

**RENOVACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS DE *Arachis pintoi*
POR MEDIO DE SIEMBRA ASOCIADA DE *Brachiaria brizantha*
cv. Toledo**

CARLOS ANTONIO RODRÍGUEZ SALAS

Trabajo Final de graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de
Bachillerato en Ingeniería en Agronomía

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

2011

**RENOVACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS DE *Arachis pintoii*
POR MEDIO DE SIEMBRA ASOCIADA DE *Brachiaria brizantha*
cv. Toledo**

CARLOS ANTONIO RODRÍGUEZ SALAS

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador

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

Asesor

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

Jurado

Ing. Agr. Juan Carlos Cardona Álvarez, Lic.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

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

Director

Escuela de Agronomía

2011

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres por guiarme con su ejemplo en todos los momentos de mi vida y así contribuir en lo soy.

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia, que no me alcanzan las palabras para agradecer todo lo que me han colaborado no solo en este momento sino a lo largo toda mi vida.

A Alberto Camero, quien fue mucho más que un asesor y contribuyo en cada momento en este trabajo.

A toda la gente del TEC, que componen cada eslabón de esta gran cadena que con mucho esfuerzo permiten la realización de tantos logros y sueños.

Y a Dios que me permite disfrutar el milagro de la vida con cada amanecer.

TABLA DE CONTENIDOS

Título	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Degradación de pasturas	3
2.2. Renovación de potreros	6
2.3. <i>Arachis pinto</i>	7
2.4. <i>Brachiaria brizantha</i> cv Toledo	8
2.5. Establecimiento de <i>Brachiaria brizantha</i>	11
2.5.1. Siembra	12
2.5.1.1. Calidad y cantidad de semilla	12
2.5.1.2. Métodos de siembra	12
2.5.1.2.1. Siembra en hileras	13
2.5.1.2.2. Siembra al voleo	13
2.5.1.2.3. Siembra en franjas	13
2.6. Preparación de terrenos	13
2.6.1. Implementos para la preparación	14
2.6.2. Época de preparación	14

3. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	16
3.1. Localización	16
3.2. Antecedentes de la pastura	16
3.3. Selección del terreno	16
3.4. Actividades antes de la siembra del pasto	17
3.4.1. Evaluación de cobertura, producción y Composición botánica inicial	17
3.4.1.1. Toma de muestra	17
3.4.1.2. Determinación de composición botánica	18
3.4.1.3. Determinación de la producción MS inicial	19
3.4.1.4. Preparación del terreno y siembra	19
3.4.1.4.1. Uso de herbicida antes de preparación	20
3.4.1.4.2. Manejo de la sombra dentro de potreros	21
3.4.1.4.3. Preparación del terreno	22
3.4.1.4.4. Siembra	22
3.5. Actividades posteriores a la siembra del pasto	23
3.5.1. Fertilización	23
3.5.2. Cobertura	23
3.5.3. Control de malezas	24
3.5.4. Evaluación de producción y composición botánica	25
3.5.4.1. Toma de muestras	25
3.5.4.2. Determinación de composición botánica	25
3.5.4.3. Determinación de producción de MS	26
3.5.4.4. Uniformización a los 90 días establecimiento	26
3.5.4.5. Pastoreo inicial	26
3.5.4.6. Costo de la renovación de potreros	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Consideraciones para la discusión de resultados	28
4.2. Composición botánica y producción de MS antes y después de la renovación de potreros	28

4.2.1. Composición botánica antes de la renovación	29
4.2.2. Producción de materia seca antes de renovación	30
4.2.3. Composición botánica al final de renovación	31
4.2.4. Producción de MS después de renovación	33
4.2.5. Costos de establecimiento	35
4.3. Consideraciones sobre el porqué no funcionó la La práctica de sólo aplicación de herbicida	36
5. CONCLUSIONES	38
6. RECOMENDACIONES	39
7. BIBLIOGRAFÍA	40
8. ANEXOS	44

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Disponibilidad de MS en kg ha ⁻¹ antes de la práctica de renovación	31
2.	Disponibilidad de MS en kg ha ⁻¹ después de la práctica de renovación	33
3.	Costos (Colones ha ⁻¹) de renovación de potreros bajo las condiciones de la finca La Esmeralda	36

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Épocas de siembra en la región Huetar Norte.	11
2.	Situación inicial de los potreros.	17
3.	Toma de muestras y colección de material.	18
4.	Clasificación de materiales según las especies.	19
5.	Control químico localizado.	21
6.	Control de sombras y manejo de cercas vivas.	21
7.	Vista de la preparación del terreno para la siembra.	22
8.	Fertilización manual al voleo.	23
9.	Efecto de la aplicación de herbicida sobre malezas.	24
10.	Presencia de ciperáceas al momento del pastoreo.	25
11.	Inicio y final del pastoreo a la edad de 115 días.	27
12.	Composición botánica de los potreros antes de renovación.	29
13.	Composición botánica de la pastura en el potero 6.	31
14.	Composición botánica de la pastura en el potero 6.	32
15.	Establecimiento de <i>B. brizantha</i> después de renovación.	33
16.	Densidad de plántulas ha ⁻¹ a 5 semanas de la siembra.	35

RESUMEN

Este trabajo se elaboró con el objetivo de renovar las pasturas degradadas de *Arachis Pinto* en Finca La Esmeralda propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica y ubicada en Santa Clara, distrito Florencia, cantón de San Carlos, en la Provincia de Alajuela. La altitud de los terrenos es de 170 msnm, la precipitación promedio anual es de 3450 mm y la temperatura promedio por año oscila en 27 °C. Los potreros donde se realizó la práctica fueron establecidos en el año 1998 con *Arachis pinto* en forma de monocultivo, donde se mantenían 36 vacas bajo el método de pastoreo de unos 375 kilogramos promedio, bajo un sistema rotacional de 12 horas de ocupación y 16 días de descanso. Los resultados del trabajo demostraron que la preparación del terreno en forma mecanizada resultó en un mejor establecimiento de la pastura al compararlo con la práctica cero mecanización. La práctica de renovación mejoró la composición botánica al determinar la presencia de *Brachiaria brizantha* en más del 90% del área de los potreros y un sustancial aumento en producción de materia seca al (4082 kg MS ha⁻¹) al compararlo con la producción de los potreros degradados (408 kg MS ha⁻¹). Se determinó el costo de establecimiento en cuatrocientos dos mil ochocientos Colones por hectárea (402800 Colones ha⁻¹) siendo los rubros de mayor inversión la mano de obra, semilla, control de sombras y cercas vivas.

Palabras clave: Renovación de pasturas, *Arachis Pinto*, *Brachiaria Brizantha* cv Toledo, pasturas degradadas.

ABSTRACT

This work was performed with the goal of renewing degraded *Arachis pintoi* pastures by means of planting *Brachiaria brizantha*. Two soil preparation practices were compared, the first one includes the use of herbicides and tilling, and the second one consist of herbicide application and no tilling. The study was conducted at “Finca La Esmeralda” of the TEC, located in Santa Clara, district of Florencia, San Carlos County, province of Alajuela, at an altitude of 170 meters above sea level, with a mean annual precipitation of 3,450 mm, and average annual temperature of 27 °C. The pastures where the trials were performed were established in 1998 with *Arachis pintoi* as a monoculture, with 36 cows of around 375 kilograms grazing under a rotational system of 12 active hours, and 16 days of rest. The results of this work demonstrate that tilling of the soil resulted in better growth of the pastures, when compared to no tilling. The practice of renewal improved the botanical compositions; it was found the presence of *Brachiaria brizantha* in over 90% of the pasture area. There was also a substantial increase in the production of dry matter at 4082 kg MS ha⁻¹, in contrast to the production from degraded pastures at (408 kg MS ha⁻¹). It was determined that the cost of the project was four hundred thousand and two with eight hundred Costa Rican *colones* per hectare (402800 Colones ha⁻¹), and the main expenditures were labor, seed, shade control and hedges for fencing.

Keywords: Pasture renovation, *Arachis pintoi*, *Brachiaria brizantha* cv Toledo, degraded pastures.

1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los sistemas de producción ganaderos en el trópico húmedo dependen principalmente de la cantidad y calidad de nutrientes aportados por las especies forrajeras de los potreros, sin embargo, en la mayor parte de los casos se presenta baja eficiencia productiva por diversos problemas que van desde especies no adecuadas y malos manejos hasta suelos y pasturas degradadas, ocasionando graves problemas de rentabilidad en los sistemas productivos (Pérez, 2003).

Es común encontrar fincas ganaderas en terrenos con suelos degradados en las cuales, además de los problemas de las características físicas, se tienen problemas químicos en donde las deficiencias de nitrógeno son muy normales y ocasionan la necesidad de realizar correcciones nutricionales con la aplicación de fertilizantes para mejorar la productividad de los forrajes, pero el alto costo de estos insumos agrícolas, además de la presencia de especies de “pasturas mejoradas” poco adaptadas a las condiciones del medio produce, la necesidad de buscar alternativas forrajeras que den soluciones a estos problemas (Ulate, 2009).

