM	Total	Hoja	Tallo	MM	Total	Hoja	Tallo	MM	Total			
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	71 abc	25 abc	4 cd	100	46 cd	39 a	15 bc	100	58	27	15 ab	100			
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	58 bcd	21 bc	21 a	100	57 cd	20 b	23 ab	100	56	28	16 a	100			
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	74 ab	22 bc	4 cd	100	66 a	17 b	17 bc	100	65	25	10 ab	100			
<i>B. dictyoneura</i>	52 d	36 a	12 cd	100	41 d	47 a	12 bc	100	61	26	13 ab	100			
Mulato	55 cd	27 abc	18 ab	100	54 bc	17 b	29 a	100	62	27	11 ab	100			
Toledo	62 bcd	31 ab	7 cd	100	60 b	19 b	21 ab	100	62	28	10 ab	100			
<i>A. pintoi</i>	82 a	17 c	1 d	100	75 a	19 b	6 c	100	67	24	9 b	100			
Promedio	65	25	10		57	26	17		62	27	12				
EEM	4	3	2		3	2	2		2	2	1				
SIG	**	*	**		**	**	**		NS	NS	*				

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

6. 6. Grado de defoliación de la pradera

Durante enero y febrero no se presentaron diferencias entre tratamientos en el grado de defoliación por los animales en las praderas estudiadas (Cuadro 9). En marzo el grado de defoliación promedio fue de aproximadamente 50 %, siendo *B. dictyoneura* el que registro el mayor porcentaje con 74 %. En abril el menor grado de defoliación lo registro Mulato+A. *pintoi* con 32 % ($P < 0.05$). En junio y julio *A. pintoi* fue la especie que se consumió en menor proporción ($P < 0.05$), mientras que durante agosto y septiembre no se presentaron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$).

De acuerdo con Carulla *et al.* (1991), el *Arachis* es bien consumido cuando los animales permanecen en praderas que contengan esta leguminosa. Una alta utilización de la leguminosa, no afectó negativamente su participación en la pradera, ya que tiene la capacidad de producir abundantes estolones, los cuales les permite persistir en pastoreo (Jones, 1993).

Cuadro 9. Grado de defoliación de las praderas (%) de *A. pintoi* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Pastoreos									
	12-Ene	17-Feb	25-Mar	29-Abr	03-Jun	01-Jul	29-Jul	26-Ago	24-Sep	
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	52	55	54 ab	74 a	50 bc	63 ba	69 a	72	51	
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	43	52	49 ab	32 b	80 a	67 ba	64 ab	59	44	
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	42	45	49 ab	63 a	85 a	64 ba	65 ab	65	50	
<i>B. dictyoneura</i>	58	50	74 a	71 a	75 a	82 a	82 a	57	48	
Mulato	59	56	37 b	61 a	74 ab	78 a	68 a	46	39	
Toledo	52	62	31 b	74 a	72 ab	77 a	26 b	61	48	
<i>A. pintoi</i>	68	47	50 ab	68 a	49 c	51 b	74 a	68	60	
Promedio	53	52	49	63	69	69	64	61	48	
EEM	6	8	8	8	5	4	8	9	9	
SIG	NS	NS	**	**	**	*	*	NS	NS	

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

El grado de defoliación estacional se presenta en el Cuadro 10. En la época de nortes no existieron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos y la defoliación máxima y mínima fue en *A. pintoi* y Toledo+*A. pintoi* (60 y 44%, respectivamente). En la sequía, la mayor utilización ($P < 0.05$) fue en *B. dictyoneura* con 73% y la mínima en Mulato+*A. pintoi* con 54%, mientras que durante la estación lluviosa no hubo variación entre tratamientos con promedio de 61%. Se evidencio que durante las tres épocas del año, la defoliación de las praderas fue similar con promedio de 58%, por lo que estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ramírez *et al.* (2003), quien encontró 64% de utilización de praderas de pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) asociado con Clitoria (*Clitoria ternatea*).

Cuadro 10. Grado de defoliación estacional de las praderas (%) de *A. pintoi* y tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo y asociados en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Época		
	Nortes (Nov-Feb)	Seca (Mar-May)	Lluvias (Jun-Oct)
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	53	59 ab	64
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	47	54 b	59
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	44	66 ab	61
<i>B. dictyoneura</i>	54	73 a	67
Mulato	57	57 b	58
Toledo	57	59 ab	53
<i>A. pintoi</i>	60	56 b	64
Promedio	53	60	61
EEM	5	3	5
SIG	NS	*	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia $*P \leq 0.05$.
Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

La defoliación de una pradera es óptima, cuando los animales consumen el forraje de manera que el área o proporción remanente de la planta, sea suficiente para regenerar nuevo tejido por fotosíntesis y cuando esto no ocurre, la aparición del rebrote es más tardada y esto afecta la composición de la pradera. Así mismo, el pastoreo afecta al cultivo por el pisoteo del ganado y por la deposición de excretas y orina a la pradera (Murphy, 1986).

6. 7. Densidad de tallos

El Cuadro 11 contiene la densidad de tallos durante el periodo de evaluación; se observa que en ninguno de los meses existieron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos. La mayor densidad promedio de tallos ocurrió en febrero, marzo y octubre con 1161, 1080 y 1110 tallos m^{-2} y la menor en abril (637) y mayo (706), mientras que la mayor densidad de tallos ocurrió en febrero en *B. dictyoneura* con 1902 tallos m^{-1} . Durante todo el periodo experimental, la mayor densidad de tallos ocurrió en *B. dictyoneura* en monocultivo y asociado (1262 y 1231 tallos m^{-1}), la cual se incrementó de mayo a octubre. Por el contrario, la menor densidad de tallos la presentó Toledo solo y asociado (690 y 656 tallos m^{-1} , respectivamente).

Se observó que existieron dos periodos con alta densidad de tallos: el primero de enero a marzo, con descenso en la época seca y, a partir de iniciar las lluvias, hubo un aumento constante hasta que se inició el periodo de nortes. Independientemente de la asociación evaluada, cada especie de pasto se comportó de la misma manera, ya que la dinámica de tallos fue la misma. El ciclo de vida de los tallos para las tres especies de gramíneas fue, en promedio, de 7 a 8 meses (Figuras 4 y 5). Sin embargo, los tallos

que aparecieron durante febrero, marzo y abril, tuvieron un ciclo de vida menor que los demás, quizás porque no lograron desarrollar suficiente su sistema radical, que les permitiera sobrevivir durante la época seca.

