

**EFFECTO DEL *Arachis pinto* Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE
LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN PASTURAS DE
Brachiaria brizantha CV. TOLEDO Y *Brachiaria* HÍBRIDO CV. MULATO II**

KEINER ARAYA ARAYA

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía como
requisito parcial para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería en
Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2011

**EFFECTO DEL *Arachis pinto* Y LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE
LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN PASTURAS DE
Brachiaria brizantha CV. TOLEDO Y *Brachiaria* HÍBRIDO CV. MULATO II**

KEINER ARAYA ARAYA

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Milton Villarreal Castro, Ph.D.

Asesor

Ing. Agr. Alberto Camero Rey, M.Sc.

Jurado

Ing. Agr. Parménides Furcal Berigüete, M.Sc.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, M.A.E.

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc.

Director
Escuela de Agronomía

2011

Dedicatoria

A mi Madre,

Por brindarme su apoyo incondicional además de darme fuerza y valor en los momentos difíciles.

Agradecimientos

A mi Madre, por haberme criado a base de cariño y reglas estrictas fundamentadas en valores y principios, además de ser fuente de motivación a través de este tiempo como estudiante y sin la cual hubiese sido imposible terminar mi carrera y este trabajo. Gracias Má.

A mis hermanos, Arco, Dú y Nana por su cariño, motivación y apoyo a través de estos años de estudio.

A mis compañeros que con el pasar del tiempo llegaron a ser como mi familia, y que de una u otra forma influyeron en mi formación y cuyos nombres cabe mencionar:, Mauricio Rodríguez, Gabriel Gonzales, Rafael Corrales, Hans Salazar, Fabián Murillo, Eduardo Murillo, Víctor Quesada, Víctor Zúñiga, Lenin Hernández, Diego Arrollo, Carlos Cedeño, Eduardo Rodríguez, Daniel Quesada, Alberto Fallas, Henry Vargas, Christopher Dye, Fabián Vindas, y muy especial a la generación 2003 los “Revienta” Alex Ramírez, Jennifer Monge, Claudiana Carr, Sofía Monge, Marilyn Sanchez, Juan D. López, Mario Ulate, Pablo Zúñiga, Hugo Pérez, Senia Barrantes, Sabrina Corrales, Melissa Pérez.

A los profesores, por su disposición y colaboración en mi formación profesional, en especial a Milton Villareal por su guía en la elaboración de este trabajo.

A los funcionarios y personal administrativo, a Don Víctor Benavides y a Roberto Cruz.

TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimientos.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE CUADROS ANEXOS.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
1.3. Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Forrajes en la producción lechera	4
2.2. Importancia de la investigación de cultivares forrajeros	4
2.3. Utilización de asociaciones gramínea-leguminosa.....	4
2.3.1. Uso de asociaciones entre variedades	5
2.3.2. Variedad de condiciones ambientales	5
2.4. Factores de importancia en la producción de forrajes	6
2.4.1. Suelo	6
2.4.2. Precipitación	6
2.4.3. Temperatura	7
2.4.4. Luminosidad	8
2.4.5. Manejo.....	8
2.4.6. Carga animal	8
2.4.7. Fertilización.....	9
2.4.8. Asociaciones gramínea-leguminosa	9
2.4.9. Establecimiento de asociaciones.....	9
2.5. <i>Arachis pintoi</i> cv. Porvenir.....	10
2.5.1. Morfología.....	10
2.5.2. Adaptabilidad	11
2.5.3. Producción de biomasa	11
2.5.4. Establecimiento	11
2.6. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. TOLEDO	12
2.6.1. Origen.....	12
2.6.2. Morfología.....	12

2.6.3.	Adaptación.....	12
2.6.4.	Producción de biomasa	13
2.6.5.	Tolerancia plagas y enfermedades.....	13
2.7.	<i>Brachiaria</i> HÍBRIDO CV. Mulato II.....	14
2.7.1.	Origen.....	14
2.7.2.	Morfología.....	14
2.7.3.	Adaptación.....	14
2.7.4.	Producción de biomasa	15
2.7.5.	Plagas y enfermedades	15
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1.	Localización del área de estudio	17
3.2.	Área experimental	17
3.2.1.	Diseño experimental básico.....	17
3.3.	Establecimiento de <i>Arachis pintoii</i>	19
3.3.1.	Establecimiento de <i>Arachis pintoii</i> en la primer etapa de evaluación.....	19
3.3.2.	Limpieza de subparcelas	20
3.3.3.	Siembra de <i>Arachis pintoii</i>	20
3.4.	Variables evaluadas.....	20
3.4.1.	Producción de materia seca (MS g/cepa).....	20
3.4.2.	Composición botánica	21
3.5.	Análisis de los datos.....	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1	Producción de forraje.....	23
4.2	Composición botánica.....	27
5.	CONCLUSIONES.....	32
6.	RECOMENDACIONES	33
7.	LITERATURA CITADA.....	34
8.	ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de ciertas características entre Pasto Mulato II y Toledo.	16
Cuadro 2. Descripción de factores y niveles.	18
Cuadro 3. Caracterización de cada uno de los tratamientos.	18
Cuadro 4. Grados de libertad del experimento	22
Cuadro 5. Fuentes de variación y producción promedio de materia seca por..	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución aleatorizada de las parcelas y sub-parcelas.....	19
Figura 2. Efecto de tipo dosel en especies macolladas sobre el área real de muestreo.	24
Figura 3. Efecto de tipo dosel.....	24
Figura 4. Comparación del porcentaje de <i>Arachis pintoï</i> con respecto a las	28
Figura 5. Comparación del porcentaje de <i>Arachis pintoï</i> con respecto a las	29
Figura 6. Proporción porcentual del componente Mulato según fecha de.....	30
Figura 7. Proporción porcentual del componente Toledo según fecha de.....	30
Figura 8. Parcela de Mulato II y Toledo, respectivamente invadidas por Ratana (<i>Ischaemum indicum</i>).	31

LISTA DE CUADROS ANEXOS

Cuadro A 1. Análisis estadístico de producción de biomasa forrajera.....	39
Cuadro A 2. Análisis de varianza de producción de materia seca.....	39
Cuadro A 3. Valores promedio de todos los muestreos.	40
Cuadro A 4. Prueba de medias de producción de materia seca por cepa.....	40
Cuadro A 5. Proporción promedio por muestreo de especies presentes en las asociaciones con Mulato II.	40
Cuadro A 6. Proporción promedio por muestreo de especies presentes en las asociaciones con Toledo.	40
Cuadro A 7. Proporción promedio por muestreo de gramínea deseada Mulato II según manejo.	40
Cuadro A 8. Proporción promedio por muestreo de gramínea deseada Toledo según manejo.....	41

RESUMEN

Este trabajo consistió en la evaluación de dos cultivares de pasto, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, ambos materiales en plena fase de adopción por los productores. Estos materiales se evaluaron bajo tres tipos de manejo: a. Fertilización nitrogenada (200 kg N/ha/año), b. Asociado con la leguminosa *Arachis pintoii* y c. Sin fertilización. Los seis tratamientos resultantes del arreglo factorial 2 cultivares x 3 tipos de manejo, fueron dispuestos en un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. Cultivar fue la parcela principal y manejo la sub-parcela. Cada parcela principal (1.188 m²) fue cercada obteniéndose seis apartos en total, que fueron pastoreados cada 28 días. La carga animal impuesta fue de 4,9 U.A./Ha. Se realizaron evaluaciones de producción de forraje, durante siete muestreos comprendidos entre los meses de junio a diciembre, y muestreos de composición botánica después del restablecimiento de la leguminosa en los últimos tres meses de la evaluación. Estos muestreos se realizaron antes de la introducción de los animales para el pastoreo respectivo. La aplicación de fertilizante en los tratamientos correspondientes se realizó una semana después cada pastoreo (200 kg de Nitrogeno/ha). En los muestreos de composición botánica en cuanto a la leguminosa *Arachis pintoii* se observó una leve tendencia a aumentar la proporción en la pastura con el pasar de los muestreos, sin embargo; no se consideró suficiente como para atribuir algún efecto en cuanto a los valores de producción. Con respecto a las gramíneas según los muestreos de composición botánica, las proporciones más bajas de gramínea deseada se obtuvieron en los tratamientos asociados, los valores más altos se encuentran en los tratamientos sometidos a fertilización y en los tratamientos sin fertilización se determina una disminución con el pasar del tiempo (Figura 6 y Figura 7). No se presentó efecto significativo del cultivar Toledo y Mulato II en cuanto a producción de MS. Sin embargo; los valores promedios de MS en todo el período experimental son superiores para Toledo que para Mulato II, siendo estos valores de 110,10g/cepa y 93,98g/cepa respectivamente (Cuadro A1). En cuanto al manejo existió diferencia significativa (P<0,05) en producción de MS, entre todos los manejos; fertilización por encima de sin fertilización y la producción más baja para el asocio gramínea-leguminosa con valores promedio de todo el período experimental de 147,1g/cepa, 102,85g/cepa y 56,21g/cepa respectivamente. La diferencia entre los tratamientos Sin fertilización y el Asocio gramínea-leguminosa en cuanto

respecta a producción de MS, se le atribuye a que las parcelas de gramínea-asociadas tuvieron dificultad para recuperarse de las prácticas empleadas en el re-establecimiento de la leguminosa y además la posterior presión generada por otras malezas, principalmente Ratana (*Ischaemun indicun*).

Palabras clave: Maní forrajero, *Arachis pinto*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, Asociación, Pasturas, Fertilización, Materia Seca, Composición Botánica.

ABSTRACT

This document considers the evaluation of two types of grass crops: *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II and *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, both products are in the first fase of acceptance by the producers. This two products have been examined and evaluated under three types of procedures: a. Nitrogenized Fertilization (200 kg N/ha/year), b. Associated to the leguminous *Arachis pinto* and c. Not fertilized. The six resulting treatments from the combination of two crops multiplied by three types of evaluations, were arranged in complete random section plots designed with three repetitions. Variety was the main plot, and Management the sub plot. Each main plot (1.188m²) was fenced, obtaininng in total six separate sections that were grazing every 28 days. The evaluations consisted in measuring the pasture during seven samples made between the months of June and December, and botanical composition after the re-establishment of the leguminous in the last three months of the evaluation.