El objetivo principal en el manejo de potreros es maximizar la producción y calidad nutritiva del forraje y una utilización eficiente de éste por parte del animal y así consecuentemente incrementar, la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina (Rojas *et al.*, 2005).

Por otro lado, la carga animal definida como el número de animales por unidad de área en pastoreo, es el principal factor que más afecta la estabilidad de una pastura por la relación entre la oferta de forraje y el consumo del animal (Pérez, 2003; Lobo y Días, 2001).

Cuando se conjugan varios de los factores mencionados (especies, suelos pobres, épocas del año, manejo) bajo un manejo no racional, indudablemente que el resultado final será una pastura degradada.

Con estos antecedentes se planteó el presente trabajo como una práctica de renovación de pasturas a partir de potreros degradados y establecidos inicialmente con *Arachis* (*Arachis pinto*).

1.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo fue el de renovar y hacer productivo un potrero degradado de *Arachis* (*Arachis pinto*) mediante el establecimiento asociado de *Brachiaria* (*Brachiaria brizantha* cv Toledo).

1.2. Objetivos específicos

- 1.2.1. Determinar la producción ($\text{kg MS}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) y composición botánica inicial (antes del establecimiento de la nueva pastura).
- 1.2.2. Determinar la de la producción ($\text{kg MS}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) y composición botánica final a los 90 días del establecimiento (edad del primer pastoreo).
- 1.2.3. Cuantificar los costos (Colones ha^{-1}) incurridos en el proceso de la renovación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Degradación de pasturas

Al menos 6,3 millones de hectáreas en América Central están cubiertas por pastizales degradados y esas áreas aumentan por dos razones principales: las tasas anuales de renovación son menores que las de degradación y el desplazamiento de la producción a zonas marginales (Betancourt *et al.*, 2007). Bajo estas condiciones Holmann *et al.*, (2004) citan que las pasturas por lo general se degradan y hay que renovarlas cada 7 años aproximadamente.

Así mismo, mencionan que la degradación de la tierra consiste en la pérdida de la capacidad productiva del agroecosistema, lo que para estos casos, significa una disminución de la producción de materia seca y un menor valor nutritivo del forraje con la consecuente reducción la rentabilidad del sistema ganadero. Varias pueden ser las causas de la degradación de pasturas, que en la mayoría de los casos, está ligada a prácticas de manejo no apropiadas como lo menciona Rojas *et al.*, (2005):

- Establecimiento en zonas con suelos frágiles.
- Siembra de especies pobremente adaptadas.
- Pastoreo excesivo durante la época lluviosa.
- Inadecuado manejo de sombras.
- Quema incontrolada y frecuente.
- Compactación y erosión.
- Perdida de fertilidad.

La degradación de las pasturas trae serias consecuencias al productor, reduciendo los rendimientos en producción animal e incrementando los costos. Según Pérez (2003), los signos que caracterizan una pastura degradada son: marcada disminución en el vigor, cobertura y valor nutricional del pasto, aumento

en la presencia de plantas invasoras, plagas e insectos, que inciden directamente en la producción de materia seca.

La degradación de las pasturas se manifiesta no sólo en una disminución de la disponibilidad de la biomasa forrajera y de las especies palatables, el consiguiente incremento en las malezas y el material senescente, sino también, en una mayor proporción de espacios de suelo desnudo. Adicionalmente a esto, el reemplazo de las especies palatables por invasoras y, en alguna medida, la mayor presencia de material senescente en las pasturas con un mayor nivel de degradación, resulta en una menor calidad nutritiva de la biomasa comestible (Días-Filho, 2005).

Betancourt *et al.*, (2007) reportan que la estimación del potencial de producción animal, basado en la disponibilidad de biomasa y la calidad nutritiva, y expresado como producción de leche por vaca lactante o ganancia de peso en novillos, disminuía linealmente a medida que se incrementaba el nivel de degradación de las pasturas.

De León (2004) señala que en el proceso de degradación de pasturas se produce una paulatina disminución de las especies más palatables y de mayor valor forrajero, las que serán reemplazadas por especies de menor o ningún valor o especies invasoras. En algunos casos se ha llegado a la desaparición total o extinción de valiosas especies forrajeras, lo que constituye no solo una menor producción, sino la pérdida de material genético imposible de recuperar o “erosión genética”.

De allí que el objetivo principal en el manejo de potreros es maximizar la producción y calidad nutritiva del forraje, y una utilización eficiente de este por parte del animal y así consecuentemente, incrementar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina (Rojas *et al.*, 2005).

Por otra parte, en el trópico, la producción ganadera está limitada por la productividad de las gramíneas poco adaptadas que conducen a un bajo valor nutritivo, especialmente cuando aumenta la edad del rebrote, ocasionando

disminución del consumo de MS, situación que se puede mejorar dándole buen manejo nutricional al forraje con la incorporación de fertilizantes, pero en ese momento, la eficiencia del sistema forrajero se puede volver frágil, por malas prácticas de manejo de pastoreos (Romero, 1980).

Por esto es importante no solo tener especies que estén adaptadas y con un buen manejo nutricional, sino tener bien claro los periodos de ocupación y de recuperación, además de la carga animal para lograr persistencia, suficiente cantidad y buena calidad del forraje, logrando hacer más eficiente el sistema de producción (Pérez, 2003; Rodríguez, 1997).

La carga animal es el número de animales por unidad de área y que si es manejada racionalmente, puede permitir una mayor persistencia de la pastura, por lo cual Pérez (2003) y Lobo y Días (2001) señalan la carga animal como el factor que más afecta la estabilidad de una pastura, por la relación entre la oferta de forraje y el consumo del animal.

Otro aspecto importante es la deficiencia de nitrógeno (N) como factor que afecta la persistencia y provoca el inicio de la degradación de pasturas mejoradas. Una vez que ocurre la deficiencia de este nutriente, la calidad y el vigor de las plantas comienzan a declinar como consecuencia de la reducción de la actividad biológica y la deficiencia de otros nutrientes, como fósforo y potasio. De allí la importancia de trabajar en recuperar la capacidad productiva del agroecosistema, sino, hacerlo con especies que a su vez contribuyan con la deficiencia del nitrógeno (N), razón por la cual surgen las leguminosas, que además de sus condiciones como forrajeras, contribución en la recuperación de suelos degradados (Barcellos, 1986; citado por Holman *et al*, 2004).

2.2. Renovación de potreros

El bajo rendimiento de los potreros es uno de los problemas más comentados por parte de los ganaderos. Esto se debe a que, según el criterio del ganadero, el potrero "se cansa" y consecuentemente produce una menor cantidad y no alimenta al ganado. Se dice además, que a pesar de la utilización de abonos que aplican sobre el potrero, la reacción de los pastos a éstos es lenta y representa altos costos (Romero, 1980; Ortiz *et al.*, 2003)

Gran parte de las áreas dedicadas a pasturas necesitan ser renovadas debido al deterioro de los suelos y mal manejo de los pastos, hasta llegar a niveles muy drásticos, razón por la cual se tiene que trabajar en programas de renovación de potreros, que permitan devolver la capacidad productiva y mejorar la persistencia de los mismos (Pérez, 2003).

Hernández *et al.*, (1994) recomiendan la recuperación de potreros a través de varias alternativas, tales como tratamientos mecánico-químicos, modificaciones del período de pastoreo, ajuste de carga animal, introducción de especies tendientes a mejorar las condiciones del suelo y la cantidad y calidad del forraje producido, aplicación de riego, control de malezas, etc.

Entre las prácticas de renovación de pasturas que se están utilizando está la implementación de asociaciones entre leguminosas y gramíneas, las cuales si bien es cierto necesitan más manejo que en condiciones de monocultivo, sus resultados pueden ser mejores, siempre y cuando se seleccionen los materiales más adecuados para el sistema, como lo es el caso de la asociación entre *Arachis* y *Brachiaria* (Ortiz *et al.*, 2003)

La introducción de *Arachis* en pasturas ya establecidas, es una práctica muy común por las aceptables características de este y se puede realizar para recuperar praderas degradadas o para mejorar su calidad nutritiva; material que se ha caracterizado por la excelente persistencia en las asociaciones bajo pastoreo, con las especies rastreras e invasoras (ICA, 1992).

El crecimiento prostrado e invasor del *Arachis*, le permite asociarse con gramíneas de hábito similar como el *B. humidicola* y el *B. dictyoneura* y con aquellas de crecimiento erecto o semierecto como el *B. decumbens*, *B. brizantha* y *P. máximum*. Con especies no estoloníferas, el *Arachis* tiene un establecimiento rápido, especialmente en donde los suelos son más fértiles. Por otra parte, la leguminosa cubre totalmente los espacios dejados por éstas gramíneas, evitando así el suelo descubierto que puede sufrir deterioro en sus características físicas por el pisoteo del ganado o ser fácilmente invadido por malezas (Rincón, 1999).