El aumento en la densidad de tallos se relaciona, principalmente, con la temperatura y la humedad en el suelo, ya que como se ha mencionado, son los principales factores que influyen el incremento en número y tamaño; por ello cuando las condiciones climáticas son favorables existe una constante producción de tallos y cuando hay mayor cantidad de éstos en la pradera, se refleja positivamente en mayor biomasa de forraje (Michel y Helene, 2000). También, la morfología vegetal alterada después del pastoreo puede, en ocasiones, estimular positivamente la dinámica de aparición de tallos, lo que permite suponer que la introducción de ganado bovino (o rumiantes en general) en las praderas, es un elemento esencial para incrementar la dinámica de los tallos (Michael y Douglas, 2003).

Hirata y Pakiding (2001) encontraron que el pasto Bahía *Paspalum notatum* Fluegge tiene una densidad promedio de 3819-4875 tallos m²; manteniéndose constante durante cuatro años de evaluación. Estos resultados se atribuyen a una alta producción y a la larga vida de los tallos. Los tallos aparecidos en otoño tuvieron un promedio de vida de 737 días, mientras que los aparecidos en otras estaciones fueron de menos duración (403-559 días). Estos valores son superiores a los encontrados en este estudio, lo que se puede atribuir a la ocurrencia de una estación seca de cuatro meses, en promedio, registrada normalmente en la localidad de estudio, que causó gran mortalidad de tallos. También, quizá, se debe a las diferentes características adaptativas de cada especie, lo cual las hace responder diferencialmente al clima, así como el hábito de crecimiento puede hacerlos más resistente a las condiciones adversas del clima, presentes en las

diferentes épocas del año. Este es el caso del pasto *B. dictyoneura*, que tiene un hábito de crecimiento semirastrero, con estolones que enraízan y producen nuevos tallos. Sin embargo, no es el caso de los pastos Mulato y Toledo, que son de hábito de crecimiento erecto.

Otro factor que afecta la población de tallos, son las reservas de carbohidratos presentes en las plantas después del corte, ya que de ellas depende la rápida recuperación de las plantas después de un corte o pastoreo, lo cual puede ser una limitante para la constante producción de los tallos y para evitar la pérdida excesiva de carbohidratos, es necesario dejar suficiente material remanente en la pradera, lo cual estimulará el crecimiento de los tallos (Larry, 1973). Por su parte, Brent y Mitchell (2000) encontraron para *Eragrostis curvula* (Schrad) densidades de 1068-2052 y 1623-2627 tallos m⁻² en áreas sin y con quema. Estos resultados reflejan el efecto de la quema, que afecta positivamente la repoblación de tallos. Así, la dinámica de producción de tallos responde al ambiente y, en particular, a la precipitación.

Cuadro 11. Densidad de tallos m⁻² en tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo, durante el periodo experimental en Isla, Veracruz.

Tratamientos	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Promedio
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	1233	1050	1337	1393	732	820	963	1098	1202	1751	1966	1231
Mulato + <i>A. pintoi</i>	923	1194	1321	1098	621	684	708	820	756	732	788	877
Toledo + <i>A. pintoi</i>	470	676	692	668	462	637	684	732	676	716	804	656
<i>B. dictyoneura</i>	1241	1631	1902	1838	963	772	812	867	971	1281	1600	1262
Mulato	796	836	987	891	597	621	645	796	748	859	812	781
Toledo	637	700	724	589	446	700	844	804	748	708	692	690
Promedio	883	1015	1161	1080	637	706	776	853	850	1008	1110	916
EEM	223	225	225	224	221	221	221	221	220	220	223	
SIG	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05.

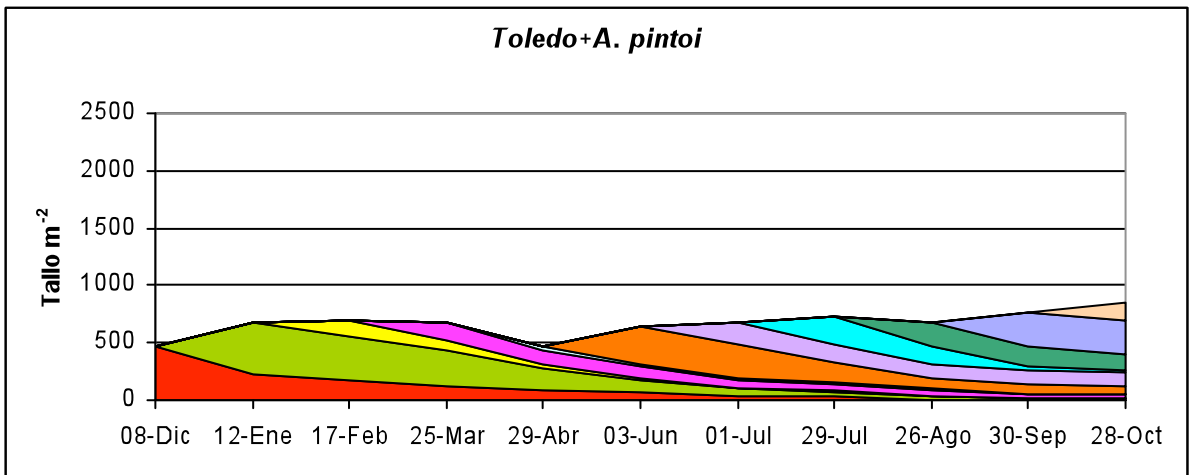
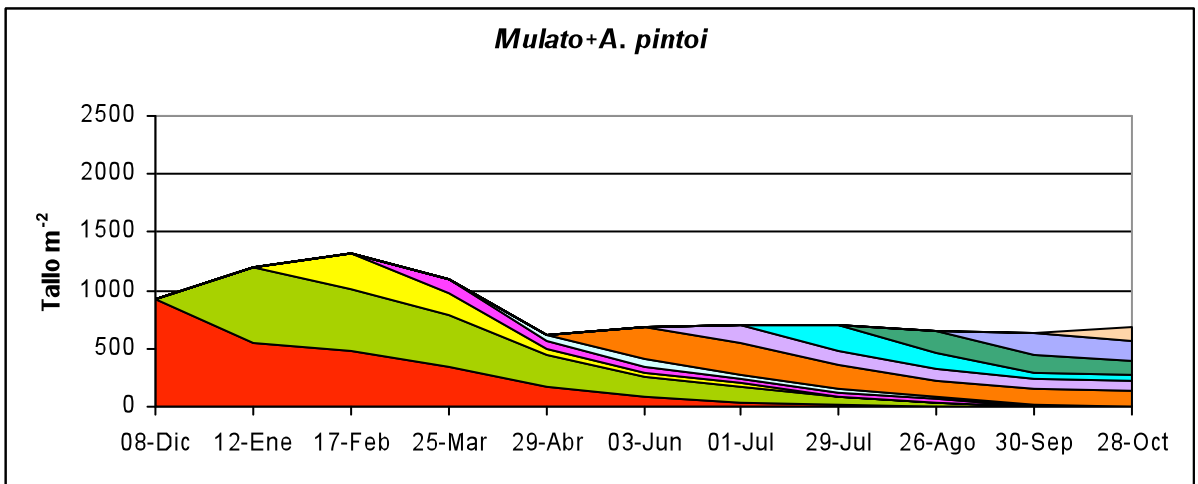
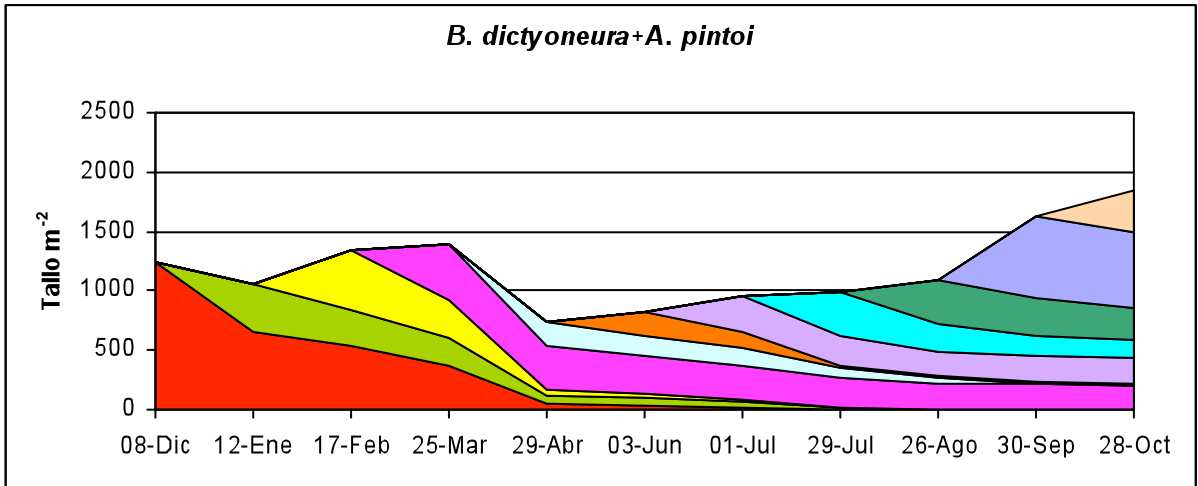