This samples were made before the introduction of the animals for their respective pasture. The fertilizer treatment was applied in the respective plots one week after the pastures ended. As of the samples made on the botanical compositions, it was noticed a low tendency to increase the proportions of *Arachis pinto* on the pastures as the samples went by, but it was never enough to achieve some or any effect regarding the MS production values. No significant effect was shown by cultivating Toledo and Mulato II regarding dry material, nevertheless, the average values during the hole experimental period, are better for Toledo than for Mulato II. By the numbers, 110.10g/plant and 93.98g/plant respectively. There was a significant difference in the management ($P>0.05$) on MS production, in between Fertilization. Without fertilization and Associate graminea-leguminous, with average values in the entire experimental period of 147.1g, 102.85g and 56.21g accordingly. In the matter of different results on production of MS in between the treatments without fertilization and Associate graminea-legunimous, this is blamed on the difficulty to recover from the applied methods to re-establishment of the leguminous and the later generated pressure by other weeds, standing out the Ratana (*Ischaemun indicun*).

Key Words: Perennial Peanut, *Arachis pinto*, *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II, Association, Forages, Fertilization, Dry Matter Yield, Botanical Composition.

1. INTRODUCCION

Los sistemas de producción bovina en el trópico, tanto cárnicos como lecheros generalmente tienen como fuente de alimentación principal los forrajes debido a que estos representan la alternativa más económica. Bajo estos sistemas, en la mayoría de los casos la base forrajera es insuficiente para suplir los requerimientos de los animales. Esta situación ocurre parcialmente como consecuencia de un manejo inadecuado de los pastos, uso de especies de bajo valor nutritivo, períodos de recuperación, cargas animales no óptimas, poca atención a las necesidades nutricionales de la planta y baja adopción de prácticas tales como el uso de pasturas asociadas gramínea-leguminosa.

La problemática en Costa Rica, para una buena producción a base de forrajes, se debe principalmente a la carencia de un programa sistémico de prueba y validación de nuevas variedades forrajeras mejoradas que conlleve a una eficiente selección de cultivares de altos rendimientos, buena adaptación y buen valor nutritivo. Algunos de estos nuevos materiales serán altamente demandantes de nutrimentos, los cuales en la mayoría de los casos no pueden ser aportados por los niveles presentes en nuestros suelos. A partir de esto se vuelve necesaria la incorporación de nutrimentos mediante la fertilización u otras alternativas que garanticen la entrada de nutrientes limitantes al sistema. Estos aspectos asociados a la irregularidad en las precipitaciones producto de las dos estaciones bien definidas, provocan escasez en la disponibilidad de materia seca en ciertas épocas del año.

Con el fin de mejorar los rendimientos de los sistemas productivos, los ganaderos han procedido al uso de nuevas pasturas en la zona norte de Costa Rica, entre estos se encuentran *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y recientemente se ha introducido el *Brachiaria* Híbrido cv. Mulato II.

El Toledo ha tenido demanda debido a sus altos rendimientos, excelente aceptación por el ganado, buena adaptación en el trópico a suelos ácidos de

baja y mediana fertilidad. Además según Lascano *et al.* (2002), este cultivar cuenta con crecimiento macollado, favoreciendo así su asociación con leguminosas estoloníferas como el *Arachis pintoí*, y por ende las subsecuentes mejoras en cuanto las características del suelo y el aumento en el aporte de proteína a la dieta animal.

El Mulato II se presenta como una alternativa debido a su buena producción de biomasa bajo condiciones tropicales, adaptación a suelos ácidos, alto consumo por parte de los animales, buena calidad forrajera y resistencia a plagas como el salivazo. Según Argel *et al.* (2007), su hábito de crecimiento inicial es macollado por lo que al igual que el Toledo permite la asociación con leguminosas como el *Arachis pintoí* y sus respectivos beneficios.

En el presente trabajo se realizó una evaluación de comportamiento productivo de pasturas de Toledo y Mulato II, fertilizadas y sin fertilizar. Adicionalmente se trató de incluir en pasturas ya establecidas, la leguminosa *Arachis pintoí* para evaluar en una primera etapa los cambios en composición botánica ocurridos. Estas evaluaciones se hicieron entre junio y diciembre del 2009.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la respuesta agronómica de pasturas de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II bajo sistemas de manejo con fertilización de mantenimiento a base de nitrógeno, o alternativamente, con la inclusión de la leguminosa *Arachis pintoí* para establecer una pastura asociada.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada de mantenimiento y el asocio con la leguminosa, *Arachis pintoí* CIAT 18744 sobre la producción de biomasa y composición botánica de pasturas de Toledo y Mulato II.

- Evaluar la fase de re-establecimiento de la leguminosa *Arachis pinto* en pasturas establecidas de Toledo y Mulato II durante el período de alta precipitación en la zona de San Carlos, Costa Rica.

1.3. Hipótesis

- La fertilización nitrogenada continuará afectando¹ positivamente la producción de forraje de pasturas de pasto Toledo y Mulato II en la segunda fase de su primer año de producción bajo un sistema de pastoreo rotacional.
- La fase de re-establecimiento de la leguminosa *Arachis pinto* en pasturas de Toledo y Mulato II se verá reflejada en el cambio en composición botánica.

(1) El presente trabajo es continuación de evaluación cubierta en el trabajo de tesis titulado: Efecto del *Arachis pinto* y la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición botánica en pasturas de *Brachiaria brizantha* CV. TOLEDO Y *Brachiaria* HÍBRIDO CV. MULATO II (Ulate, 2009).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Forrajes en la producción lechera

El reto actual para los productores de leche, consiste en incrementar la producción de leche, tratando de mantener esta actividad de la forma más sostenible, con el fin de garantizar la demanda de la población y a su vez la conservación de los recursos naturales y del ambiente (Giraldo 1999).

La producción lechera en el trópico actualmente debe ser sinónimo de rentabilidad, donde ya es bien conocido que la alimentación es de los principales costos de producción. Las gramíneas y leguminosas constituyen la principal fuente de alimentación de los animales y deben contribuir a reducir los costos de alimentación del hato. Producto de esta importancia nace la necesidad de encontrar nuevas alternativas forrajeras. En países de América tropical, la investigación de estos forrajes ha producido gramíneas y leguminosas con alto potencial, para aumentar la producción animal en sistemas de pastoreo (Lascano *et al.* 1996).

2.2. Importancia de la investigación de cultivares forrajeros

La productividad de los bovinos en el trópico depende de la cantidad y calidad de nutrientes aportados por las especies forrajeras de las cuales se alimentan; sin embargo, la mayor parte de estas praderas presentan baja eficiencia productiva, debido a la degradación, ocasionada por las prácticas inapropiadas de manejo como consecuencia de la falta de conocimiento; tanto en la fase de establecimiento, como en la fase productiva de determinadas variedades en condiciones climáticas y edáficas específicas, además de la no implementación de prácticas alternativas que pueden beneficiar la producción forrajera (Peréz 2005).

2.3. Utilización de asociaciones gramínea-leguminosa

Una ganadería moderna, necesariamente, debe ser sinónimo de rentabilidad y competitividad y si bien son muchos los factores que intervienen en la empresa ganadera, el factor más importante es el componente de la alimentación animal. La alternativa de uso de asociaciones gramínea-leguminosa, se torna promisorio ya que desde el punto de vista económico, los forrajes deberían ser la principal fuente de alimentación de los animales (Rojas 2005).

2.3.1. Uso de asociaciones entre variedades

En la actualidad, es de vital importancia buscar nuevas alternativas forrajeras, para desarrollar sistemas más productivos y sostenibles de producción animal. En países de América tropical, la investigación en forrajes ha generado y producido gramíneas y leguminosas con potencial, para aumentar la producción animal en sistemas de pastoreo (Lascano *et al.* 1996).

El maní forrajero es una de las leguminosas de mejor calidad y consumo por los animales. El contenido de proteína y de minerales, con excepción del fósforo, llena los requerimientos del ganado, en condiciones de suelos oxisoles donde el contenido de fósforo es muy bajo (Rincón 1999).

La ventaja de tener pasturas asociadas con maní forrajero, no es solo disponer de una planta de buena calidad, sino también mejorar la calidad de la gramínea acompañante. Esto se hace evidente, cuando el contenido de leguminosa en la pradera supera el 20%. Un ejemplo claro es lo obtenido en trabajos realizados en fincas de pequeños productores (Finca Buenos Aires, Granada) en donde se mejoró la calidad de una pradera de *B. humidícola* con la introducción de maní forrajero en franjas. El contenido de proteína cruda en la gramínea fue de 5%, en el primer año de establecimiento de la leguminosa en la pradera, pero en los dos años posteriores se mejoró a más del 8% (Rincón 1999).

2.3.2. Variedad de condiciones ambientales

En Costa Rica los cultivos se encuentran sometidos a gran cantidad de variaciones ambientales. Esto como consecuencia de su ubicación geográfica y topografía, además estas variaciones se ven incrementadas por el cambio en el comportamiento de las estaciones, debido al impacto de la contaminación sobre el clima del planeta. Aunado a esto en Costa Rica las variaciones a lo largo del año como los fenómenos del “El Niño” y “La Niña”, han provocado cambios importantes, que son diferentes entre zonas y que atentan la integridad de los sistemas productivos. Por ende, se presenta un comportamiento irregular de los forrajes, lo cual advierte sobre el inconveniente de la utilización de resultados de investigaciones como absolutos para zonas determinadas y condiciones específicas; estos al contrario, deben utilizarse como una referencia para ayudarse en la toma de decisiones dentro del

sistema productivo, claro está, una vez que la información ha sido analizada e interpretada de manera técnica (Robert, 2007; Villarreal, 2008 citados por Ulate 2009).

2.4. Factores de importancia en la producción de forrajes

2.4.1. Suelo

El suelo influye directamente con sus características en la productividad y persistencia de las especies forrajeras que se establecen. Los suelos difieren ampliamente en cuanto a sus propiedades físicas y químicas, lo mismo que en profundidad y en condiciones topográficas. En el trópico en general, están altamente meteorizados y en regiones con regímenes údicos están sujetos con frecuencia a una lixiviación marcada; además de esto, un factor edáfico que puede afectar indirectamente el crecimiento de las plantas es el estrés de humedad, esto debido a que algunos suelos con tasas de infiltración superficial bajas pueden sufrir los efectos del anegamiento en la estación húmeda y de la sequía en la estación seca, fenómeno perjudicial para la producción y persistencia de las especies forrajeras (Vallejos 1988, citado por Lara 2005).

2.4.2. Precipitación

El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. El agua es un componente esencial en las células de las plantas, casi todos los procesos metabólicos dependen de su presencia; además, se requiere para el mantenimiento de la presión de turgencia, la difusión de solutos en las células y suministra el hidrógeno y oxígeno que están involucrados durante el proceso fotosintético (Lösch 1995 citado por Del Pozo 2004).

Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones provocan estrés en los cultivos forrajeros. En caso de encharcamiento debido a una precipitación muy alta, generalmente en suelos con problemas de drenaje durante la estación lluviosa o en las regiones donde las precipitaciones son altas durante todo el año, su efecto más negativo radica en que esta condición causa anoxia (falta de oxígeno) en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de

minerales y agua. Si este se prolonga en especies no tolerantes, disminuye la asimilación y traslocación del carbono, produciéndose cambios metabólicos que activan la respiración anaeróbica, lo cual implica una menor eficiencia energética y por ende una disminución en la producción de las plantas (Baruch, 1994 citado por Del Pozo 2004). Este factor se torna de gran relevancia cuando se trabaja con cultivares que presentan alta susceptibilidad a dichas condiciones como lo es el caso del Toledo y el Mulato II.

2.4.3. Temperatura

La producción de los pastos se determina como la capacidad que tenga este para generar productos de valor económico en los animales que lo consumen (Mufarrege et al. 1994 citado por Estrada 2004).

Según Estrada (2004), la temperatura influye en todos los procesos metabólicos. Estudios sobre el efecto de la temperatura en tres tipos de pasto mostraron que se presentó una correlación positiva entre temperatura y producción de materia seca y contenidos de FND. Por otra parte ocurrió una correlación negativa entre temperatura y contenido de PC.

De forma consecuente con lo anteriormente citado según Del Pozo (2004), los procesos bioquímicos y fisiológicos que se encuentran relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en las plantas están influenciados por la temperatura, debido al grado de relación que éstas poseen con la cinética de las reacciones bioquímicas y el mantenimiento de la integridad de las membranas. Normalmente y como es de esperar, no todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento normal de sus funciones de síntesis y degradación.

En las gramíneas tropicales, el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35 y 39 °C, y en las leguminosas entre los 30 y 35 °C, con una alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos en el crecimiento ocurren entre los 0 y 15 °C y en algunas especies a los 20 °C, si la humedad no es un factor limitante, lo cual está dado por la baja conversión de azúcares en los tejidos de las plantas, producto de una disminución en los procesos de biosíntesis y por un déficit energético acarreado por una reducción en la tasa respiratoria (Baruch y Fisher 1991 citados por Del Pozo 2004). Con este conocimiento a la mano se puede realizar una zonificación para determinar variedades con

mejores características de adaptación a ciertas temperaturas con el fin de optimizar la productividad.

2.4.4. Luminosidad

La conversión de energía solar en biomasa en los pastos es variable y depende de las vías metabólicas a través de las cuales efectúa la fotosíntesis sean estas vías C3, C4 y CAM, por lo cual la tasa fotosintética de los pastos esta en función de la energía lumínica disponible y por ende también la producción de biomasa. Las plantas C4 como la gramíneas (pastos en este caso), tienen una alta tasa fotosintética por lo cual el efecto de la luminosidad influye de gran manera en la producción de biomasa; esto determina que las plantas C4, por las razones bioquímicas y anatómicas, fotosintetizan más por unidad de radiación absorbida (Del Pozo 2004).

2.4.5. Manejo

Según Del Pozo (2004), en la utilización de los pastos y forrajes para la alimentación de ganado vacuno, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos y determinantes en la implementación de un manejo adecuado, por la influencia que ejercen en el comportamiento morfofisiológico y productivo. Debido a esto, es vital la investigación constante para los diferentes cultivares de importancia productiva con el objetivo de profundizar en los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y el rebrote.

En los sistemas de producción basados en pastos, la carga animal es la variable más importante en el manejo que determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental se debe a los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta, lo cual va a tener un efecto directo en el funcionamiento de las mismas (Jones y Sandland 1974).

2.4.6. Carga animal

La carga animal es el factor de mayor impacto en la persistencia de las pasturas, la carga ideal debe ser específica para cada pastura y ésta sería aquella que logra un buen equilibrio entre el número de animales que producen

y la cantidad de forraje disponible manteniendo la capacidad productiva de la pastura; sin embargo, ya que normalmente esto es difícil de determinar, la carga no adecuada va a generar diferentes efectos negativos, de ser muy alta la degradación se dará por la fuerte presión de pastoreo ya que los animales cosecharán retoños muy jóvenes y esto afectará su capacidad de persistir en el campo. Por otra parte, una baja carga provocará que los pastos no sean cosechados lo suficientemente frecuente por lo que la calidad de la pastura va a disminuir debido al cambio de la composición nutricional de la pastura como consecuencia del aumento de lignina principalmente (Pizzio y Pallarés sf.).

2.4.7. Fertilización

La fertilización es un aspecto básico y fundamental en el establecimiento y persistencia a través del tiempo de las pasturas, variando estas de fórmulas completas altas en fósforo en etapas iniciales o de establecimiento y fórmulas nitrogenadas en etapas productivas, además en cuanto a fertilización de mantenimiento se sabe que la fertilización nitrogenada incrementa considerablemente la respuesta de las plantas al fósforo, con lo que se logra un aumento en la tasa de crecimiento y por ende el adelanto del momento de cosecha de la pastura (Chevallier y Toribio s.f) .

2.4.8. Asociaciones gramínea-leguminosa

En la actualidad una de las alternativas más prometedoras para mejorar la calidad de los forrajes en el trópico, es la asociación de leguminosas persistentes y compatibles con gramíneas mejoradas, la forma de utilizar las leguminosas, para mejorar la alimentación animal, varían según sean las particularidades de cada unidad productiva ya sea en asociación, bancos de proteína, franjas. La asociación de gramíneas con leguminosas, representa una opción económica para mejorar la producción animal en las regiones tropicales (Sánchez 1998, Hess y Lascano 1997 citado por Rojas *et al.* 2005).

2.4.9. Establecimiento de asociaciones

Para el establecimiento de una asociación gramínea – leguminosa, es necesario realizar arreglos de siembra, esto con el fin de evitar efectos de competencia, que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes botánicos. La proporción de la leguminosa en la pradera, para

obtener el máximo beneficio de las asociaciones, debe ser entre 30 a 40 % de dicha especie (Sánchez 1998 citado por Rojas *et al.*, 2005).

2.5. *Arachis pintoi* cv. Porvenir

El *A. pintoi* cv. Porvenir fue colectado en 1981 en Brasil por J. Valls y W. Werneck de CENARGEN / EMBRAPA en las márgenes del Río Preto, cerca a la localidad de Unaí en el estado de Minas Gerais (Valls, 1992). Este sitio se encuentra a una altura de 850 m.s.n.m., 16° 08' de latitud sur y 47° 13' de longitud oeste. Esta accesión fue donada por las anteriores instituciones brasileras al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1984, donde se le asignó el código de introducción CIAT 18744; posteriormente en 1987 fue introducida para su evaluación en Costa Rica dentro de un convenio de Programa de Forrajes Tropicales del CIAT y el MAG. El primer sitio de siembra fue la Estación Experimental Los Diamantes localizada en Guápiles (Argel y Villarreal 1998).

2.5.1. Morfología

Es una planta herbácea perenne de crecimiento rastrero y estolonífero, tiene raíz pivotante, hojas alternas compuestas de cuatro folíolos, tallo ligeramente aplanado con entrenudos cortos y flor de color amarillo. Posee folíolos aovados, más pequeños que los de otras variedades, de color verde intenso, presenta venas en las estípulas pero pocas cerdas sobre éstas. La flor del cv. Porvenir tienen una corola en forma amariposada con un estandarte de color amarillo; alas igualmente amarillas; quilla puntiaguda, curvada y de color amarillo pálido. Las flores se originan de inflorescencias axilares en forma de espigas; la floración es indeterminada y continua, ésta es mayor al comienzo de la época lluviosa o después de podas a la planta en períodos cortos de sequía. Después de la fecundación la flor se marchita e inicia la formación del carpóforo que se desarrolla a partir de la base del ovario. El carpóforo con el ovario penetra en el suelo en respuesta a estímulos geotrópicos hasta enterrar el fruto. La mayor proporción de frutos se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad. El fruto es una vaina indehiscente que contiene normalmente una semilla (Argel y Villareal 1998).

2.5.2. Adaptabilidad

El *Arachis* aunque cuenta con un amplio rango de adaptación se desarrolla de manera óptima entre los 0 y los 1800 msnm con una precipitación entre 2000 y 3500 mm al año y con estación seca de 4 meses. (Argel y Pizarro 1992, citado por Rojas s.f.).

El *Arachis pintoii* cv. Porvenir crece bien en suelos pobres, ácidos, con alta saturación de aluminio, pero se da mejor en suelos de mediana fertilidad, franco arenosos con buen contenido de materia orgánica. Este cultivar tolera mejor la sequía que el cv. Maní Mejorador y aún en sitios con 4 a 5 meses secos, puede mantener estolones verdes y retener buena proporción de follaje. También tolera la sombra y debido a su rápido establecimiento es recomendado como cultivo de cobertura en plantaciones permanentes tales como café, cítricos, árboles maderables, palma africana y macadamia. El alto desarrollo estolonífero del cv. Porvenir, hasta 555 estolones/m² a los tres meses de edad en condiciones de trópico húmedo, le favorece en programas de conservación de suelo (CIAT, 1990, citado por Argel y Villarreal 1998).

2.5.3. Producción de biomasa

El cv. Porvenir produce mayor número de estolones y puntos de crecimiento que la variedad Mejorador por lo que facilita su establecimiento y competencia con malezas, aunque esto puede variar según sean las condiciones a las que se encuentren expuestas (Argel y Villarreal, 1998).

Según Villarreal y Zúñiga (1996) la accesión 18744 cv. Porvenir produjo 2,0 y 4,6 toneladas de materia seca por hectárea a las 4 y 8 semanas de rebrote respectivamente; estos resultados fueron significativamente superiores con respecto a los de cv. Mejorador. Esta diferencia disminuyó a mayor edad de la planta.

2.5.4. Establecimiento

El establecimiento del cv. Porvenir puede hacerse por medio de material vegetativo (estolones) ó semilla, bien sea en terrenos preparados en forma convencional con arado y rastra ó utilizando labranza mínima. La cantidad de estolones ó semilla necesaria varía según se trate del establecimiento de un cultivo puro para semillero ó cobertura, ó de una pastura asociada de gramínea

/ leguminosa. Entre 1.8 a 3.7 t/ha de estolones son necesarios para el establecimiento de 1 ha en monocultivo en condiciones favorables de humedad, distribuyendo los estolones a chorro continuo en surcos separados respectivamente a 1.0 y 0.5 m de distancia; la cantidad necesaria de estolones puede obtenerse de un área aproximada de 300 a 700 m² de un semillero bien establecido (Argel y Villarreal 1998).