El retorno de nutrientes al suelo vía hojarasca producida por la planta, es generalmente de mayor importancia cuantitativa que el que hace el animal vía excretas, para el reciclaje de nutrientes en pasturas tropicales. El balance entre estos dos procesos de reciclaje determina si el suelo gana o pierde materia orgánica y nutrientes y el *Arachis* por su parte se destaca por su buen contenido de nutrientes, los cuales tienen rápida incorporación al suelo por la pronta descomposición de la hojarasca. Esta es una de las especies forrajeras de más rápido reciclaje de nutrientes, tanto en época lluviosa como en época seca (ICA, 1992).

2.3. *Arachis pintoi*

Esta leguminosa forrajera pertenece a la familia de las Fabáceas y tribu Aeschynomeneae, de la subfamilia Papilionaceae, el cual es originario de América del sur ubicado naturalmente en Brasil, donde fue coleccionado por Gerardo Pinto en el estado de Bahía en 1954. También se puede ubicar en Paraguay, Argentina y Uruguay (Araya *et al.* 1997; Grof, 1985 citado por Rodríguez, 1997).

A Costa Rica llegó en el año 1987 por medio del convenio MAG-CIAT y gracias a donaciones de instituciones brasileñas, liberada por el MAG-ITCR-CIAT en el año 1994 en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Argel y Villarreal, 2000, citados por Ulate, 2009).

Según Argel y Pizarro (1992), la mejor adaptación de *Arachis pintoii* se da en zonas entre los 0 y 1800 msnm, con una precipitación anual entre 2000 y 3500 mm y con una estación seca menor de 4 meses. Por otra parte, Lobo y Díaz (2001) dicen que su adaptación llega hasta 1400 msnm y destacan que su mejor comportamiento se da en altitudes inferiores a las 1000 msnm y logra soportar precipitaciones de 4500 mm bien distribuidas.

A modo de descripción, se puede decir que el *Arachis* es una planta herbácea perenne, de crecimiento rastrero y estolonífero que se llega a extender hasta un metro sobre la superficie del suelo, tiene raíz pivotante, hojas alternas compuestas de cuatro folíolos, tallos ligeramente simples, aplanados y con entrenudos cortos (Rettally, 2009). Las hojas son de color verde de cuatro folíolos de forma ovalada-oblonga y su presencia abundante; sus flores son amarillas y presentes durante todo el año, los frutos son pequeños, rugosos, ovalados de pericarpio delgado y duro, el cual se encuentra dentro de la tierra y presenta muy buena germinación (Lobo y Díaz, 2001).

Entre las principales características que distinguen a esta leguminosa están: su compatibilidad con especies de gramíneas como las especies de *Brachiarias* y *Guineas*, adaptación a suelos ácidos, resistencias a plagas y enfermedades, resistencia al pastoreo y pisoteo, buen valor nutricional y producción de semilla durante todo el año (Rodríguez, 1997).

El *Arachis pintoii* es una opción para mejorar los sistemas de producción pecuarios debido a los buenos resultados en la relación planta-animal así como en la relación planta-suelo, logrando sistemas más eficientes y una buena opción en los intentos de recuperación de suelos (Rojas, 2000)

El mismo autor, hace mención a una serie de ventajas de la implantación del *Arachis*, como lo son su alta capacidad de fijación de nitrógeno (hasta 150 kg N ha⁻¹), rápida degradación de su hojarasca, estímulo sobre la diversidad biológica del suelo y mejoría en el contenido de materia orgánica, recuperación de las características físicas de suelos degradados, persistencia, buena respuesta a la

carga animal y su versatilidad como sistema de producción, ya que se puede producir como nomocultivo y en asocio con gramíneas. Además, es una opción ideal en la producción, ya que aporta proteína y sustratos energéticos lo que mejora la respuesta animal, tanto en producción de leche como de carne.

Lobo y Díaz (2001) mencionan producciones entre 5.1 y 8.4 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en la Estación Experimental Diamantes en Guápiles. Por otra parte se mencionan datos desde 16% a 22% de proteína que varía con la estación climática; a su vez, se reportan datos que van desde 50% hasta 70% de DIVMS, siendo los datos de 60% a 65% bien aceptados (Torres, 1995; Rodríguez, 1997).

Por otra parte, Conejo (2002) menciona el contraste que presenta esta leguminosa con las gramíneas; estas últimas bajan su calidad nutritiva con el tiempo y el *Arachis* mantiene valores altos, inclusive hasta con 12 semanas de rebrote donde presenta contenidos de 18.74% proteína cruda (PC), 39.3% fibra neutro detergente (FND), 33.8% fibra ácido detergente (FDA) y 2.51 mega calorías de energía (Mcal ED) digestible kg⁻¹ MS.

Torres (1995) menciona estudios de Lascano y Thomas, 1998; CIAT, 1991; ICA, 1992 y Martínez, 1992, para recalcar la buena palatabilidad del *Arachis pintoii*, lo que hace que los animales lo seleccionen al estar asociado a especies de gramíneas, como estrella africana en donde el consumo llega a ser casi un 30% más.

Por su parte el arachis se ha caracterizado, a diferencia de otras leguminosas liberadas, por la excelente persistencia en las asociaciones bajo pastoreo con las especies rastreras e invasoras, esto porque posee gran cantidad de estolones que le ayudan a resistir el pastoreo y consecuentemente le permiten invadir fácilmente cualquier suelo descubierto además de resistir el efecto de fractura debido al pisoteo del ganado. La capacidad de regeneración es muy amplia y va desde semilla verdadera, fragmentos de raíz y de estolones, lo que contribuye a su capacidad para persistir y resistir los efectos del mal manejo (Fisher y Cruz, 1995, citado por Rincón, A., 1999) la reserva de semilla en el suelo va desde 2 t/ha en

semilleros y en pasturas asociadas bajo pastoreo y en áreas con menos de dos años de establecimiento, la reserva de semilla es menor de 300 Kg./ha.

2.4. *Brachiaria brizantha* cv Toledo

Brachiaria brizantha fue introducida al país en el año 1988 por el convenio MAG-ECAG-CIAT y fue liberada por el MAG en el año 2000 en Esparza, Puntarenas (Lobo y Díaz, 2001).

Se desarrolla bien desde el nivel del mar y hasta los 1500 metros de altura y en zonas con lluvias entre los 600 y 4500 milímetros al año, soportando zonas que tienen entre cinco y seis meses de temporada seca. Crece bien en suelos ácidos y con fertilidad baja, tolera suelos arenosos, pero prefiere los suelos drenados con fertilidad de buena a media. Es importante destacar que su rendimiento se reduce al permanecer varios días inundado y que crece bien bajo la sombra (Ducca *et al*, 2009).

El cultivar Toledo es una gramínea con hojas lanceoladas de 16 a 40 cm. de longitud y 5 cm de ancho, planta permanente (perenne), robusta de 1 a 2 m de altura, con crecimiento semierecto en forma de macolla, produce tallos vigorosos los cuales pueden enraizar si se encuentran en contacto estrecho con el suelo (Lobo y Díaz, 2001).

El método más usual de propagación es por medio de semilla gámica, el cual además, es el más barato, pero también se puede realizar por medios vegetativos utilizando tallos enraizados de las cepas que ya han macollado (Lascano *et al.*, 2002).

Esta gramínea se puede usar como pasto de corta o en pastoreo. Bajo el sistema de pasto de corta, se recomienda utilizar una frecuencia de corte de 28 días, a una altura de 35 cm sobre el nivel del suelo, esto para lograr un adecuado balance entre cantidad y calidad de material cosechado, ya que cortes a menor edad,

representan una baja producción y a mayor edad una disminución en la calidad (Rincón *et al.*, 2008; citado por Ulate, 2009)

Ducca *et al.*, (2009) mencionan que este material bajo pastoreo con una frecuencia de 21-28 días, produce 2.3 ton MS ha⁻¹, soportando cargas animal de 2.5-3 UA ha⁻¹, y en cuanto a la calidad del material producido por este cultivar, es similar o ligeramente mejor a los otros cv de *B. brizantha* al presentar datos de 13.5, 10.1, 8.7% de PC (en hojas) y 67.8, 64.2 y 60.3% de DIVMS a 25, 35 y 45 días de rebrote, respectivamente (Lascano *et al.*, 2002).

Rojas *et al.*, (2005) comentan que para que exista una asociación entre dos componentes (gramíneas y leguminosas), se tiene que dar una interacción armónica y equilibrada para que esta se pueda acoplar dentro del agroecosistema productivo. Esta asociación puede darse con especies nativas o introducidas según sus características específicas y su facilidad de adaptación, tanto al otro componente, como al entorno.

Es importante mencionar que la asociación de leguminosas con gramíneas no resulta ser nada fácil, ya que por su grupo fotosintético C3 y C4 respectivamente, responden de manera diferente a las condiciones de clima presentes en el trópico, generando ventaja a favor de las gramíneas. Además, en las leguminosas los puntos de crecimiento están más expuestos, lo que ocasiona pérdidas durante el pastoreo, condición que no sucede en la gramíneas al tenerlo ubicado cerca de la vaina (Pérez, 2003).