Figura 4. Dinámica de tallos en tres pastos del género *Brachiaria* asociados con *A. pinto* de diciembre 8 de 2005 a octubre 28 de 2006.

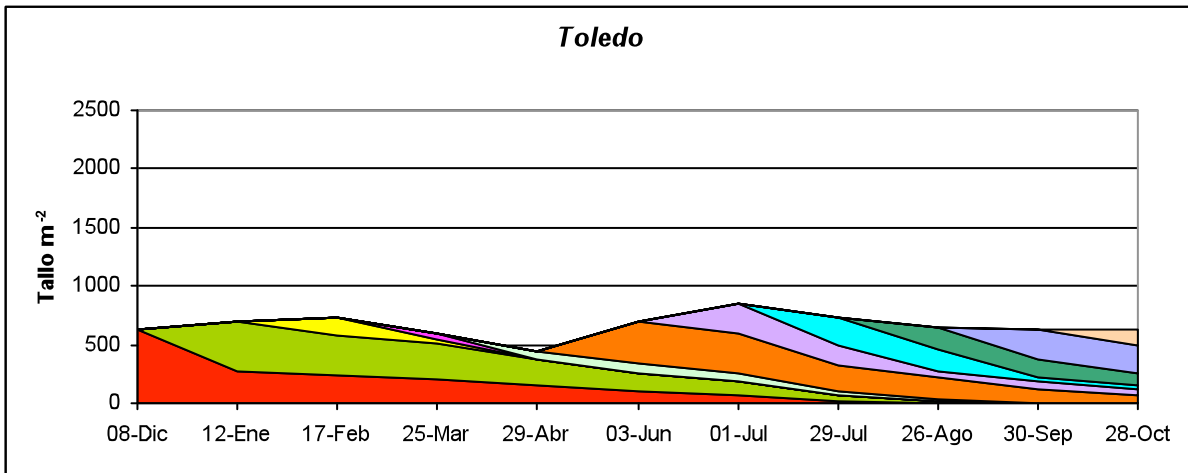
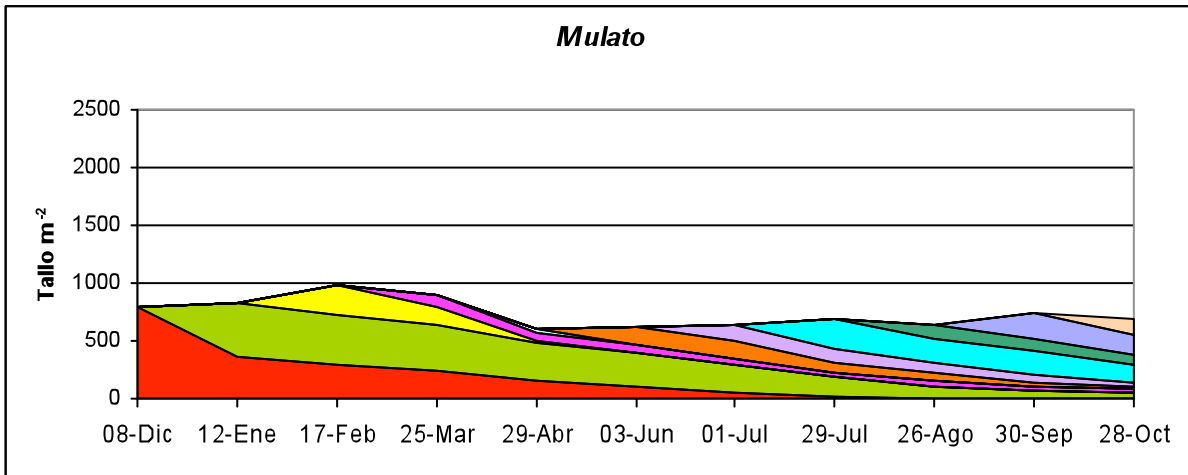
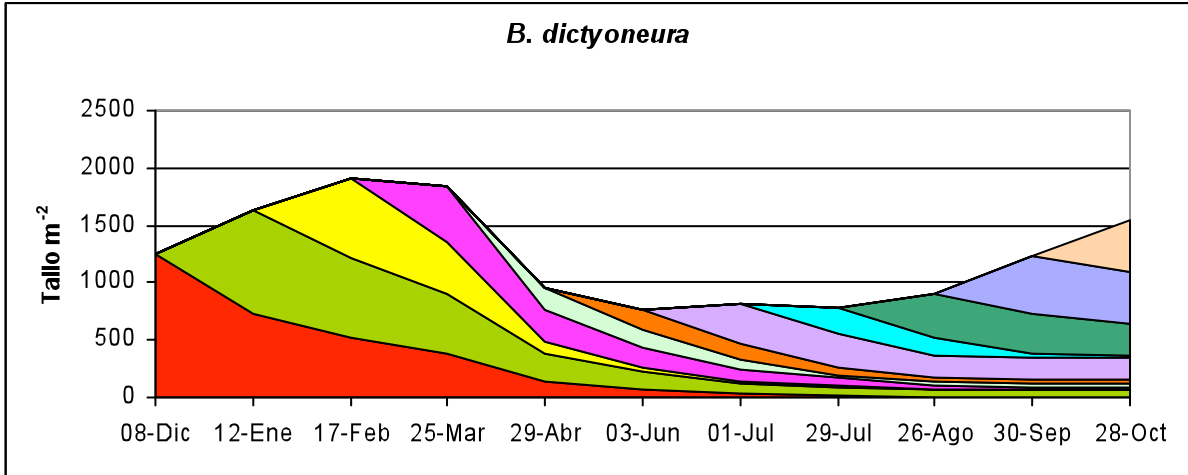