2.6. *Brachiaria brizantha* cv. TOLEDO

2.6.1. Origen

La accesión de *B. brizantha* CIAT 26110 fue recolectada en 1985 por G. Keller-Grein, investigador del CIAT. El sitio de recolección está situado en el Km 36 entre Bumbanza y Bukinayama (África), a 2° 53' latitud sur y 26° 20' longitud este, a 1510 msnm con una precipitación promedio anual de 1710 mm. En C.R fue introducida en 1988 y liberada en 2001 como pasto Toledo (Argel 2001 citado por Lascano *et al.*, 2002).

2.6.2. Morfología

El pasto Toledo corresponde a la accesión *B. brizantha* CIAT 26110 es una gramínea perenne que crece formando macollas y puede alcanzar hasta 1.6 metros de altura. Produce tallos vigorosos con capacidad de enraizar a partir de los nudos cuando entran en contacto con el suelo, lo cual favorece el cubrimiento y desplazamiento lateral. Presenta hojas lanceoladas con poca pubescencia, alcanza unos 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho. Su inflorescencia es una panícula de 40 a 50 cm de longitud, generalmente con 8 a 12 racimos y una sola hilera de espiguillas sobre ellos. Cada tallo produce una ó más inflorescencias las cuales proviene de los diferentes nudos, aunque la de mayor tamaño es la terminal (Lascano *et al.*, 2002).

2.6.3. Adaptación

Según Lascano *et al.*, (2002), el cultivar Toledo posee un amplio rango de adaptación en cuanto a climas y suelos, crece bien en condiciones de trópico subhúmedo con período seco entre 5 y 6 meses y precipitación promedio anual de 1600mm y también en localidades de trópico muy húmedo con precipitaciones anuales superiores a 3500mm.

Aunque se desarrolla bien en suelos ácidos de baja fertilidad, su rendimiento óptimo se ha observado en suelos de media a buena fertilidad. Tolera suelos arenosos y persiste en suelos mal drenados, aunque bajo esta última condición el crecimiento se puede reducir si se mantiene un nivel freático próximo a la superficie del suelo por más de 30 días (Casasola, 1998 citado por Lascano, *et al.*, 2002).

2.6.4. Producción de biomasa

Tiene buen crecimiento en la época seca manteniendo una mayor proporción de hojas que otros cultivares de la misma especie, lo cual parece estar relacionado con un alto contenido de carbohidratos no estructurales (197 mg/kg de MS) y poca cantidad de minerales (8% de cenizas) en el tejido foliar (CIAT, 1999 citado por Lascano, *et al.* 2002).

Estudios realizados en Colombia con fertilidad y climas contrastantes, los promedios de producción de MS del pasto Toledo variaron entre 25.2 y 33.2 t/ha/año de MS en cortes realizados cada 8 semanas. También en estudios realizados en Guápiles y Atenas en inceptisoles de mediana fertilidad, el pasto Toledo tuvo una producción cercana a las 32 t/ha/año de MS (Lascano *et al.*, 2002).

2.6.5. Tolerancia plagas y enfermedades

En diferentes estudios controlados en condiciones de invernadero se ha encontrado que el Toledo no tiene resistencia del tipo antibiosis al ataque de cercópido conocido como el “salivazo” del los pastos (Cardona *et al.*, 2000 citado por Lascano *et al.*, 2002). Aunque es posible que esta gramínea no presente mayores daños a ataque leves de esta plaga.

Según Zúñiga (1997) citado por Lascano *et al.* 2002, se ha observado que esta gramínea tolera ataque de hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia sp.*, *Pythium sp.* y *Fusarium sp.*, muy comunes en zonas húmedas, de mejor manera que *B. brizantha* cv. Marandú. Según el reporte anual del CIAT de 1999, y citado por Lascano *et al.*, (2002), la mayor tolerancia de este cultivar al ataque de hongos fitopatógenos foliares con respecto a otros cultivares se debe a la presencia de hongos endófitos del género *Hyalodendron* en el tejido foliar.

2.7. *Brachiaria* HÍBRIDO CV. Mulato II

2.7.1. Origen

El Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT logró obtener el Mulato II como el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección de *B. ruziziensis* R. Germ. Evrard clon 44-6 (tetraploide sexual) con *B. decumbens* Stapf cv. Basilisk (tetraploide apomíctico), en Cali, Colombia. Las progenies sexuales de este cruce fueron sometidas a polinización abierta para generar una segunda generación de híbridos, luego de estos se seleccionó por sus buenas características agronómicas un genotipo que se sometió a polinización con una serie de híbridos apomícticos y sexuales. Luego se confirmó su reproducción apomíctica y mediante el uso de marcadores moleculares se demostró la presencia de alelos maternos de *B. ruziziensis*, en *B. decumbens* cv. Basilisk y en otras accesiones de *B. brizantha*, entre estas el cv. Marandú (Argel *et al.*, 2007).

Basado en la clasificación de germoplasma en CIAT, dicho clon se identificó posteriormente como la accesión *Brachiaria* híbrido CIAT 36087. La compañía Papalotla adquirió los derechos del CIAT de multiplicación y comercialización de varios híbridos de *Brachiaria* y liberó éste en el 2005 como cv. Mulato II (Argel *et al.*, 2007).

2.7.2. Morfología

Híbrido tetraploide, perenne, de crecimiento semierecto que puede alcanzar 1m de altura. Tallos cilíndricos, pubescentes y vigorosos, de hábito semidecumbente con capacidad de enraizar cuando entra en contacto con el suelo. Hojas lanceoladas de 3.8 cm de ancho aproximadamente y de color verde intenso, con abundante pubescencia a ambos lados de la lamina foliar. La lígula es corta y membranosa. Su inflorescencia es una panícula con 4-6 racimos con doble hilera de espiguillas, de unos 5 mm de largo y 2 mm de ancho (Argel *et al.*, 2007).

2.7.3. Adaptación

Variedad de amplio rango de adaptación, crece bien desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm en el trópico húmedo con alta precipitación promedio, y en condiciones subhúmedas con 5 a 6 meses secos y precipitación anual

superior a 700 mm. Presenta buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad con alto contenido de aluminio (Argel *et al.*, 2007).

2.7.4. Producción de biomasa

En Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia ha presentado rendimientos semejantes a los de cv. Marandu y cv. Basilisk y mayores que los de Mulato, tanto en condiciones de alta como de baja fertilización. En Guápiles, a una altura de 250 msnm y precipitación promedio de 4620 mm anuales, en un inceptisol bien drenado y de fertilidad media el Mulato II bajo corte cada 6 y 4 semanas por un lapso de 2 años presentó rendimientos de 2.3 t/ha, siendo estos superiores a los 2.2 y 2.1 obtenidos en Toledo y Mulato respectivamente. (Hernández *et al.*, 2006 citado por Argel *et al.*, 2007).

En el pie de monte amazónico colombiano, el cual es caracterizado por suelos ácidos de bajos niveles de P y alto contenido de Al, el Mulato II produjo, en promedio 2.6 t/ha de MS cada 90 días y en asociación con *Arachis pintoi* presentó 3.5 t/ha de MS, siendo este rendimiento de forraje mayor que el de solo la gramínea (Velásquez y Muñoz 2006 citado por Argel *et al.*, 2007).

2.7.5. Plagas y enfermedades

Según CIAT, (2005) citado por Argel *et al.* (2007), el Mulato II ha mostrado resistencia antibiótica, tanto a nivel de campo como de invernadero, a diferentes tipos de salivazo. En otros trabajos realizados en Brasil se han obtenidos resultados que concuerdan con los del CIAT en 2005. Esta resistencia al salivazo es una de las características más deseables en el cv. Mulato II ya que como se sabe el salivazo es una de las plagas que presentan mayor incidencia de daño en los cultivares de *Brachiaria*.

Se ha observado cierto grado de susceptibilidad del Mulato II igual que el cv. Mulato I a los ataques foliares causados por un hongo fitopatógeno llamado *Rhizoctonia solani*, principalmente en la épocas de alta humedad (Argel *et al.*, 2006).

A manera de comparación, entre el pasto Toledo y Mulato II, se presenta el Cuadro 1 donde se señalan algunas de sus características.

Cuadro 1. Comparación de ciertas características entre Pasto Mulato II y Toledo.

Característica	Pasto Toledo	Pasto Mulato II
Tolerancia a la sequía	Muy buena	Muy buena
Tolerancia a la encharcamiento	Buena	Mala
Tolerancia a hongos foliares y de raíz	Buena	Regular
Tolerancia a salivazo	Buena	Resistente
Recuperación bajo pastoreo	Muy rápida	Rápida
Calidad nutritiva	Buena	Muy buena
Sincronización de la floración	Regular	Alta
Calidad de semilla	Muy buena	Buena
Establecimiento por semilla	Muy fácil	Fácil
Vigor de plántula	Alto	Alto
Compatibilidad con leguminosas	Buena	Buena
Requerimientos de suelo (Fertilidad)	Media a alta	Media a alta

Fuente: CIAT 2002-2007

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en finca “La Esmeralda”, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica, localizada en Santa Clara, distrito de Florencia, cantón de San Carlos, provincia de Alajuela. El lugar está a una altura de 170 msnm, una temperatura promedio anual de 27 °C y una precipitación anual media de 3.450 mm.

3.2. Área experimental

El suelo del área se clasifica como Inceptisol¹. Dicha área correspondió a una extensión de 7.128 m², la cual ha sido utilizada tradicionalmente para el pastoreo de ganado lechero, ésta se ha encontrado bajo estudio desde finales de año 2008 con las mismas variedades de pastos y bajo los mismos tratamientos (Ulate 2009).

3.2.1. Diseño experimental básico

Se evaluaron un total de seis tratamientos correspondiente a un arreglo factorial de dos niveles del factor “Especie de gramínea”, por tres niveles del factor “Manejo de pastura” (Cuadro 2 y 3).

1. Furcal, P. Comunicación personal.

Cuadro 2. Descripción de factores y niveles en el experimento.

Factor	Nivel
Especie de gramínea	Toledo Mulato II
Manejo	a) Monocultivo sin fertilización b) Monocultivo con fertilización nitrogenada c) Asociación gramínea-leguminosa sin fertilización

Cuadro 3. Caracterización de cada uno de los tratamientos.