2.5. Establecimiento de *Brachiaria brizantha*

En el establecimiento de pasturas interactúan varios factores como lo son los relacionados con el clima, plagas, suelo y semilla. Se puede utilizar la información existente para evitar los impactos, como lo comentan Ducca *et al.* (2009), donde establecen (Figura 1) los meses más apropiados para realizar las siembras según la distribución de lluvias en el año, en la Zona Norte de Costa Rica.

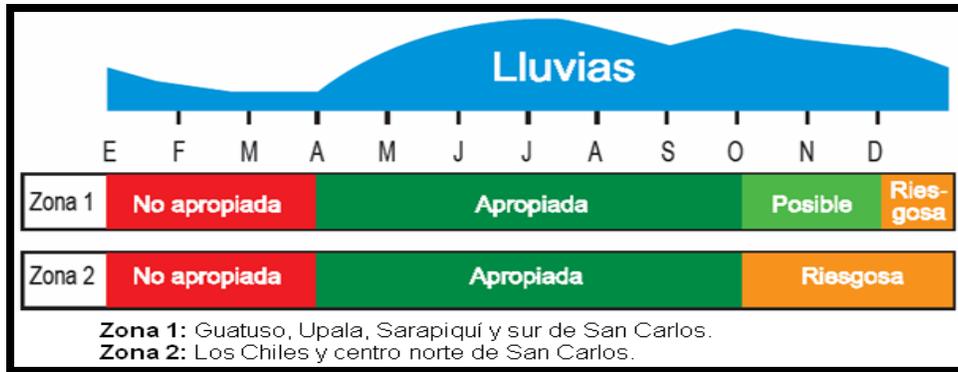


Figura 1. Épocas de siembra en la región Huetar Norte (Ducca *et al.*, 2009).

2.5.1. Siembra

2.5.1.1. Calidad y cantidad de semilla

Si la semilla es gámica resulta muy importante tener presente los dos aspectos que definen la calidad de la semilla, como lo son la pureza y la germinación, en donde el primero consiste en la proporción porcentual de semilla pura que es aquella que tiene el grano formado y el segundo, que también se expresa en forma porcentual, consiste en la capacidad que conserva la semilla para germinar en un momento dado. Es importante destacar que cuando se realiza el cálculo de porcentaje de germinación, se realice solo con semilla pura (Holman *et al.*, 2004).

El término semilla pura germinable (SPG) es el producto matemático que se obtiene del porcentaje de pureza y germinación de la semilla y el cálculo teórico de la cantidad mínima de semilla a sembrar por ha o densidad de siembra por ha (DS), se da por la siguiente fórmula matemática propuesta por Ortiz *et al.*, 2003.

$$\text{SPG calculada} = \frac{\% \text{ pureza} \times \% \text{ germinación}}{100}$$

$$DS = \frac{\text{SPG recomendada (kg ha-1)} \times 100}{\text{SPG calculada (\%)}}$$

2.5.1.2. Métodos de siembra

Los métodos de siembra de semilla verdadera (gámica) se dan como respuesta a las diferentes condiciones del sistema, entre las principales variaciones están el tipo de semilla, la topografía del terreno y el tipo de cultivo a establecer. Entre los métodos más practicados tenemos:

2.5.1.2.1. Siembra en hileras

El método requiere preparación de suelo el cual se puede hacer en forma mecánica o manual (a pala), y consiste en la formación de hileras o surcos los cuales varían en sus dimensiones según la humedad del suelo, el complejo de malezas, el hábito de crecimiento y el vigor de la especie. Para gramíneas macolladoras se puede trabajar con distancias de 0.4 a 0.6 m entre surcos. Dentro de los beneficios que ofrece este sistema, está un control de malezas más efectivo y un uso eficiente de la semilla (Lobo y Díaz, 2001).

2.5.1.2.2. Siembra al voleo

Este método es el más usado por ser sencillo y rápido; también se puede realizar en forma mecánica o manual y su éxito depende de la uniformidad de la distribución, en donde interviene la velocidad y dirección del viento. Para lograr una buena distribución, se puede mezclar con materiales inertes (Romero, 1980).

2.5.1.2.3. Siembra en franjas

Es la más recomendada para introducir una especie nueva en un terreno con otra especie ya establecida; según la agresividad de la especie a introducir así va a ser la amplitud y la distancia de las franjas (Pérez, 2003).

2.6. Preparación de terrenos

La preparación consiste en acondicionar el terreno para lograr un establecimiento exitoso y varía desde una quema química que controla malezas, hasta el uso de implementos que mejoran las características físicas del suelo y pueden ser:

- La labranza convencional que mezcla implementos que rompen (arado o subsolador) con implementos que afinan (rastras).
- Labranza mínima en donde se usan implementos rompedores que controlan malezas con raíces superficiales.
- Labranza en surcos en donde se realiza únicamente la formación del surco mediante la ruptura del terreno.
- Cero labranza que es especialmente usado en terrenos con topografía y condiciones no mecanizables, tanto por inclinación como por presencia de piedras o troncos; en este sistema se realiza solamente control de las especies nativas por medio de quema química (Romero, 1980; Rojas *et al.*, 2005).

2.6.1. Implementos para la preparación

El tipo de implementos a utilizar y la intensidad de labranza dependen de las características físicas del suelo, de la topografía del terreno, del potencial de malezas de la zona y del tipo de material (semilla verdadera o vegetativa) de propagación a utilizar. Los implementos agrícolas adecuados para la preparación del suelo son aquellos que lo descompactan a una profundidad adecuada para el desarrollo de las raíces del cultivo, sin invertir sus horizontes (Pérez, 2003).

2.6.2. Época de preparación

La planeación tiene un papel muy importante para garantizar un adecuado establecimiento de las especies forrajeras y más, cuando se trata de terrenos que se necesitan preparar, ya que por condiciones de clima, no es en cualquier momento en que se puede realizar esta labor, por lo cual se recomienda realizar

con suficiente anticipación a la siembra en terrenos con alta presión de malezas, para lograr una buena incorporación de los rastrojos y, a su vez, controlar la germinación temprana de nuevas especies. Por otro lado, si se opta por realizar preparación mecanizada, la programación es bien importante porque hacer estas en condiciones de suelo con alta humedad, perjudica las condiciones físicas del suelo (Pérez, 2003; Rojas *et al.*, 2005).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

La práctica se realizó en la finca La Esmeralda, propiedad del Instituto Tecnológico de Costa Rica, localizada en Santa Clara, distrito de Florencia, cantón de San Carlos, provincia de Alajuela, a una altitud de 170 msnm, precipitación anual media de 3.450 mm y una temperatura promedio anual es de 27 °C.

3.2. Antecedentes de la pastura

Los potreros donde se realizó la práctica pertenecen al área de pastoreo de las vacas de ordeño de la Finca la Esmeralda del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El suelo del área se clasifica como Inceptisol (Furcal, 2010, comunicación personal). Los potreros fueron establecidos en el año 1998 con un área de aproximadamente 2500 m² cada uno, con *Arachis pintoii* en monocultivo. El sistema de pastoreo es rotacional de medio día de ocupación y 16 de descanso. Aproximadamente pastorean alrededor de 36 vacas de unos 375 kilogramos, para una carga animal instantánea de 120 UA ha⁻¹.

3.3. Selección del terreno

El área que se seleccionó para la práctica fueron cuatro potreros identificados en la finca como los números 6, 7, 8 y 9 con áreas de 2.516, 2.517, 2.517 y 2.516 m², respectivamente. Estos presentaban fácil acceso, mecanizables, áreas prácticamente iguales y además presentaban un nivel de deterioro o degradación similar con alguna presencia de *Arachis* (Figura 2).



Figura 2. Situación inicial de los potreros (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.4. Actividades antes de la siembra del pasto

3.4.1. Evaluación de cobertura, producción inicial (kg MS ha^{-1}) y composición botánica inicial

3.4.1.1. Toma de muestras

Para determinar las variables de producción y composición botánica, se recolectaron 15 muestras al azar en cada potrero utilizando una cuadrícula de 0.25 m^2 . Las muestras fueron tomadas a ras de suelo con una máquina cortasetos (Figura 3). Las muestras se colocaron en bolsas plásticas y se llevaron al laboratorio de Agrostología del ITCR Sede San Carlos para determinar materia seca y composición botánica.



Figura 3. Toma de muestras y recolección de materia para determinar producción y composición botánica. (Foto C. Rodríguez, 2010).

3.4.1.2. Determinación de la composición botánica

De las muestras tomadas para la variable producción se tomó el peso fresco total de la muestra y se separó el material de las diferentes especies presentes, clasificándolas en Arachis, gramíneas, hojas anchas y ciperáceas (Figura 4). Posteriormente se tomaron los pesos frescos de cada especie, determinándose así la proporción de cada una.