Figura 5. Dinámica de tallos en tres pastos del género *Brachiaria* en monocultivo de diciembre 8 de 2005 a octubre 28 de 2006.

6. 8. Tasa de aparición y mortalidad de tallos

En el Cuadro 12 se presentan las tasas de aparición de tallos por mes, durante el periodo experimental. Con excepción de febrero y marzo no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos en esta variable. Las mayores y menores tasas de aparición se registraron en enero y abril (promedio de todos los tratamientos de 16 y 3 tallos $m^{-2} d^{-1}$, respectivamente). *B. dictyoneura* en monocultivo y asociado fue el que registró las tasas mayores de aparición de tallos, durante el periodo de evaluación (14 y 12 tallos $m^{-2} d^{-1}$). En marzo y abril se registraron las tasas menores de aparición de tallos en todo el experimento, que fue de 1 tallo $m^{-2} d^{-1}$ para Toledo, Mulato y Toledo+A. *pinto*i y las mayores apariciones fueron en *B. dictyoneura* con 26, 20 y 18 en enero, febrero y septiembre, respectivamente.

En ninguna época se registró diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, en la tasa de aparición de tallos (Cuadro 14). La mayor tasa de producción de tallos en la época de nortes se obtuvo con *B. dictyoneura* y la menor con Toledo (23 y 8 tallos $m^{-2} d^{-1}$, respectivamente). Durante la sequía la aparición de tallos disminuyó en todos los tratamientos hasta en 50%, mientras que en la lluviosa ocurrieron las tasas de aparición más altas en *B. dictyoneura* asociadas y las más bajas en Toledo (15 y 5 tallos $m^{-2} d^{-1}$, respectivamente). De manera general, las tasas de aparición de tallos fueron 13, 5 y 8 tallos $m^{-2} d^{-1}$ para las épocas de norte, seca y lluvias, respectivamente.

La tasa de mortalidad de tallos por mes se muestra en el Cuadro 13. A excepción de abril, no se observaron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos en la mortalidad de tallos. Los mayores y menores registros de muerte de tallos se observaron en abril y octubre con 15 y 4 tallos $m^{-2} d^{-1}$ y en enero se tuvo el valor más alto de desaparición de

tallos ($12 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Durante el tiempo que duró la investigación, las mayores y menores tasas de desaparición fueron para *B. dictyoneura* y Toledo con 12 y 5 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en promedio. En las diferentes épocas del año (Cuadro 14) no se observaron diferencias entre tratamientos y los valores más altos de mortalidad, se observaron en las épocas de nortes y seca con 9 y 10 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente.

Hirata y Pakiding (2001) tuvieron tasas de aparición y muerte de 35 y 17 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en pasto bahía, respectivamente, por lo que estos valores concuerdan con los registrados en este estudio, ya que hubo un balance entre la muerte y aparición de tallos, manteniéndose un equilibrio constante. Algunos autores consideran que cuando se expande la primera hoja de un tallo y crece rápidamente, la sombra que produce disminuye la dinámica de rebrote de los tallos, por competencia de luz y nutrientes, principalmente (Matthew *et al.*, 1999; Matthew *et al.*, 2001). La competencia entre especies diferentes, reduce el número de individuos de una población, a causa de los cambios ontogénicos en las plantas, que modifican la estructura vegetal en el tamaño, número de tallos y hojas (Lemaire, 2001).

Martínez (2006) encontró la mayor tasa de aparición ($71 \text{ tallos m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) en *B. humidicola* CIAT 6133, cuando el pasto se cosechó cada cuatro semanas a 15 cm de altura, mientras que la menor fue en junio ($3 \text{ tallos m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Respecto a la muerte de tallos, este autor registró los mayores y menores en un rango de 45-46 y 3-5 tallos $\text{m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente. Estos valores tan altos de muerte de tallos, se atribuyen a la alta densidad de tallos obtenida (3805 m^{-2}), lo que propicia la competencia alta entre ellos por radiación y nutrientes. Los pastos cultivados en regiones tropicales son afectados, principalmente, por los factores ambientales de esta región, que influyen en la tasa de aparición de tallos, por lo que se puede inferir que los cambios en esta variable, están

sujetos a esos factores (Larry, 1973). En este estudio, las tasas más altas de muerte de tallos fueron para la especie *B. dictyoneura*, ya que también fue la que presentó la densidad más alta de tallos durante el experimento y, así, se cumple lo que los autores anteriores mencionan: que es principalmente la competencia la que ocasiona la muerte y desaparición de los tallos.

Cuadro 12. Tasa de aparición de tallos $m^{-2} d^{-1}$ en tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo durante el periodo experimental.