N° Tratamiento	Tratamiento
1	Toledo en monocultivo sin fertilización nitrogenada
2	Toledo en monocultivo con fertilización nitrogenada
3	Toledo en asocio con <i>Arachis pinto</i>
4	Mulato II en monocultivo sin fertilización nitrogenada
5	Mulato II en monocultivo con fertilización nitrogenada
6	Mulato II en asocio con <i>Arachis pinto</i>

El diseño experimental básico correspondió a parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. El cultivar de gramínea se asignó a la parcela principal y el manejo de las pasturas a las sub-parcelas.

La fertilización se llevó a cabo una semana después del pastoreo, con 1,6 kg de urea por unidad experimental dosis equivalente a 200 kg de Nitrógeno por hectárea anual, utilizando urea como fuente.

En total se manejan 18 unidades experimentales, representadas por sub-parcelas de 396 m² cada una dentro de la parcela principal de 1.188 m² (Figura 1).

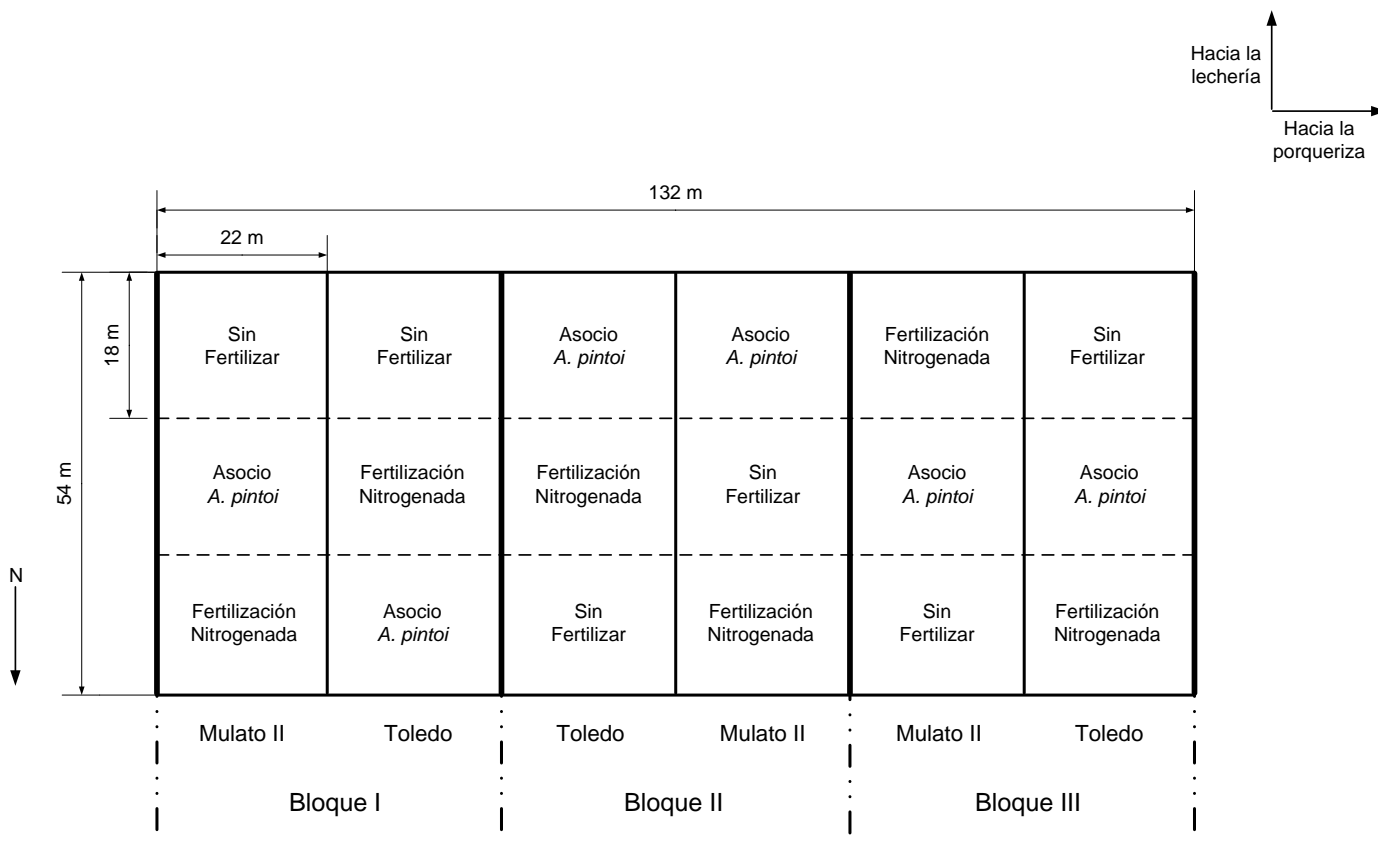


Figura 1. Distribución aleatorizada de las parcelas y sub-parcelas.

3.3. Establecimiento de *Arachis pintoí*

3.3.1. Establecimiento de *Arachis pintoí* en la primer etapa de evaluación

El *Arachis pintoí* se trató de establecer en estas parcelas pero de forma insatisfactoria durante la primera fase de evaluación (Ulate, 2009).

La primera siembra se realizó a espeque con aproximadamente 5,6 t/ha de semilla vegetativa, la cual no respondió positivamente al establecimiento, producto de la aplicación de un herbicida (Metsulfuron + Picloran) para el control de hoja ancha debido al retraso en la germinación y establecimiento de la gramínea respectiva con la que se pretendía asociar. Se esperaba que el efecto del herbicida se viera reducido en la leguminosa debido al efecto de “sombriilla” que generaría la mayoría de hoja ancha, lo cual no sucedió, dañándose severamente el material vegetativo de *Arachis pintoí*, por lo que se

procedió a una resiembra, en esa oportunidad con 6,6 t/ha de semilla vegetativa (Ulate 2009).

Producto de una observación minuciosa en el campo, de las parcelas donde debería existir el tratamiento de asociación gramínea-leguminosa, se determinó que no existía una cantidad óptima ni homogénea de plantas de *Arachis pinto*, por lo que se decidió intentar una segunda siembra, misma que se llevó a cabo en el lapso del presente estudio.

3.3.2. Limpieza de subparcelas

Se procedió a la limpieza de las subparcelas correspondientes al tratamiento de la asociación, mediante el uso de una chapeadora con la que se cortaron las gramíneas ya establecidas a nivel del suelo.

3.3.3. Siembra de *Arachis pinto*

La semilla vegetativa de *Arachis pinto* se sembró a espeque entre las hileras de la gramínea a un metro de distancia entre cada punto de siembra el día 14 de agosto del 2009.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Producción de materia seca (MS g/cepa).

Se efectuó mediante un corte mecánico a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo. Se tomaron cuatro submuestras por cada repetición en cada tratamiento. Para el cálculo de producción de forraje, se obtuvo un promedio de las cuatro submuestras.

El procedimiento metodológico fue el siguiente:

- a) Se usó una cuadrícula de madera de 50 cm de lado, para un área de 0,25 m² en cada punto de muestreo.
- b) Los puntos de muestreo fueron ubicados aleatoriamente en cada unidad experimental.
- c) La muestra de forraje fue cosechada mediante corte manual a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo.
- d) Las muestras se colectaron en bolsas plásticas.

- e) Las muestras fueron llevadas al laboratorio para determinar el peso fresco y el peso parcialmente seco (55 °C).
- f) Las muestras fueron molidas mediante un molino Wiley con criba de 1 mm.
- g) A cada una de las muestras se le determinó el contenido de materia seca a 105 °C.
- h) La materia seca total se obtuvo por corrección de MS 55 °C con la MS 105 °C.

3.4.2. Composición botánica

Esta se midió en tres ocasiones durante la fase de experimentación, entre octubre y diciembre. Se utilizó el procedimiento de “Ranqueo en Peso Seco” (t Mannelje y Haydock 1963, Whalley y Hardy 2000). Para la obtención de estos datos se realizaron 25 mediciones visuales por unidad experimental.

3.5. Análisis de los datos

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + E_j + \varepsilon_{ij} + M_k + (E \times M)_{jk} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variables de respuesta

μ = media general

B_i = efecto del i-ésimo bloque, $i = 1, 2, 3$

E_j = efecto del j-ésimo de la especie de gramínea, $j = 1, 2$

ε_{ij} = error experimental asociado a la parcela principal.

M_k = efecto del k-ésimo tipo de manejo, $k = 1, 2, 3$

$(E \times M)_{jk}$ = efecto de la interacción manejo*especie.

δ_{ijk} = error experimental.

La partición de grados de libertad según el diseño utilizado se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Grados de libertad del experimento

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	2
Cultivar	1
Error a	2
Manejo	2
Manejo*Cultivar	2
Error b	8
TOTAL	17

El efecto de los factores principales y su interacción fueron evaluados utilizando PROC MIXED de SAS (SAS Institute, NC, USA). Las pruebas de medias se realizaron mediante LSMEANS. Según Gil (2001), este software, brinda errores estándar adecuados en diferentes niveles de análisis y comparaciones de medias adecuadamente acertadas, en análisis de experimentos con diseño de parcelas divididas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de profundizar en los resultados del experimento es importante tomar en cuenta que los datos evaluados para los tratamientos de asociación gramínea-leguminosa y los muestreos de composición botánica fueron recolectados únicamente en los últimos tres muestreos, esto debido a que se dio un período de re-establecimiento y recuperación de las parcelas que correspondían a tratamientos con la asociación de *Arachis pintoii* - Mulato II ó Toledo. El re-establecimiento de *Arachis pintoii* no se logró con el éxito esperado, tanto en el caso de asociación con Toledo como con Mulato II como se observa en la Figura 3 y Figura 4, respectivamente. Por tanto, el aporte del componente leguminoso en la fase cubierta por este trabajo, fue mínimo. En su defecto, estos tratamientos estuvieron más afectados por la aparición de vegetación voluntaria o malezas.

4.1 Producción de forraje

La producción de forraje obtenida en este trabajo es reportada como g MS/cepa y por tanto, no hace referencia a un nivel de producción respecto a un área específica. Aunque los puntos de muestreo fueron ubicados aleatoriamente en cada parcela utilizando un marco de 0.5 x 0.5 m, el material cortado dentro del marco correspondió a un área mayor de cobertura en la sección superior del dosel de la gramínea, situación que es frecuente con especies de crecimiento macollado (Figura 2). En estas circunstancias, es preferible utilizar marcos de mayor área (ej.: 1 m² o mayores) para disminuir el efecto de tipo de dosel y así poder obtener datos confiables de producción de biomasa por unidad de área. En la Figura 2 se señala el posible error que se estaría cometiendo cuando se utiliza un marco pequeño para muestrear especies de porte macollado y alto desarrollo de follaje.