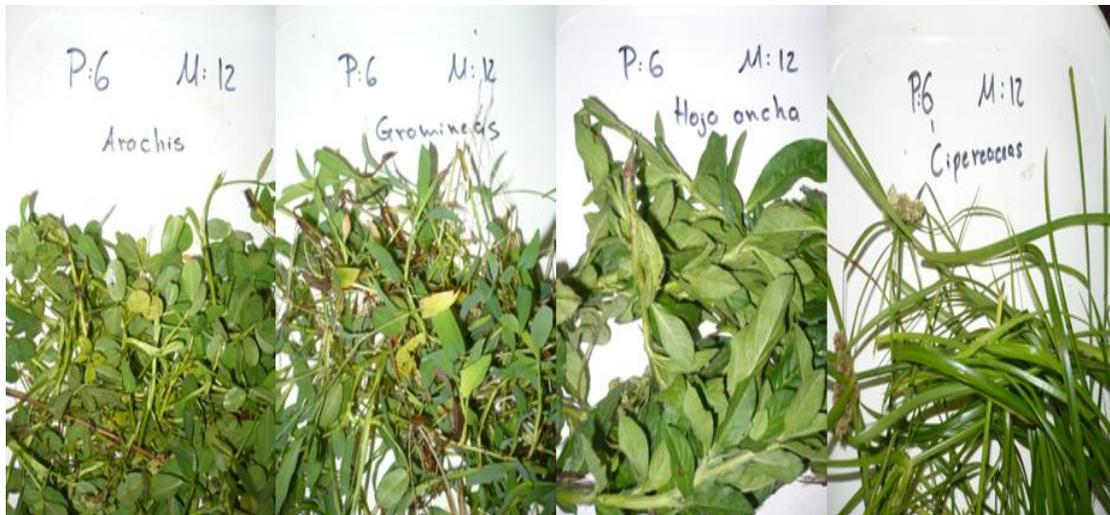


Figura 4. Clasificación del material según las especies para determinar composición botánica. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.4.1.3. Determinación de producción (kg MS ha^{-1}) de materia seca inicial

El procedimiento metodológico utilizado fue el siguiente:

- a) De las muestras recolectadas en campo y pesadas (PF) se tomaron submuestras, se tomó el peso, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a una estufa a 55°C durante 72 horas. El peso de la muestra parcialmente seca (PS) se determinó una vez que ésta se equilibró con la humedad ambiente (12 horas después de retirada del horno). Para calcular el contenido de materia seca se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = (\text{PS} / \text{PF}) * 100$$

- b) Una vez obtenido el % MS total, se calculó el rendimiento de materia seca por hectárea (kg MS ha^{-1}) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Kg MS ha}^{-1} = (\% \text{ MS} * \text{PF (kg / 0.25 m}^2\text{)}) / 100 * 40,000$$

3.4.1.4. Muestreo de semillas

Para determinar la población de semillas de *Arachis* en el suelo se tomaron 15 muestras a una profundidad de 15 cm.

3.4.2. Preparación del terreno y siembra

La propuesta de renovación planteada en este trabajo, se basó en dos líneas:

- Una primera que proponía un mejor establecimiento cuando se realizaba una quema con herbicida localizado hacia la especie no deseada (gramalote) tratando de quemar lo menos posible el *Arachis* y luego dos pases de rastra para asegurar una buena cama para la semilla de *Brachiaria*.
- Una segunda propuesta que indicaba aplicación de herbicida en la totalidad del área y sembrar sin preparación mecánica

Se trabajó con dos potreros para cada una de las propuestas planteadas

3.4.2.1.1. Uso de herbicida antes de la preparación mecánica y siembra

Para los potreros 6 y 9 el uso de herbicida se realizó en forma dirigida a la importante presencia de gramalote (*Paspalum fasciculatum*) con el objetivo de reducir al máximo la reproducción asexual después de la rastreada. La aplicación se realizó con bomba de espalda y el producto que se aplicó fue Round-Up (Glifosato de Monsanto) a una dosis 4 onzas por bomba (18 litros) en dos pases. En la Figura 65 se puede observar el efecto del herbicida.

Para los potreros 7 y 8 la aplicación de herbicida fue general en todo el terreno con el mismo producto y la misma dosis que se utilizó para los potreros 6 y 9.



Figura 5. Resultado del control químico localizado. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.4.2.1.2. Manejo de la sombra dentro de los potreros y las cercas vivas

Debido al gran tamaño las cercas vivas y algunos árboles dentro de los potreros, se realizó una poda de formación para lograr mayor luminosidad y a su vez, obtener poste vivo para repostear y reparar las cercas. Las ramas que no se utilizaron se acordonaron junto a la cerca para no afectar la mecanización. En la Figura 6 se puede observar la actividad de control de sombra y manejo de las cercas vivas.



Figura 6. Control de sombra y manejo de cercas vivas. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.4.2.1.3. Preparación del terreno

En el potrero 6 y 9 la preparación fue en forma mecanizada con la utilización de rastra, con el objetivo de incorporar el material residual después de aplicación del herbicida, distribución e incorporación de *Arachis pintoi* y una buena cama para la semilla de *Brachiaria*. Se realizaron 2 pases de rastra orientados en diferente sentido. En la Figura 7 se puede observar el resultado de la preparación del terreno.



Figura 7. Vista de la preparación del terreno para la siembra. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.4.2.1.4. Siembra

La densidad de siembra recomendada por la casa comercial en Costa Rica (RESUSA) distribuidora de la semilla de *Brachiaria* fue de $4 \text{ kg semilla}^{-1} \text{ ha}^{-1}$. Pruebas realizadas antes de la siembra mostraron porcentajes de germinación y pureza en el orden de 70%, por lo que se tomó la decisión de duplicar la densidad recomendada para asegurar un buen establecimiento, de allí que la densidad utilizada para establecer los potreros fue de $8 \text{ kg semilla}^{-1} \text{ ha}^{-1}$.

La semilla fue distribuida sobre el terreno con una bomba de motor calibrada a la densidad establecida. Adicionalmente, a la semilla se le agregó un insecticida de nombre comercial Gaucho (Imidacloprid de Bayer CropScience) para evitar que hormigas u otros insectos las dañaran.

3.5. Actividades posteriores a la siembra del pasto

3.5.1. Fertilización

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante (al voleo), la primera a los 25 días de la siembra y la segunda posterior a la uniformización (103 días de la siembra) (Figura 8). El fertilizante utilizado fue fosfato di-amónico (18-46-0) a razón de 100 kg ha⁻¹.



Figura 8. Fertilización manual al voleo. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.5.2. Cobertura

La proporción (%) de suelo cubierto por la especie gramínea sembrada, se evaluó a las tres semanas de edad por estimación visual. Se realizaron diez evaluaciones visuales al azar en cada potrero utilizando un marco de 0.25 m².

3.5.3. Control de malezas

A las 9 semanas de siembra debido a la presencia de malezas de hoja ancha, se hizo necesario hacer una aplicación de herbicida para su control (Figura 9). Se utilizó el herbicida comercial Potrerón 24 SL (Piclorán de INCOAGRO) a razón de 3 l ha^{-1} tratando de no aplicar al Arachis que estaba rebrotando.



Figura 9. Efecto de la aplicación de herbicida sobre malezas de hoja ancha. (Foto C. Rodríguez, 2010)

Después del corte de uniformización (90 días de edad) se observó la presencia de gran cantidad de ciperáceas (Figura 10) por lo que se procedió a aplicar un herbicida selectivo con el nombre comercial de Invest 70 WG (Cyclosulfamuron de BASF de Costa Rica) a razón de 0.15 kg ha^{-1} con cuidado de no aplicar al Arachis que rebrotaba.



Figura 10. Presencia de ciperáceas al momento del pastoreo. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.5.4. Evaluación de producción (kg MS ha^{-1}) y composición botánica a los 90 días de establecimiento

3.5.4.1. Toma de muestras

Para determinar las variables de producción y composición botánica, se recolectaron 15 muestras al azar en cada potrero utilizando una cuadrícula de 0.25 m^2 . Las muestras fueron tomadas a una altura de 40 cm tratando de simular un pastoreo animal. Las muestras se colocaron en bolsas plásticas y se llevaron al laboratorio de Agrostología del ITCR Sede San Carlos para determinar MS y composición botánica.

3.5.4.2. Determinación de la composición botánica

La composición botánica se determinó tomando el peso fresco total de la muestra y se separó el material de las diferentes especies presentes, clasificándolas en *Arachis pintoi*, gramíneas, hojas anchas y ciperáceas. Posteriormente se tomaron los pesos frescos de cada especie determinándose así la proporción de cada una.