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	11	14 ab	14 a	6	5	11	14	13	24	13
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	19	9 ab	3 ab	2	8	6	8	7	7	5
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	13	4 b	4 ab	1	9	7	9	7	11	6
<i>B. dictyoneura</i>	26	20 a	10 ab	6	5	13	8	14	18	16
Mulato	14	7 b	3 ab	1	5	5	9	4	8	5
Toledo	12	4 b	1 b	2	10	9	8	7	10	5
Promedio	16	10	6	3	7	8	9	9	13	8
EEM	6	2	3	1	3	3	3	5	5	3
SIG	NS	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia * $P \leq 0.05$.

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

Cuadro 13. Tasa de mortalidad de tallos (tallos $m^{-2} d^{-1}$) en tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo durante el periodo experimental.

Tratamientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	16	6	12	25 ab	3	5	10	8	4	4
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	11	5	10	15 ab	6	4	6	7	6	2
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	7	3	5	7 b	4	4	6	7	7	2
<i>B. dictyoneura</i>	15	12	15	31 a	11	9	7	8	6	4
Mulato	13	3	6	9 ab	4	3	6	5	3	5
Toledo	10	3	5	6 b	3	3	10	7	9	4
Promedio	12	5	9	15	5	5	8	7	6	4
EEM	3	3	3	5	3	3	3	3	3	5
SIG	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia * $P \leq 0.05$.

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey)

Cuadro 14. Tasa de aparición y muerte de tallos $m^{-2} d^{-1}$ en tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo durante las diferentes épocas del año.

Tratamientos	Época					
	Nortes (Dic-Feb)		Seca (Mar-May)		Lluvias (Jun-Oct)	
	Aparición	Mortalidad	Aparición	Mortalidad	Aparición	Mortalidad
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	13	11	8	13	15	9
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	14	8	4	10	6	6
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	8	5	5	5	7	7
<i>B. dictyoneura</i>	23	13	6	19	8	11
Mulato	10	8	3	6	6	6
Toledo	8	7	3	5	5	12
PROMEDIO	13	9	5	10	8	8
EEM	4	2	2	3	2	3
SIG	NS	NS	NS	NS	NS	NS

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia * $P \leq 0.05$.

6. 9. Peso de tallos

La variación del peso por tallo entre los pastos fue significativa, ya que existieron diferencias ($P < 0.05$) entre las especies (Cuadro 15), en todos los meses de evaluación. Se observó que la asociación de las gramíneas con la leguminosa no afectó el peso de los tallos, pues resultaron similares tanto en la asociación como en monocultivo. Los pesos de tallos más altos se registraron en junio, julio y octubre con promedio de tratamientos de 1183, 1248 y 1215 $mg\ tallo^{-1}$, respectivamente. En monocultivo, el pasto Toledo tuvo el mayor peso de tallos con un promedio de todos los meses de 1513 $mg\ tallo^{-1}$, seguido por Mulato (941 mg) y el menor en *B. dictyoneura* (449 mg). El peso de los tallos de las diferentes especies está correlacionado con la densidad; así, *B. dictyoneura* tuvo el mayor valor para esta variable, aunque presentó el menor peso de tallos, mientras que el Toledo tuvo la menor densidad de tallos m^{-2} durante el

experimento, pero con el mayor peso de los mismos. La diferencia entre los pastos Mulato y Toledo, es que son de crecimiento erecto y producen menor densidad de tallos, lo cual les permite desarrollarse hasta alcanzar un mayor tamaño y peso, en comparación con *B. dictyoneura* que es de crecimiento semirastrero, lo cual le permite producir gran cantidad de estolones, pero que resultan más delgados y, por tanto, de menor peso que los tallos de los pastos anteriores. Martínez (2006) encontró un promedio de 517 mg tallo⁻¹ en *Brachiaria humidicola* en la época lluviosa; estos valores son similares a los registrados en este estudio, atribuido a que es la misma especie de pasto y evaluados en condiciones de suelo y ambiente similares. Algunos autores ratifican lo encontrado en este estudio, al señalar que a una mayor densidad de tallos es menor el peso de éstos y viceversa (Hirata y Pakiding, 2004; Martínez, 2006).

Cuadro 15. Peso por tallo mensual (mg) en tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo en Isla, Veracruz.

Tratamientos	2006						Promedio
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	396 c	513 c	560 c	555 b	238 c	536 c	466 c
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	859 bac	993 bc	1238 bac	938 ba	780 bac	1115 c	987 b
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	1263 ac	1775 ba	2120 a	1438 a	1088 a	1948 ba	1605 a
<i>B. dictyoneura</i>	395 c	493 c	513 c	563 b	228 c	503 c	449 c
Mulato	689 bc	1263 bac	1123 bc	925 ba	453 bc	1193 bc	941 b
Toledo	1028 ba	2063 a	1933 ba	1090 ba	965 ba	1998 a	1513 a
Promedio	771	1183	1248	918	625	1215	993
EEM	104	185	203	181	135	168	96
SIG	*	*	*	*	*	**	**

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia *P ≤ 0.05, **P ≤ 0.01. Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey)

6. 10. Altura de las especies evaluadas

En el Cuadro 16 se muestran los valores de las alturas alcanzadas, por las especies de *Brachiaria* en monocultivo y en asociación con *A. pintoii*. La altura fue diferente ($P < 0.05$) entre las especies de pastos evaluadas, durante todo el periodo experimental. En las asociaciones la menor altura fue para *B. dictyoneura* con 11 cm, en promedio, mientras que Mulato y Toledo tuvieron 28 y 30 cm de altura. Cuando los pastos se establecieron en monocultivo, las alturas fueron similares que en la asociación, con un promedio de 14, 29 y 36 cm para *B. dictyoneura*, Mulato y Toledo, respectivamente. En *A. pintoii* no hubieron diferencias en altura ($P > 0.05$), cuando se asoció con cualquiera de las tres gramíneas (4 cm de altura en promedio), debido a que su crecimiento es postrado y la altura corresponde a la hoja.

En la época de nortes la altura fue diferente ($P < 0.05$) entre tratamientos, ya que *B. dictyoneura* presentó el menor valor (8 cm), en comparación con las otras especies de gramíneas. En esta época la leguminosa tuvo 4 cm de altura y no varió con la especie asociada. En la época seca, la altura de las especies evaluadas fue diferente entre los tratamientos ($P < 0.05$) y los valores fueron 6, 21 y 22 cm para *B. dictyoneura*, Mulato y Toledo. En la época seca la altura del *A. pintoii* fue de 3 cm en promedio, que no varió entre tratamientos. En la estación lluviosa, los valores para esta variable aumentaron a 23, 29 y 48 cm de altura para *B. dictyoneura*, Mulato y Toledo, respectivamente. La leguminosa tuvo una altura de 5 cm en promedio, sin diferencias entre tratamientos.