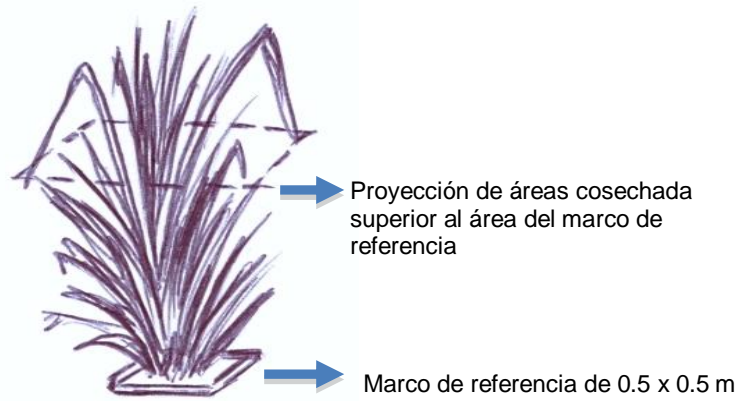


Figura 2. Efecto de tipo dosel en especies macolladas sobre el área real de muestreo.

Los datos obtenidos revelan que sólo se obtuvo efecto ($P < 0.05$) del factor manejo sobre la producción de forraje, mientras que no se presentaron efectos ni de especie ni de la interacción manejos x especie (Cuadro A2).

Los tratamientos fertilizados fueron significativamente superiores ($P < 0.05$), mientras que los tratamientos asociación con *Arachis pintoii* fueron los inferiores (Cuadro A3). Como se mencionó anteriormente, las parcelas correspondientes a la asociación sufrieron un retraso en su crecimiento debidos a las labores de re-establecimiento de la leguminosa. Aún cuando se permitió un período de establecimiento y recuperación antes de hacer los primeros muestreos, fue evidente que tales parcelas no alcanzaron el nivel de desarrollo de las parcelas con gramínea en monocultivo (Cuadro 5).

Existió una tendencia ($P > 0.05$) a presentarse mayor producción en los tratamientos con Toledo con respecto a Mulato II. Esta diferencia fue de 14.5% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Fuentes de variación y producción promedio de materia seca por cepa.

Fuente de Variación	Valor promedio (g MS/cepa) ^{1/}
<u>Manejo</u>	
Asociación con <i>Arachis pintoi</i>	56.2 c
Fertilización	147.1 a
Sin fertilización	102.9 b
<u>Especie</u>	
Toledo	110.1 a
Mulato II	94.0 a

^{1/} Valores con diferente letra para una misma fuente de variación, difieren significativamente (P<0.05)

Error estándar = 11.5

Estos valores confirman el efecto generalizado de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento productivo de las pasturas (Lobo y Díaz, 2001). Otros estudios en los que se evaluaron diferentes tipos de *Brachiarias*, señalan que *Brachiaria brizantha* exhibió mayor respuesta a la fertilización (Alvin *et al.*, 1990, citado por Rao *et al.*, 1998). Ulate (2009), observó una disminución general en la producción de MS en la primera fase de evaluación después del establecimiento inicial tanto en Toledo como en Mulato II con muy pocas diferencias entre los dos cultivares a lo largo del período experimental. Por otra parte, ese autor no encontró diferencias estadísticas al evaluar la interacción Muestreo x Cultivar, sin embargo; el mayor descenso en producción de MS ocurrió en el pasto Mulato II, mientras que a partir del tercer muestreo ocurrió una tendencia sostenida a incrementar las producciones de forraje en los tratamientos con pasto Toledo. Ulate (2009) concluyó que basado en este comportamiento inicial, el cultivar Toledo podría exhibir mejores características en términos de sostenibilidad en la producción de MS a lo largo del tiempo.

Estos resultados ponen en evidencia la necesidad de considerar la fertilización de mantenimiento en pasturas mejoradas como una de las principales herramientas para evitar problemas de degradación. Serrao y Díaz (1988)

señalan que entre los principales aspectos causantes de variación en la producción de las pasturas se encuentran: fertilidad de los suelos, condiciones climáticas, incidencia de plagas, presencia y agresividad de malezas. Además, según Hoyos *et al.* (1995) citado por Holmann *et al.* (2004), en toda pastura después de un período prolongado de utilización, ocurren cambios en el suelo sobre las características físicas, como compactación por pisoteo, con lo cual disminuye el desarrollo radical y por ende la extracción de nutrientes del suelo; como consecuencia, ocurre una disminución en la producción promedio de MS.

Si bien en este trabajo se hizo la comparación entre todos los tratamientos experimentales, incluyendo los correspondientes a la asociación gramínea – leguminosa, el corto tiempo de evaluación impide obtener conclusiones más definitivas sobre el aporte de la leguminosa a la pastura en términos de producción de biomasa forrajera total e incremento en la producción de la gramínea asociada. Basados en la literatura disponible, se puede generalizar que las leguminosas incrementan el valor nutritivo de la gramínea asociada, particularmente en lo que se refiere a los contenidos de proteína total y minerales, con lo que se logra mantener su calidad a través del tiempo (Rojas 2005). Según Rincón (1999) el asocio gramínea-leguminosa mejoró el contenido de proteína cruda en la gramínea *Brachiaria humidicola* en 5%, en el primer año de establecimiento de *Arachis pintoii* en la pastura y en los dos años posteriores se mejoró en más del 8%. Costa *et al.* (1991) citado por Rojas (2005) determinaron que las asociaciones gramínea-leguminosa presentaron mayor rendimiento de forraje, que las gramíneas en monocultivo.

En el presente experimento, la presión de otras gramíneas voluntarias, particularmente ratana (*Ischaemum indicum*), contribuyeron a que la recuperación de la gramínea deseable (Toledo o Mulato II) ocurriera en forma más lenta de lo esperado en las parcelas con la asociación gramínea-leguminosa. De igual forma, esta condición tampoco favoreció el establecimiento de la leguminosa como se discutirá al analizar con cambios en composición botánica.

Todos los tratamientos mostraron una tendencia a disminuir su rendimiento en el tiempo, con una ligera recuperación en el mes de noviembre para los

tratamientos Toledo y Mulato II fertilizados (Figura 3). Es probable que para las condiciones edafoclimáticas dadas, la carga animal impuesta fuera muy alta y en cuyo caso un ajuste de la misma podría ser necesario para evitar problemas de persistencia de la pastura. Se estimó que la carga animal en período experimental fue de 4.9 UA/ha.

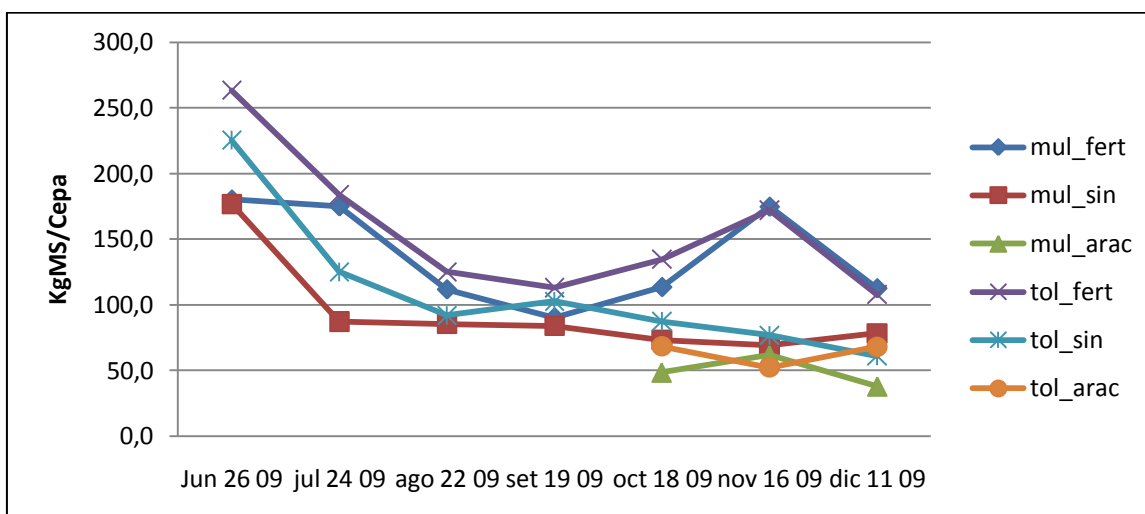


Figura 3. Producción de gMS/cepa/ fecha de corte según tratamiento evaluado como promedio.

4.2 Composición botánica.

Esta variable es reportada como la proporción porcentual de cada una de las categorías de vegetación consideradas más importantes en las parcelas experimentales (gramínea deseada, otras gramíneas, hoja ancha y *Arachis pinto*). Esta proporción corresponde a una estimación del peso seco de cada categoría según un método visual. La evaluación de la composición botánica pretende ofrecer información respecto a la evolución de las pasturas en términos de los cambios en los diferentes componentes de vegetación presentes. Con ello se busca conocer si un tratamiento en particular favorece o no la aparición de malezas, el aumento en la proporción de la leguminosa introducida y los cambios en las proporciones de las gramíneas deseables y por tanto, puede ser un indicador del éxito o fracaso del establecimiento y de la persistencia de las pasturas.

En el presente trabajo se puede concluir que la gramínea deseable Mulato II siempre estuvo por arriba del 50% de la vegetación presente (Figura 4); sin embargo, en ningún caso superó el 60%. La leguminosa *Arachis pinto* alcanzó una proporción estimada del 2.5% al final de la evaluación en los tratamientos en asociación con Mulato II (Cuadro A5). En general, estos valores son muy bajos respecto a lo previsto y no podría esperarse ningún efecto sobre la gramínea asociada.