3.5.4.3. Determinación de producción (kg MS ha⁻¹) de materia seca inicial

El procedimiento metodológico utilizado fue el siguiente:

- De las muestras recolectadas en campo y pesadas (PF) se tomaron submuestras, se tomó el peso, se colocaron en bolsas de papel y se llevaron a una estufa a 55 ° C por 72 horas. El peso de la muestra parcialmente seca (PS) se determinó una vez que ésta se equilibró con la humedad ambiente (12 horas después de retirada del horno). Para calcular el contenido de materia seca se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = (\text{PS} / \text{PF}) * 100$$

- Una vez obtenido el % MS total, se calculó el rendimiento de materia seca por hectárea (kg MS ha⁻¹) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Kg MS ha}^{-1} = (\% \text{ MS} * \text{PF (kg / 0.25 m}^2\text{)/100) * 40,000$$

3.5.4.4. Uniformización a los 90 días de establecimiento

A la edad de 90 días de establecimiento, se procedió a realizar un corte de uniformización de los potreros. La uniformización se realizó en dos etapas. Primeramente se sometió a un pastoreo durante 6 horas con las 36 vacas de ordeño de la finca. Después de la salida de las vacas, se procedió a un corte con motoguadaña a una altura de 40 cm.

3.5.4.5. Pastoreo inicial (115 días después de la siembra)

A la edad de 115 días, 36 vacas del hato de ordeño de la finca La Esmeralda del TEC pastorearon durante 12 horas. Este lote de animales de aproximadamente

375 kilogramos en promedio animal¹, representaron una carga animal instantánea de alrededor de 120 UA ha⁻¹ (Figura 11).



Figura 11. Inicio y final del pastoreo a la edad de 115 días de la siembra. (Foto C. Rodríguez, 2010)

3.5.4.6. Costo de la renovación de potreros

Para todas las actividades realizadas se contabilizaron los costos incurridos. Los costos correspondieron a los siguientes rubros:

- Mano de obra (aplicación de herbicidas, fertilizante siembra, control de sombra, cercas vivas, uniformización de potreros)
- Insumos (herbicidas, semillas, insecticidas, fertilizante)
- Maquinaria y equipos

Todos los costos contabilizados se refieren a Colones ha⁻¹.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consideraciones para la discusión de los resultados

Como se mencionó en el apartado de actividades, la propuesta de mejoramiento de las pasturas se basó en dos prácticas de renovación:

- 1- Una primera que proponía un mejor establecimiento de la pastura cuando se realizaba el control de malezas con herbicida químico y preparaba el terreno con dos pases de rastra.

- 2- Una segunda propuesta que incluyó el establecimiento de la pastura con sólo el uso de herbicida químico sin preparación mecánica.

La segunda propuesta no dio resultados positivos debido a que no se logró el desarrollo del establecimiento de la pastura, por lo tanto el análisis de resultados de este trabajo se basa sobre lo obtenido en los potreros donde se aplicó herbicida para controlar malezas y preparación mecánica para la siembra.

4.2. Composición botánica y producción de materia seca antes y después de la renovación de los potreros.

Es importante recordar los antecedentes de los potreros antes de la renovación. Los potreros donde se realizó la práctica se habían venido utilizando de una forma poco racional, esto debido a un sobrepastoreo, tanto por sobrecarga animal, como por un muy corto período de descanso. Los animales pastoreaban cada 16 días, por lo cual es evidente que bajo un régimen de pastoreo con tan poco descanso la degradación de la pastura es muy predecible. Este proceso de degradación podemos reafirmarlo cuando vemos los resultados de producción de materia seca y composición botánica de los potreros antes de iniciar los procesos de renovación.

4.2.1. Composición botánica antes de la renovación.

Los datos que a continuación se muestran es el promedio representativo de la composición botánica de toda el área bajo propuesta de renovación (cuatro poteros).

Los resultados de la composición botánica al inicio del trabajo indicaron que de la totalidad de los componentes de la pastura el 31.7% lo representó el *Arachis pintoi*; el 31.9% gramíneas no deseadas (gramalote); el 33.9% malezas de hoja ancha y un 2.5 % de ciperáceas. Gráficamente podemos observar estos valores en la figura 12.

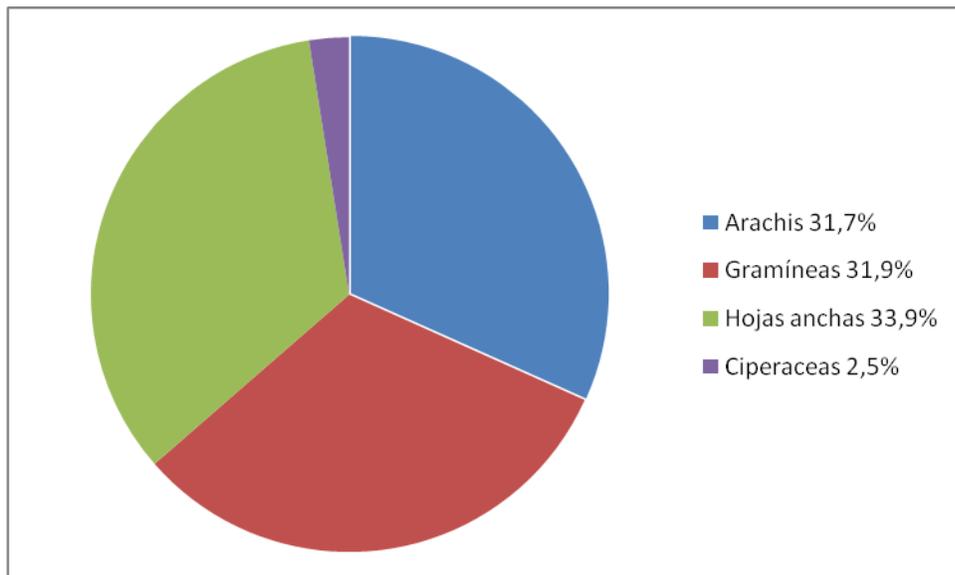


Figura 12. Composición botánica de los poteros antes de la renovación de pasturas.

Estos valores obtenidos demuestran el grado de degradación de estos potreros si se les compara con su estado inicial (M. Villarreal, en conversación personal indica que estos potreros fueron establecidos en 1998 con sólo *Arachis*).

Esta degradación, indudablemente está relacionada con el continuo sobrepastoreo al que durante años ha sido sometida esta área. De León (2004) señala que en el proceso de degradación de pasturas, se produce una paulatina disminución de las especies más palatables y de mayor valor forrajero, las que serán reemplazadas por especies de menor o ningún valor o especies invasoras.

Y esta condición de degradación se puede demostrar con la población de semillas de *Arachis* que es de 200 kg/ha que es inferior a los datos presentados por Rincón (1999) donde menciona que lotes de pastura ya establecidos es de 2000 kg/ha y de 300 kg/ha para lotes recién establecidos.

Los resultados de este trabajo demuestran claramente la pérdida del componente principal (*Arachis*) en los potreros evaluados, esto asumiendo que al momento del establecimiento como monocultivo la cobertura de *Arachis* fuera de 100%.

4.2.2. Producción de materia seca (kg MS ha⁻¹) antes de la renovación.

Antes de dar inicio el proceso de preparación de terreno para las actividades de renovación, se procedió a realizar un muestreo para cuantificar la cantidad de MS presente en el potrero. Es importante aclarar que estos datos de producción se refieren a la disponibilidad total (a ras de suelo) de MS (kg MS ha⁻¹) en el momento que los animales entraran a pastoreo; lo que equivale a decir que es la cantidad de MS disponible entre uno y otro pastoreo (16 días de descanso). Se recalca que son datos referidos a los potreros bajo la práctica de aplicación de herbicida y preparación mecánica para la siembra (potreros 6 y 9)

Como se puede observar en el Cuadro 1, la producción de MS en los potreros en su etapa original es muy pobre si se considera que en ese momento estarían

pastoreando 36 vacas de ordeño. En promedio la producción de MS a ras de suelo es de 408 kg MS ha⁻¹.

Cuadro 1. Disponibilidad de MS en kg MS ha⁻¹ antes de las prácticas de renovación.

Potrero	Disponibilidad (Kg MS ha ⁻¹)
6	380
9	437

4.2.3. Composición botánica al final del proceso de la renovación.

En las figuras 13 y 14 se presentan los datos para composición botánica en los potreros 6 y 9 al final del período de establecimiento de las pastura.