La altura de las especies forrajeras depende mucho del hábito de crecimiento; algunas, por ser de crecimiento rastrero y producir estolones, tienden a ocupar mayor superficie

y tienen baja altura y lo contrario ocurre en los pastos de crecimiento erecto, los cuales tienen mayor altura, pero dejan claros en el suelo. En la revisión de literatura efectuada por De moura *et al.* (2005), en relación a especies del género *Brachiaria*, menciona que la defoliación de *B. brizantha* por el ganado, afecta la composición morfológica y fisiológica de la planta y que cuando se pastorea a 10 cm de altura, se dejan muy pocas reservas de carbohidratos, lo que evita que la planta se recupere exitosamente y que cuando el pastoreo se realiza hasta 20 a 35 cm sobre el suelo, el material remanente es suficiente para regenerar el tejido vegetal.

El pasto Toledo puede alcanzar hasta 1.60 m de altura, dependiendo del tiempo de recuperación que se le permita. Después de un pastoreo severo o ligero, este pasto tiene crecimiento amacollado y produce nudos y cuando éstos se ponen en contacto con el suelo, por efecto del pisoteo del ganado, pueden enraizar (Lascano *et al.*, 2002). Cuadrado *et al.* (2005) registraron alturas para el híbrido de pasto Mulato de 17, 38 y 60 cm después 30, 60 y 90 días de germinado; estas alturas son similares a las obtenidas en este estudio después de 35 días de descanso. En la especie *B. dictyoneura*, la altura no es representativa, ya que mientras más espacio lateral tenga, tenderá a ocuparlo, mediante la producción de muchos estolones, que pueden medir de 60 hasta 120 cm de largo e, inclusive, hasta 200 cm (Cook *et al.*, 2005). La leguminosa *A. pintoii* se caracteriza por tener la habilidad de producir muchos estolones, que pueden medir hasta 50 cm, antes de enraizar; la altura de la planta es baja ya que, generalmente, crece mejor bajo la sombra de otras plantas (Jones, 1993).

Cuadro 16. Alturas de tres pastos del género *Brachiaria* asociados y en monocultivo en las tres épocas del año.

Tratamientos	Época					
	Nortes (Dic-Feb)		Seca (Mar-May)		Lluvias (Jun-Oct)	
	G	L	G	L	G	L
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i>	8 b	5	6 b	4	20 d	5
Mulato+ <i>A. pintoi</i>	31 a	4	21 a	4	31 bc	4
Toledo+ <i>A. pintoi</i>	31 a	4	22 a	3	37 b	6
<i>B. dictyoneura</i>	11 b		8 b		23 cd	
Mulato	35 a		22 a		29 bc	
Toledo	36 a		25 a		48 a	
<i>A. pintoi</i>	4 c		3 c		4 c	
PROMEDIO	25	4	17	3	31	5
EEM	1.6	0.5	1.7	1.3	1.9	0.5
SIG	**	NS	**	NS	**	NS

G: Gramínea, L:Leguminosa

EEM= Error estándar de la media. SIG= Nivel de significancia ** $P \leq 0.01$.

Medias en la misma columna con diferente literal son diferentes entre si (Tukey).

7. CONCLUSIONES

1. La mayor producción de forraje se obtuvo en los pastos en monocultivo (62% del total acumulado) y el 65 % del rendimiento anual se produjo en la época de lluvias.
2. La mayor tasa de crecimiento de forraje se obtuvo en la época lluviosa, en la asociación de Toledo + *A. pintoï* y en Toledo en monocultivo.
3. Existió una buena asociación de los pastos Mulato y Toledo con *A. pintoï*, sin embargo la mejor se logro con *B. dictyoneura*+ *A. pintoï*, dado que con esta se obtuvieron los más altos valores de biomasa de la leguminosa (35 % en promedio).
4. En la época seca se registró la menor proporción de hojas (57%) y durante todo el estudio, la hoja predominó en todos los tratamientos, sobre la participación en el rendimiento de los tallos y el material muerto.
5. El peso y la densidad de tallos estuvieron relacionados, ya que a mayor número de tallos menor fue el peso individual. La asociación de las gramíneas con la leguminosa, no afectó la dinámica de tallos y ésta fue semejante a la obtenida por las especies en monocultivo. La menor tasa de aparición de tallos fue en la época seca, cuando las condiciones ambientales no fueron adecuadas para el crecimiento de los pastos.

8. LITERATURA CITADA

- Argel, P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganaderas en sistemas de doble propósito. CIAT. San José, Costa Rica. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14(2):65-72.
- Argel, P. J. y Villarreal M. M. 1997. Cultivar Porvenir. Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krap. Y Greg. Nom. Nud., CIAT 18744). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). San Carlos, Costa Rica. 23 p.
- Argel, P. J. 2000. Pasto Toledo, nuevo cultivar para zonas tropicales de América. Pasturas Tropicales. 22(2):38-40.
- Argel, P. J., Miles J. W.; Guiot J. D. y Lascano C. E. 2005. Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061). Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Cali, Colombia: Centro Internacional Agricultura Tropical (CIAT). 28 p.
- Ascencio, R. L., Valles de la Mora B., Castillo G. E. y Jarrillo R. J. 2005. Dinámica de población de plantas de *Arachis pintoii* CIAT 17434, asociadas a gramas nativas en pastoreo, en el trópico húmedo de México. Tec. Pecu. Méx. 43(2):275-286.
- Burgos, C. 2004. Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061). Secretaria de Agricultura y Ganadería; Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Honduras C. A. Boletín. 7 p.
- Brent, M. J. y Mitchell R. 2000. Fire effects on Weeping Lovegrass Tiller Density and Demographics. Agronomy Journal. 92:42-47.
- Brito, E., Aguilar C., Cañas R. y Vera R. 1998. Sostenibilidad de *Brachiaria dictyoneura* en tres suelos contrastantes de la altillanura Colombiana. II Experimentación con

un modelo de simulación. Archivo Latinoamericano. Producción Animal. 6(1):39-58.

Brown, G. G., Moreno A. G., Barois I., Fragozo C. Rojas P., Hernández B. y Patron J. C. 2004. Soil Macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures. Agriculture, Ecosystems and Environment. 103: 313-327.