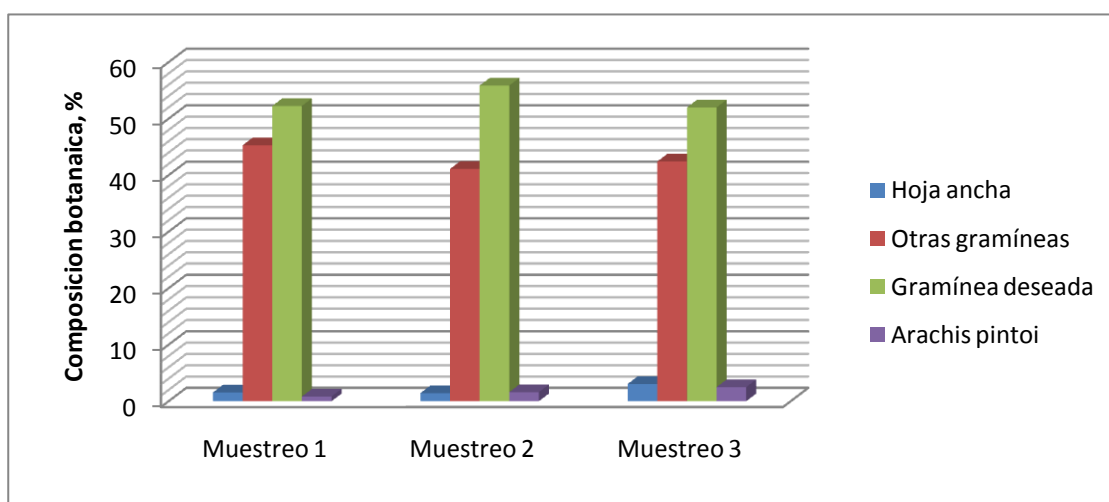


Figura 4. Comparación del porcentaje de *Arachis pinto* con respecto a las demás poblaciones por fecha de muestreo de composición botánica en las parcelas asociadas con Mulato II.

La proporción de *Arachis pinto* en las asociaciones con Toledo mejoró levemente con el paso del tiempo y obtuvo su valor más alto en el tercer muestreo (2%, aproximadamente) (Cuadro A6). Las proporciones de Toledo se mantuvieron entre 60 y 80% (Figura 5). Asimismo, la presencia de “otras gramíneas”, principalmente ratana, fueron consistentemente menores en los tratamientos con Toledo respecto a los tratamientos con Mulato II, mostrando de alguna forma un mejor desempeño del pasto Toledo respecto al Mulato II (Figuras 4 y 5).

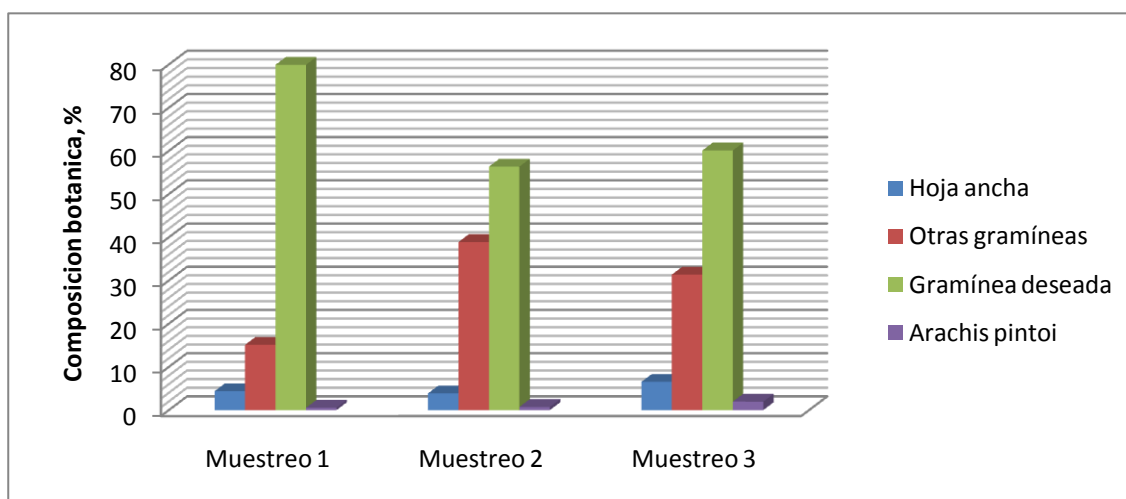


Figura 5. Comparación del porcentaje de *Arachis pinto* con respecto a las demás poblaciones por fecha de muestreo de composición botánica en las parcelas asociadas con Toledo.

Es esperable que conforme pase el tiempo, la proporción de *Arachis pinto* incremente gradualmente como ha sido reportado por Villarreal (2000) al monitorear la composición botánica de asociaciones de esta leguminosa con diferentes gramíneas incluyendo *Cynodon nlemfuensis*, *Pennisetum clandestinum*, *Brachiaria mutica*, *Setaria anceps* y *Brachiaria brizantha* en fincas lecheras en el cantón de San Carlos (Alajuela). Este comportamiento puede deberse, entre otros factores, al efecto de selectividad ejercido por el animal (CIAT, 1980 citado por Rojas *et al.*, 2005).

El efecto de la fertilización sobre la composición botánica también puede verse en las Figuras 6 y 7. La proporción de la gramínea deseable (Toledo o Mulato II) fue consistentemente mayor en los tratamientos fertilizados. En los tratamientos asociación con *A.pinto*, las proporciones de la gramínea deseable siempre fueron más bajas, indicando las consecuencias de las labores de re-establecimiento de la leguminosa sobre una lenta recuperación de la gramínea.

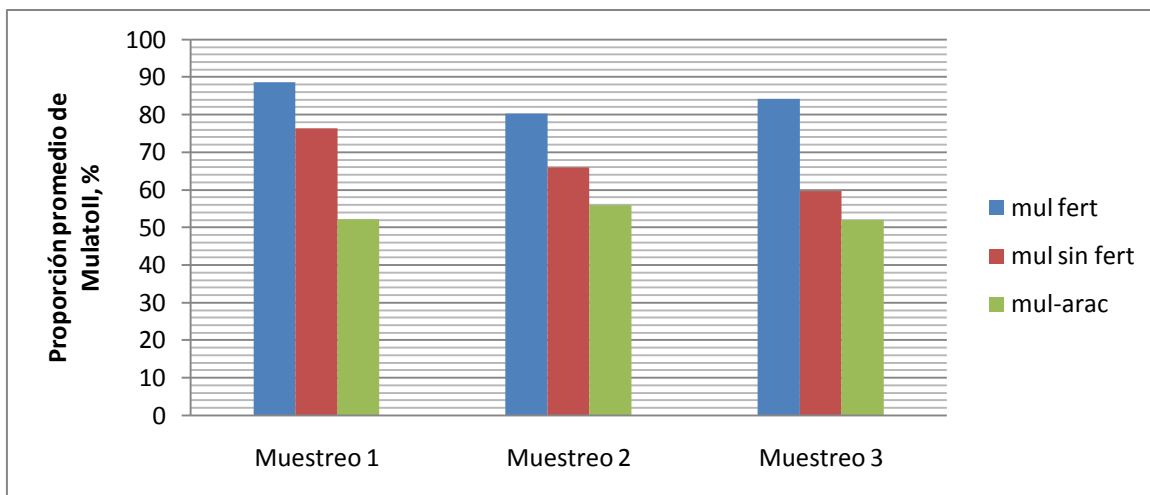


Figura 6. Proportión porcentual del componente Mulatoll según fecha de muestreo.

En cuanto a los tratamientos sin fertilización existe una tendencia a disminuir su persistencia en la pastura de forma progresiva con el pasar de los muestreos hasta llegar a un 59,6% (Cuadro A5 y A6), mientras que los tratamientos sometidos a fertilización se mantuvieron por encima del 80,6% (Cuadro A7 y A8).

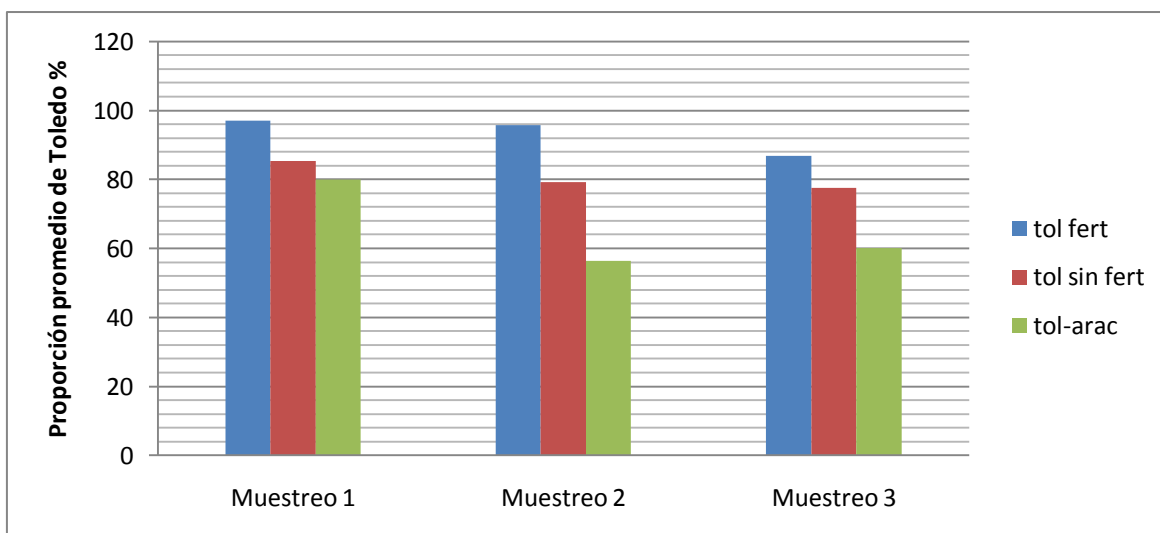


Figura 7. Proportión porcentual del componente Toledo según fecha de muestreo.

El efecto generado por las prácticas a las cuales fueron sometidos los tratamientos en los cuales se re-estableció la leguminosa provocó una invasión de gramíneas voluntarias, principalmente ratana (*Ischaemum indicum*). La agresividad con la que invadió la ratana las parcelas asociadas afectó el establecimiento exitoso de *Arachis pinto* (Figura 8).



Figura 8. Parcela de Mulato II y Toledo, respectivamente invadidas por Ratana (*Ischaemum indicum*).