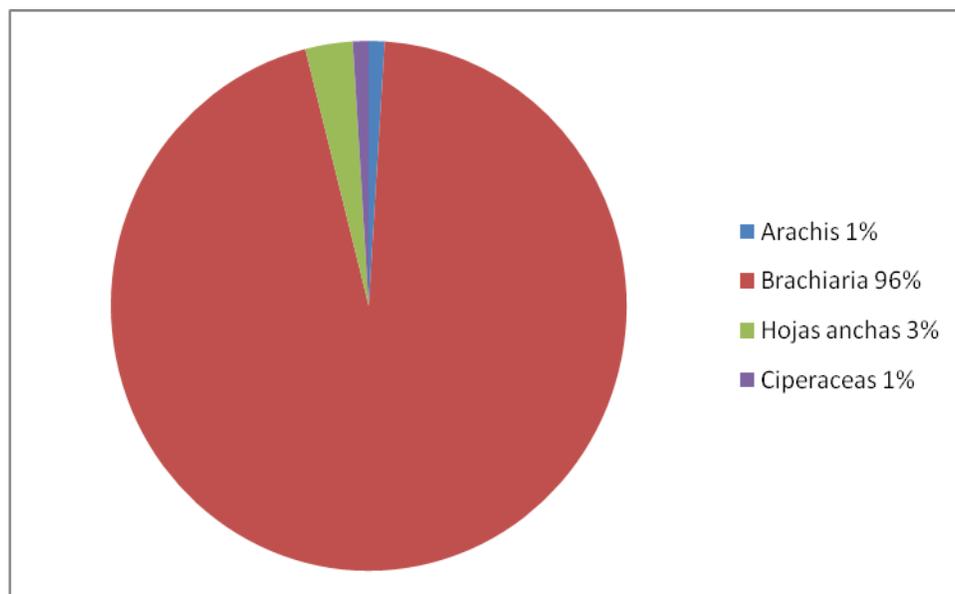


Figura 13. Composición botánica de la pastura en el potrero 6 al final del período de establecimiento

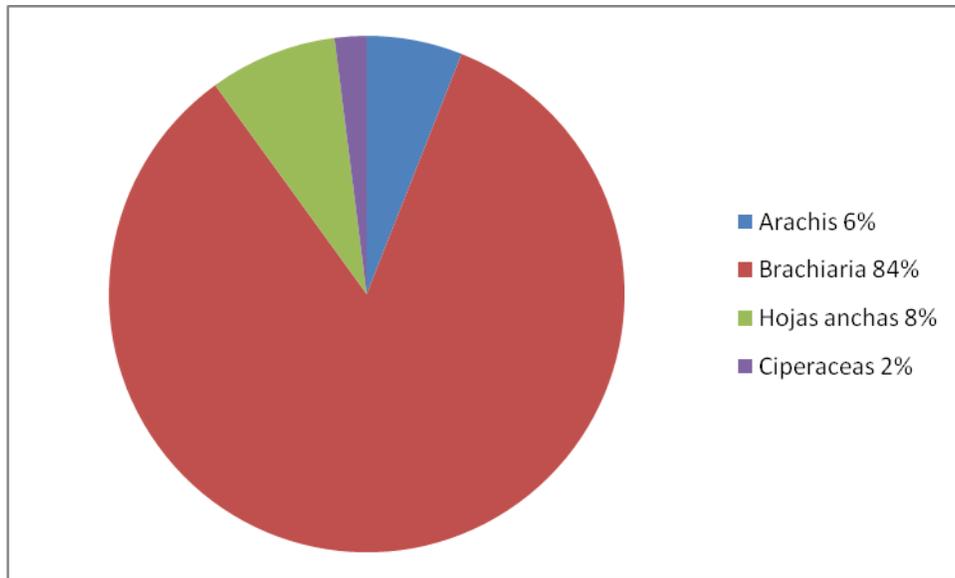


Figura 14. Composición botánica de la pastura en el potrero 9 al final del período de establecimiento

Como se puede observar en las figuras anteriores, existe una tendencia similar en la mayor proporción de Brachiaria como componente principal en cada uno de los potreros evaluados.

Es importante recalcar la disminución en la población de Arachis cuando la comparamos a la población de éste antes de la renovación, lo que podemos atribuir al efecto de la preparación mecánica y las aplicaciones de control químico de hoja ancha y ciperáceas, pero según las observaciones de Lobo y Díaz (2001) se espera que la población aumente debido a la germinación de sus semillas, las cuales se encuentran dentro de la tierra, a razón de aproximadamente 200 kg/ha.

Si comparamos la composición botánica de las pasturas antes y después de las prácticas de renovación, indudablemente que se ha logrado un buen proceso al poder tener alrededor de un 90% de las áreas con una especie forrajera mejorada.

4.2.4. Producción de materia seca (kg MS ha⁻¹) después de la renovación

La producción forrajera (kg MS ha⁻¹) que se reporta en esta parte, corresponde a la disponibilidad de MS a una altura de 40 cm 27 días después del corte de uniformización (90 días de edad) y al momento que las vacas entran al primer pastoreo (90 días). Como podemos observar en el Cuadro 2, los rendimientos de producción son muy buenos (5126 y 3038 kg MS ha⁻¹, para los potreros 6 y 9, respectivamente). La Figura 15 muestra una panorámica del estado de establecimiento de la *Brachiaria* antes del primer pastoreo.

Cuadro 2. Disponibilidad de MS en kg MS ha⁻¹ después de las prácticas de renovación y antes del primer pastoreo

Potrero	Disponibilidad (Kg MS ha ⁻¹)
6	5 126
9	3 038



Figura 15. Establecimiento de *B. brizantha* después de la renovación (Foto C. Rodríguez, 2010)

Ducca *et al.*, (2009) mencionan que *B. brizantha* CV Toledo bajo pastoreo entre 21 a 28 días de descanso, produce alrededor de 2.3 ton MS ha⁻¹, muy similares a los

reportados por Sánchez (2007) de 25 y 30 t MS ha⁻¹ año⁻¹ a una edad entre 21 y 28 días, respectivamente.

Los valores de producción de MS obtenidos en este trabajo (para el potrero 6), son superiores a los de Sánchez (2007) y Ducca *et al* (2009), pero muy parecidos para la producción en el potrero 9.

La producción obtenida en el potrero 6 (5126 Kg MS ha⁻¹) concuerda con los resultados obtenidos por Calderón (2010), quien trabajando con la misma especie, reporta producciones de 5361 Kg MS ha⁻¹ a la edad de 30 días de rebrote y a una altura de corte de 40 cm.

Es muy evidente la diferencia de producción de MS entre un potrero y otro. Esta diferencia está dada por un evento fortuito al momento de la siembra. Como se mencionó anteriormente, debido a la baja germinación de la semilla de *Brachiaria*, se decidió sembrar a razón de 8 kg de semilla ha⁻¹; densidad que se aplicó al número 6. Por problemas mecánicos, la bomba distribuidora de la semilla perdió la calibración y al final, en el potrero 9, la densidad de siembra fue de 6 kg de semilla ha⁻¹. Como consecuencia de esta diferencia de densidad de siembra, a las 5 semanas cuando se realizó el conteo de plántulas emergidas, se encontró una gran diferencia de densidad poblacional de *Brachiaria* entre un potrero y otro, por tanto la evidente diferencia en cuanto a producción. En la Figura 16 se puede observar claramente esta tendencia de aumento de población de *Brachiaria* en el potrero 6 con respecto al 9.

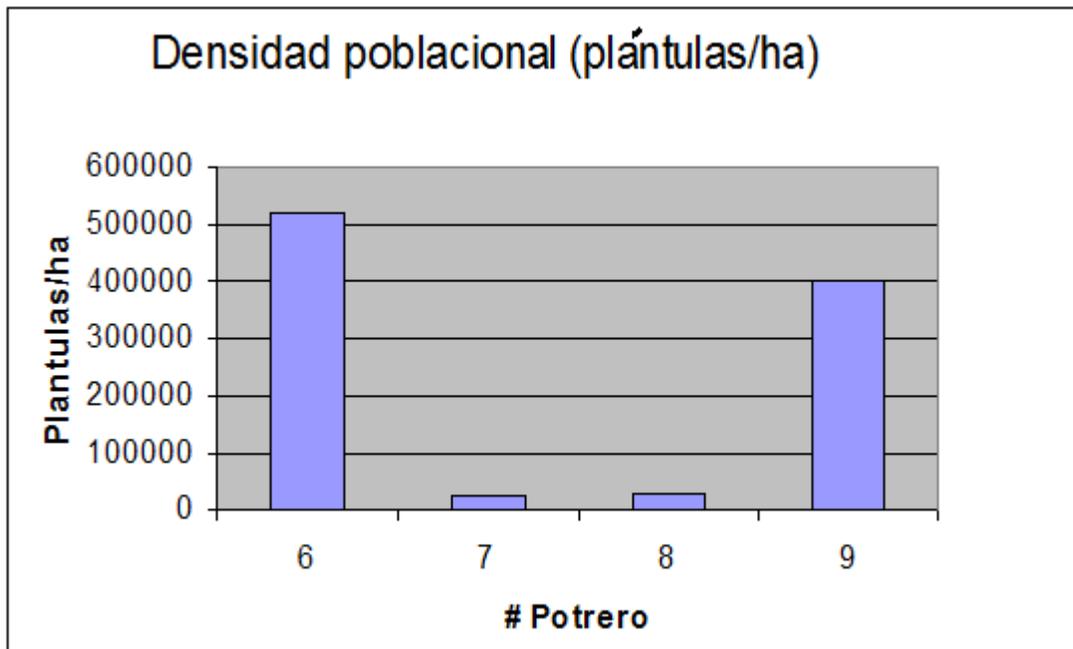


Figura 16. Densidad de plántulas ha^{-1} por hectárea a 5 semanas de edad después de la siembra. TEC 2010.