Carambula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. pp 19-21.

Castillo, G. E. 2000. Memorias del curso de actualización: Producción de leche y carne en el trópico con base en pastoreo. CEIEGT, Tuxpan, Veracruz. pp. 53-58.

Castillo, G. E., Valles de la Mora B., Mannettje L. y Aluja S. A. 2005. Efecto de introducir *Arachis pinto* sobre variables del suelo de pasturas de gramas nativa del trópico húmedo mexicano. Tec Pec Méx. 43(2):287-295.

Carulla, J. E., Lascano C. E. and Ward J. K. 1991. Selectivity of residente and oesophageal fistulated steers grazing *Arachis pinto* and *Brachiaria dictyoneura* in the Llanos of Colombia. Tropical Grasslands. 25:317-324.

Chapman, R. 2001. Competition and succession in pastures. Competition and succession in re-created botanically diverse grassland communities. Tow P. G. y Lazenby A. (eds). CAB International. New York. pp. 262-264.

Cuadrado, C. H., Torregroza L. y Gárces J. 2005. Producción de carne con machos de ceba en pastoreo de pasto híbrido mulato y *Brachiaria decumbens* en el Valle del Sinú. Rev. MVZ, Córdoba. 10(1):573-580.

- Cook, B. G., Pengelly B. C., Brown S. D., Donnelly J. L., Eagles D. A., Franco M. A., Hanson J., Mullen B. F., Partridge I. J., Peters M. y Schultze-Kraft R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. CD-ROOM, CSIRO, CIAT y ILRI, Brisbane, Australia.
- Cook, B. G., Williams R. J. y Wilson G. P. M. 1999. Register of Australian Herbage Plant Cultivars. Australian Journal of Experimental Agriculture. 30:445-446.
- De Moura, Z. A., Mauro S. E., Silva D. O. J. y De Jesús F. D. 2005. Modernas estratégias no manejo do pastejo das gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Cynodon* (modern strategies in the grazing handling of the grasses of *Brachiaria* and *Cynodon* genus). Revista Electronica de Veterinaria REDVET. 6(11):1-14.
- Enríquez, Q. J. F., Meléndez N. F. y Bolaños A. E. D. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo experimental Papaloapan. Libro técnico No. 7. Veracruz, México. pp. 2-28.
- Enríquez, Q. J. F. y Romero M. J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria ssp.* en Isla Veracruz. Agrociencia. 33(2):141-148.
- Enriquez, Q. J. F. 2001. Efecto de la aplicación de cal y la época de cosecha en la producción de semilla de *Arachis pintoi* CIAT 18744. Pasturas Tropicales. 23(1)25-28.
- Fernández, T. L., Castillo G. E., Ocaña Z. E., Valles de la Mora B. y Jarrillo R. J. 2006. Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *A. pintoi* CIAT 17434 en pastoreo rotacional intensivo. Tec. Pecu. Mex. 44(3):365-378.
- FIRA, 1996. Pastoreo Intensivo Tecnificado en Zonas Tropicales. Boletín Informativo. No. 287. Vol. XXIX. pp. 1-10.

- Fortes, D. Herrera R. S. y González S. 2004. Estrategias para la resistencia de las plantas a la defoliación. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 38(2)111-117.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Cöppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). 4 Edición. Ed. México. 217 p.
- Gomez-Carabali, A., Rao M. I., Beck R. F. y Ortiz M. 1998. Adaptación de una gramínea C₄ y dos leguminosas C₃ forrajeras a un Andisol ácido en el degradado de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 20(1):1-7.
- Gómez, C. G. E., Valles B., Castillo E. y Jarillo J. 1994. Evaluación de métodos para el establecimiento de *Arachis pintoï* en una pastura nativa de Veracruz, México. *Pasturas Tropicales*. 16(1):15-21.
- González, M. S., Van H. L. M., Romero F., Pezo D. A. y Argel P. J. 1996. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoï* o *Desmodium ovalifolium*. *Pasturas Tropicales*, 18(1):2-12.
- Guiot, G. J. D. y Meléndez, N. F. 2003. Producción anual de forraje de cuatro especies de *Brachiaria* en Tabasco. XVI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco 2003.
- Grof, B. 1985. *Arachis pintoï*, una leguminosa forrajera promisoría par los llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). *Pasturas Tropicales*. 7(1)34-42.
- Harris, W. 1990. Pasture as an ecosystem. In Larger R. H. M. Pastures: their ecology and management. Oxford University Press. Oxford New York. pp. 75-130.

- Hernández, G. A., Martínez H. P. A., Mena U. M., Pérez P. J. y Enríquez Q. F. J. 2002. Dinámica de rebrote en pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Staf.) pastoreado a diferente asignación en la estación lluviosa. Tec. Pecu. Mex. 40(2):193-205.
- Hirata, M. y Pakiding W. 2001. Tiller dynamics in a Bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. Tropical Grassland. 35:15-160.
- Hirata, M. y Pakiding W. 2004. Tillers dynamics in bahia grass (*Paspalum notatum*): an análisis of responses to nitrogen fertiliser rate, defoliation intensity and season. Tropical Grassland. 38:100-111.
- Hunt, R. 1982. Basic Growth analysis. Cambridge University Press. London, Great Britain. 247 p.
- Humphreys, L. R. 1997. The evolving science of grassland improvement. Cambridge University Press. New York. pp. 142-145.
- Jaramillo, V. V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. SARH. 38 p.
- Jones, R. M. 1993. Persistence of *Arachis pintoii* cv. Amarillo on three soil types at Samford, south-eastern Queensland. Tropical Grasslands. 27:11-15.
- Kelemu, S., Miles J. W. Bonilla X. P. and Badel J. L. 1995. Sources and resistance in species of *Brachiaria* to foliar blight disease caused by *Rhizoctonia solani*. Tropical Grasslands. 29:257-262.