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio se concluye que:

- La fertilización nitrogenada mejoró significativamente la producción de biomasa forrajera de Toledo y Mulato II.
- Se presentó una tendencia en términos de un mejor comportamiento del Cultivar Toledo en comparación con Mulato II. La producción de MS y la proporción de gramínea en las pasturas son indicadores de un mejor rendimiento relativo del pasto Toledo.
- Los valores promedio de producción MS/Cepa para cada tratamiento tuvieron una tendencia a disminuir con el paso de los muestreos.
- El re-establecimiento de *Arachis pintoii* en asociación con las gramíneas Toledo y Mulato II no fue exitoso debido a la agresiva colonización de la ratana (*Ischaemum indicum*) posterior a la siembra.
- En los tratamientos sin fertilización se presentó una tendencia progresiva de disminución de la gramínea deseable.
- La presencia de *Arachis pintoii* en las pasturas asociadas fue muy baja. Estos valores no permiten prever una mejoría inmediata en la producción y valor nutritivo de la gramínea asociada.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un eficiente control de malezas antes de la siembra de *Arachis pinto*.
- Aplicar una fórmula completa a la hora de realizar el establecimiento de la leguminosa para apresurar su crecimiento.
- Utilizar una cuadrícula con un área mayor para realizar los muestreos.
- Evaluar en un período más amplio de tiempo, para determinar si se da una estabilización en la producción de cada tratamiento.
- Utilizar fertilización nitrogenada de mantenimiento en los repastos con el fin de disminuir la degradación de la pradera.
- Usar el cultivar Toledo debido a sus mejores características.

7. LITERATURA CITADA

- Argel, P.; Miles, J. W.; Guiot, J. D.; Cuadrado, H. y Lascano, C. E. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087). Gramínea de alta calidad y producción forrajera resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. Disponible en http://isa.ciat.cgiar.org/catalogo/producto_es.jsp?codigo=P0385 - pág 24.pdf
- Argel, P.; Miles, J. W.; Guiot, J. D. y Lascano, C. E. 2006. Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/CV%20Mulato.pdf
- Argel, P. y Villarreal, M. 1998. Cultivar porvenir. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krap. Y Greg. nom. nud., CIAT 18744). Consultado el 21 de agosto del 2009. Disponible en http://www.ciat.cgiar.org/tropileche/articulos.pdf/arachis_3.pdf
- Chevallier, B. y Toribio, M. s.f. Importancia de la fertilización en pasturas. Profértil. Departamento de Investigación y Desarrollo. Pág. 2.
- Del Pozo, P. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de pastos tropicales. Universidad Agraria de la Habana, Cuba. Consultado el 30 de marzo del 2011. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/30-bases_ecofisiologicas_manejo_pasturas_tropicales.htm
- Estrada, J. 2004. Efecto de la temperatura sobre la producción y el contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente de *Panicum maximum* cv. Tobiatá, *Digitaria eriantha* cv. Transvala y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato. Consultado el 30 de marzo del 2011. Disponibles en: http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2004/T1972.pdf
- Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, D.; Burgos, C.; Perez, E.; Ramirez, G.; Medina A. 2004. Degradación de pasturas y pérdidas de productividad animal: Una evaluación económica desde la

perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Consultado el 28 de abril del 2011. Disponible en: http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/Degradacion_de_pasturas.pdf

- Gil, J. 2001. Comparación de los procedimientos GLM y MIXED del SAS para analizar diseños de parcelas divididas con bloques al azar. (en línea). 63 Revista Zootecnia Tropical. 19(1):43-58. Consultado 12 mayo 2011. Disponible en www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt1901/texto/gil.htm
- Giraldo, V. L. A. 1999. Potencial de la arbórea Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Consultado el 15 de marzo del 2011. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/.../Manriquez_Mendoza_LY_DC_Agroecosistemas_Tropicales_2010.pdf
- Jones, R., Sandland, R. 1974. The relation between animal gain and stocking rate: Derivation of the relation from the results of grazing trials. *The Journal of Agricultural Science*, 83, pp 335-342 doi:10.1017/S0021859600052035. Consultado el 04 de abril del 2011. Disponible en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract;jsessionid=686C8DB187D4B60264A6C45F7653C4B3.tomcat1?fromPage=online&aid=4891452>
- Lara, M. 2005. Evaluación de adaptación y producción de biomasa de nueve gramíneas forrajeras mejoradas en sabana, La libertad, Petén. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág 16.

- Lascano, C.E. y Ávila, P. 1991 Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*. 13(3):2-10.
- Lascano, C. E., Ávila, P. y Ramírez, G. 1996. Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito. *Pasturas Tropicales* 18 (3): 65-70. Consultado el 15 de marzo del 2011. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol18_rev3_a%C3%B1o96_art12.pdf
- Lascano, C.; Pérez, R.; Plazas, C.; Medrano, J.; Argel, J.P. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Disponible en
- http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/brachiaria_brizantha_cv_toledo.pdf – pág 13-14.
- Lobo, M. y Díaz, O. 2001. *Agrostología*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, C.R. pág. 76-83.
- Pérez, O. 2005. Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo. (en línea). CORPOICA. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). Consultado 16 abril 2008. Disponible en www.cundinamarca.gov.co/Cundinamarca/Archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10932.pdf
- Pizzio, R., Pallarés, R. sf. Manejo del pastoreo. Carga animal en pasturas. E.E.A. INTA de Mercedes, Orientes, Argentina. Consultado el 07 de abril del 2011. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/Pubdiversas/Jornada%20pastura%20pizzioCargaAnimalMod.pdf>
- Rao, M.; Kerridge, P.; Macedo, M. 1998. Requerimientos nutricionales y adaptación a los suelos ácidos de especies de *Brachiaria*. Pag. 58. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

- Rincón, A. 1999. Maní forrajero (*Arachis pintoï*), la leguminosas para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Consultado el 22 de julio de 2009. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127164516_Manï%20forrajero%20alimento%20animal.pdf
- Rojas, A. sf. Ventajas y limitaciones para el uso de maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*) en la ganadería tropical. Disponible en: http://avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf
- Rojas, S.; Olivares, J.; Jiménez, R. y Hernández, E. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Consultado el 3 de sept. 2009. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050509.pdf>
- Serrao, E.; Dias, M. 1988. Establecimiento y recuperación de pasturas entre los productores del trópico húmedo brasileño. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pág. 347.
- 't Mannelje, L; Haydock, KP. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pastures. Journal of the British Grassland Society. 18:268-275.
- Ulate, M.; 2009. Efecto del *Arachis pintoï* y la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición botánica en pasturas de *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II.
- Villarreal, M. y Zúñiga, L. 1996. Frecuencia de corte y productividad de accesiones de *Arachis pintoï*. En: P. J. Argel y A. Ramírez P. (eds.). Experiencias regionales con *Arachis pintoï* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Consultado el 21 de agosto del 2009. Disponible en : http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropileche/ARACHIS_3.pdf.
- Villarreal, M. 2000. Monitoreo de parámetros de sostenibilidad en fincas lecheras de San Carlos. Informe Final de Proyecto de Investigación

(código 5402-2151—35). Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede San Carlos. 89 p.

- Whalley, RDB; Hardy, MB. 2000. Measuring botanical composition of grasslands. In: Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Mannerje, L. 't and Jones, R.M., editor. CABI Publishing, U.K. 67-102.

8. ANEXOS

Cuadro A 1. Análisis estadístico de producción de biomasa forrajera.

```

DATA KEYNER;
INPUT
CARDS;
    especie    manejo    blq    gMS/Cepa
mulato    fert    1    176.8
mulato    sin    1    118.6
mulato    arac    1    74.9
toledo    fert    1    171.4
toledo    sin    1    129.8
toledo    arac    1    161.0
mulato    fert    2    110.5
mulato    sin    2    85.1
mulato    arac    2    42.8
toledo    fert    2    172.6
toledo    sin    2    90.0
toledo    arac    2    74.7
mulato    fert    3    123.4
mulato    sin    3    83.0
mulato    arac    3    30.8
toledo    fert    3    127.7
toledo    sin    3    110.6
toledo    arac    3    53.1

OPTIONS PS=80 LS=136 NODATE;
TITLE 'PRODUCCION MS POR CEPa_PRACT ESPEC KEYNER ARAYA';
PROC MIXED;
CLASS BLQ ESPECIE MANEJO;
MODEL kg_MS_cepa = ESPECIE MANEJO MANEJO*ESPECIE/DDFM=KR;
RANDOM BLQ BLQ*ESPECIE;
LSMEANS MANEJO ESPECIE MANEJO*ESPECIE/PDIFF;
RUN;

```

Cuadro A 2. Análisis de varianza de producción de materia seca.

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
especie	1	2	2.43	0.2596
manejo	2	8	52.48	<.0001
especie*manejo	2	8	0.09	0.9175

Cuadro A 3. Valores promedio de todos los muestreos.

Effect	especie	manejo	Estimate	Error	DF	t Value	Pr > t
manejo		arac	56.21	11.477	3.07	4.9	0.0154
manejo		fert	147.07	11.477	3.07	12.81	0.0009
manejo		sin	102.85	11.477	3.07	8.96	0.0027
especie	mulato		93.98	11.50	2.95	8.17	0.0041
especie	toledo		110.10	11.51	2.95	9.57	0.0026

Cuadro A 4. Prueba de medias de producción de materia seca por cepa.

Effect	especie	manejo	especie	manejo	Estimate	Standart Error	DF	t Value	Pr > t
manejo		arac		fert	-90,8500	8,8687	8	-10,24	<.0001
manejo		arac		sin	-46,6333	8,8687	8	-5,26	0,0008
manejo		fert		sin	44,2167	8,8687	8	4,99	0,0011
especie	mulato		toledo		-16,1111	10,3424	2	-1,56	0,2596

Cuadro A 5. Proporción promedio por muestreo de especies presentes en las asociaciones con Mulato II.

	Mulato II - Arachis		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Hoja ancha	1,56	1,43	3,06
Otras gramíneas	45,3	41,1	42,43
Gramínea deseada	52,26	55,86	52
<i>Arachis pinto</i>	0,83	1,6	2,5

Cuadro A 6. Proporción promedio por muestreo de especies presentes en las asociaciones con Toledo.

	Toledo - Arachis		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Hoja ancha	4,36	3,86	6,53
Otras gramíneas	15,1	38,9	31,36
Gramínea deseada	79,93	56,36	60,1
<i>Arachis pinto</i>	0,53	0,73	1,96

Cuadro A 7. Proporción promedio por muestreo de gramínea deseada Mulato II según manejo.

	Gramínea Deseada		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
mul fert	88,56	80,26	84,2
mul sin fert	76,36	66,06	59,6
mul-arac	52,26	55,86	52

Cuadro A 8. Proporción promedio por muestreo de gramínea deseada Toledo según manejo.

	Gramínea Deseada		
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
tol fert	97	95,76	86,73
tol sin fert	85,26	79,3	77,6
tol-arac	79,93	56,36	60,1