- Kerridge, P. C. 1995. Biología y Agronomía de Especies Forrajeras de *Arachis*. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación CIAT, 245:117-130.
- King, J., Lamb W. I. C. and McGregor M. T. 1978. Effect of partial and complete defoliation on regrowth of white clover plants. Journal of the British Grassland Society. 33:49-55
- Kretschmer, A. E. 1998. Consideraciones que afectan la persistencia de leguminosas forrajeras tropicales. Nota de Investigación. Pasturas Tropicales, Vol. 10. Revista No. 1. pp. 28-33.
- Larry, M. W. 1973. Carbohydrate Reserves of Grasses: A review. Journal of Range Manegement. 26(1):13-18.
- Lascano, C., Plazas C., Pérez O., Pérez R., Medrano J. y Argel P. J. 2002. Pasto Toledo. Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería Colombiana. CIAT. Ed. Imágenes Graficas S. A., Cali, Colombia. 22 p.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamics aspects of forage plant populations in grazed swards. Proceedings of the XIX Intrnational Grasslands Congress. pp. 29-37.
- Lobo, M. y Acuña V. 1999. Producción de leche con vacas de doble propósito pastoreando una pastura de *Brachiaria brizantha* asociada con *Arachis pintoi* y *Centrosema brasilianum* durante la época de lluvias en Pacifico Central de Costa Rica. Holmann F., Kerridge P. y Lascano C. (eds.). Sistemas mejorados basados en leguminosas forrajeras para ganados de doble propósito en fincas de pequeños productores de América Latina Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 16-18

- Martínez, M. D. 2006. Dinámica de crecimiento y producción de forraje de *Brachiaria humidicula* CIAT 6133 cv. Llanero a diferentes frecuencias y alturas de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. p. 44.
- Matthew, C., Assuero S. G., Black C. K., y Sackville H. N. R. 1999. Tiller dynamics of grazed swards. Anais do simpósio internacional "Grassland ecophysiology and grazing ecology". Editado por: De Moraes A., Nabinger C., Carvalho P. C., Alves S. J. y Campos L. S. B. Curitiba, Paraná, Brasil. pp. 109-133.
- Matthew, C., Vann E. N., Loo., Thom E. R., Dawson L. A. y Care D. A. 2001. Understanding root and shoot development. Proceedings XIX International Grassland Congress. Piracicaba, Brazil. pp. 19-28.
- Miles, J. W. 1999. Nuevos Híbridos de Brachiaria. Pasturas Tropicales 21(2):78.
- Michel, D. y Helene. D. 2000. Growth and senescence of the successive Grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. Annals of Botany, 85:635-643.
- Michael, T. A. y Douglas A. F. 2003. Defoliation effects on reproductive biomass: Importance of scale and timing. Journal Range Management. 56:501-516.
- Moreno, I. R., Maass B. L., Peters M., y Cárdenas E. H. 1999. Evaluación de nuevo germoplasma de *Arachis pintoi* en Colombia. 1 Bosque seco tropical, Valle del Cauca. Pasturas Tropicales. 21(1):18-32.
- Musiera, P. E. y Ratera G. G. 1999. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 127-128.
- Murphy, W. E. 1986. Nutrient Cycling Under Grazing. Grazing. Edited by Frame. British Grassland Society. Occasional Symposium No. 19. Great Britain. pp. 51-52.

- Oram, R. N. 1990. Register of Australian herbage plants cultivars. *Arachis pintoii* Krap. et Greg. nom. nud. (Pintoii peanut) cv. Amarillo. Aust J Exp Agric. 30:445-446.
- Peralta, M. A., Hernández H., Carrillo P. S., Rubio R. M. y Gonzáles M. M. Y. 2005. Características bromatológicas en tres cultivares de *Brachiaria spp.* sembrados con agrogel. En: Forages; XIX Reunion ALPA. Tampico, México 2005. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 13(1):193.
- Pizarro, E. A., Ramos A. K. B. y Carvalho M. A. 1997. Producción y persistencia de siete accesiones de *Arachis pintoii* en asociados con *Paspalum maritimum* en el cerrado Brasileño. Notas de Investigación. Pasturas Tropicales, 19(2):40-44.
- Ramírez, R. O., Pérez P. J., Hernández G. A., Herrera H. J. G. y Martínez H. P. A. 2003. Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferente asignación de forraje. Téc Pecú Méx. 41(2):219-230.
- Renvoize, S. A., Clayton W. D. and Kabuye C. H. S. 1996. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: J. W. Miles., Maass B. L. and Dovalle C. B. (eds). *Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement*, CIAT publication 259. Cali, Colombia. pp. 1-15.
- Rivas, L. y Holmann F. 1999. Adopción temprana de *Arachis pintoii* en el trópico húmedo: El caso de los sistemas ganaderos de doble propósito en el Caquetá, Colombia. Pasturas Tropicales. 21(1):1-7
- Rocha, C. M. D., Palacios E. y Grof B. 1985. Capacidad de propagación de *Arachis pintoii* bajo pastoreo. Pasturas Tropicales- Boletín. 7(3):24-25
- Rojas, H. S., Olivares P. J., Jiménez G. R. y Hernández C. E. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria. 6(5):1-19

- Robson, M. J., Ryle G. J. A. y Woledge J. 1988. The grass crop: The physiological basis of production. Jones M. B. y Lazenby A. (eds). Chapman and Hall. Ed. Great Britain. pp. 37-38.
- Romero, F. y Gonzáles J. 1998. Evaluación de diferentes tipos de forrajes en producción de leche. Holmann F., Lascano C. y Kerridge P (eds). Informe de progreso. Consorcio Tropileche. Cali, Colombia. pp. 6-8.
- SAS Institute. 1999. SAS User Guide. Version 8.0. SAS Institute Inc, Cary, NC. 595 p.
- SAGARPA. 2004. Situación actual y perspectivas de la producción de carne de bovino en México. p. 10. <http://sarpa.gob.mx/dgp>
- Taiz, L. and Zeiger E. 2002. Plant Physiology. Thrid Edition. Sinauer Associates. Inc. Sutherland, Ma. USA. 690 p.
- Urbano, D., Castro F. y Dávila C. 2005. Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK sobre la composición botánica de la asociación kikuyo-maní forrajero en la zona alta de Merida, Venezuela. Zootecnia Tropical. Vol. 23(4)333-334.
- Velásquez, J. E. y Muños-Ramos J. 2006. Producción de forraje de *Brachiaria* híbrido cultivar Mulato II, solo y asociado con *Arachis pintoii* en suelos de terraza y mesón del Piedemonte amazónico colombiano. Nota de Investigación. Pasturas Tropicales. 28(2):73.
- Wade, M. H. y carvalho P. C. de F. 2000. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In. Lemaire G., Hodgson J., Moraes A., Carvalho P. C. de F. y Nabinger C. (ed). Grassland Ecophysiology and grazing ecology. CABI. University Press, Cambridge. U.K. pp. 233-248.

Walton, P. D. 1983. Production & Management of Cultivated Forages. The Physiology of Forage Crop Growth: The legumes. Reston Publishing Company, Inc. Prentice-Hall. Printed in the United States of America. pp. 161-166.