4.2.5. Costos de establecimiento

Para determinar los costos de establecimiento, en cada una de las fases del mismo, se cuantificaron todas las erogaciones realizadas en el proceso, Se determinaron costos de mano de obra, maquinaria e insumos. En el Cuadro 3 se detallan los costos (Colones ha^{-1}) ocurridos en las diferentes fases del proceso de la renovación de potreros.

Cuadro 3. Costo (Colones ha-1) de renovación de potreros bajo las condiciones de la finca La Esmeralda, ITCR, 2010.

Fase	Actividad	Colones ha ⁻¹
Preparación	Poda	73.000
	Alquiler de equipo e implemento	105.000
	Insumos quema química	8.500
	Mano obra y equipo	15.000
Siembra	Semilla curada	60.000
	Mano obra/bomba	2.000
Establecimiento	Herbicida para hoja ancha	16.800
	Mano obra y equipo	6.300
	Herbicida para ciperáceas	15.800
	Mano obra y equipo	3.000
	Corte uniformización	12.000
	Fertilizantes	80.000
	Mano obra	5.400
	Total	402.800

La inversión total que se muestra en el Cuadro 3, se puede disminuir si la sombra y cercas vivas fueran manejadas adecuadamente, ya que el manejo de este rubro representó una buena parte de la inversión.

Por otro lado debido a la falta de semilla en el mercado, hubo que comprar la que estaba disponible sabiendo que su calidad no era la mejor, por lo cual se tuvo que duplicar la cantidad de semilla por hectárea lo que duplicó el costo de este rubro.

4.3. Consideraciones sobre el porqué no funcionó la práctica de sólo aplicación de herbicida sin mecanización.

Producto del tratamiento con solo quema química en los potreros 7 y 8, se presentaron varias situaciones como zonas en donde el terreno quedó al descubierto completamente o zonas donde quedó alto el residuo de la biomasa

quemada. Bajo esta situación, podemos suponer algunas consideraciones para que esta práctica no funcionara, entre estas suposiciones tenemos:

- Las condiciones climáticas influyeron, ya que se presentó un patrón de lluvia intenso y provocó que la semilla se moviera de un lado para otro por el efecto del salpique, ocasionando el desprendimiento de los puntos de crecimiento y, consecuentemente, una pérdida de viabilidad de la semilla. Esto puede concordar con lo manifestado por Castillo y Lara (Castillo y Lara. 2010, comunicación personal).
- Se podría relacionar el bajo establecimiento al considerar que las condiciones climáticas que generaron humedad al rastrojo, y la semilla que germinó sobre él no logró alcanzar el suelo (Castillo y Lara. 2010, comunicación personal).
- Otra posibilidad es como lo mencionan Lascano *et al.*, (2002) y algunos productores de la zona, que potreros muy usados presentan compactación y con sólo la quema con herbicidas en condiciones de renovación, la compactación ocasiona resistencia mecánica a la penetración radicular, generando un pobre establecimiento ya que la plántula muere por tener la radícula expuesta a las condiciones adversas que puedan presentarse.

5. CONCLUSIONES

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

1. La preparación del terreno en forma mecanizada resultó en un mejor establecimiento de la pastura, si se compara con la práctica cero mecanización.
2. La práctica de renovación de pasturas dio como resultado una mejoría en la composición botánica (especies de mejor valor nutricional) en los potreros intervenidos.
3. Con la actividad de renovación de pasturas, se logró aumentar la biomasa comestible en los potreros renovados.
4. Al final del período de evaluación, el incremento en la población del *Arachis* y consecuentemente, el asocio con la *Brachiaria* es lento y está limitada a la germinación del banco de semilla sexual presente en el terreno.
5. Los costos de establecimiento son caros, debido al incremento de los mismos por efecto de manejo de cercas, sombra y semilla.

6. RECOMENDACIONES

1. Manejo periódico de cercas y sombra en los potreros para lograr una mejor velocidad de recuperación y mayor persistencia del pasto sembrado y a su vez reducir costos al momento de continuar con la renovación en otros potreros de la finca.
2. En lo posible realizar preparación mecánica de los suelos a sembrar para asegurar una buena cama a la semilla y reducir la compactación del suelo.
3. Utilizar semilla de buena calidad que presente buen porcentaje de germinación y pureza.
4. De realizar una uniformización antes de 90 días es mejor hacerla en forma de chapea y, no de pastoreo, ya que cierta población de la gramínea es arrancada.
5. Garantizar un buen anclaje por las raíces al momento del primer pastoreo para evitar que los animales arranquen el material.
6. Determinar la carga animal y los periodos de descanso para asegurar la producción y persistencia de los potreros.
7. Mantener un programa de fertilización y control de malezas.
8. Garantizar que las prácticas de preparación de terrenos, tanto química como mecanizada, le brinden a la semilla las condiciones ideales para el establecimiento.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Araya, E., Helizondo, J., Jiménez, C. y Quan, A. (1997). COMBATE DE MALEZAS, EN MONOCULTIVO DE ARACHIS. AGRONOMÍA MESOAMERICANA, 8(2), 33-43.
- Argel, P.A y Pizarro, E.A. 1992. Germplasm case study: *Arachis pintoii*. In Pastures for the Tropical lowlands: CIAT Contributions CIAT, Cali. Pp 57-73.
- Betancourt, H., Pezo, D. y Beer (2007, enero-marzo). Impacto Bioeconómico de la Degradación de Pasturas en Fincas de Doble Propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Pastos y Forrajes, pp. 30.
- Calderón, M. 2010. Rendimiento y valor nutricional del pasto *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 cv. Toledo a diferentes edades y alturas de corte. Práctica de Bchr. ITCR, San Carlos, Costa Rica. 50 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Lascano, C. y Spain, J. (eds). Sexta reunión de I Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Veracruz, México. Cali, Colombia.
- Conejo, E.A. 2002. Producción de biomasa y valor nutritivo de la línea de Arachis CIAT 18744A en la zona tropical húmeda de Costa Rica. Tesis Ing. Agr., Facultad de ciencias agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. 69 p.
- De León, M. 2004. El manejo de los pastizales naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Córdoba, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.

Días-Filho, M.B. 2005. Degradação de pastagens: Procesos, causas e estratégias de recuperação. 2da. ed. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, Brasil. 173 p.

Ducca E., Alfaro, O. y Solano, O. (2009). Pasto cv Toledo *Brachiaria brizantha*. Consultado en mayo 21 del 2010 en http://www.infoagro.go.cr/hojasi/huetarnorte_%20pastotoledo.pdf.

Hernández, M., Argel, P. y Valerio, D. 1994. Ganancias de peso animal, selectividad y disponibilidad de forraje en pasturas de *Brachiaria brizantha* sola y asociada con *Arachis pintoi* en Guápiles, Costa Rica. In Reunión anual del PCCMCA (40, 1994, San José, C. R.). Resúmenes. San José, C. R. p. 51.

Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R.D.; Burgos, C.; Pérez, E.; Ramírez, G. & Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. CIAT-DICTA-ILRI. Cali, Colombia. (Documento de Trabajo No. 196). 34 p.

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 1992. Programa Pastos y Forrajes, informes anuales C.I. Carimagua.

Lascano, C.; Pérez, R.; Plazas, C.; Medrano, J.; Pérez, O.; Argel, P. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110): Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. (en línea). Villavicencio, Colombia. Consultado 26 de mayo 2010. Disponible http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/Brachiaria_brizantha_cv_toledo.pdf.

Lobo, M. y Díaz, O. (2001). Agrostología. San José, Costa Rica: EUNED.

Ortiz, M. Calvo, G. y Schmidt, P. (2003). Manual para productores No. 1. Turrialba: CATIE.

Pérez, O. (2003). Establecimiento y manejo de especies forrajeras. Consultado en mayo, 20, 2010 en http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10932.pdf.

Rettally, R. (2009). *Brachiaria humidicola* y *Arachis pintoii* en la ceiba de corderos. : Departamento de Publicaciones. Nivel Central, Panamá.

Rincón, A. (1999, Febrero). ARACHIS (*Arachis pintoii*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Suplemento Ganadero (Colombia), pp. 33.

Rincón, A (1999). MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoii*), LA LEGUMINOSA PARA SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA. Consultado en enero, 10, 2010 en http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/191/1/20061127164516_Maní%20forrajero%20alimento%20animal.pdf

Rodríguez, L. (1997). Evaluación de cuatro asociaciones Gramínea / Leguminosa bajo pastoreo en la región huetar norte de Costa Rica: Fase 1 (Tesis de Licenciatura, ITCR).

Rojas, A, (2000). Ventajas y limitaciones para el uso del *Arachis perenne* (*Arachis pintoii*) en la ganadería tropical. Consultado en mayo 22 del 2010 http://avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf.

Rojas, S; Olivares, J; Jimenez, R; Hernandez, E (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Consultado en 26 mayo 2010 en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050509.pdf>.

Romero, H. (1980, diciembre). Renovación de praderas improductivas. Suplemento Ganadero (Colombia), pp. 47-52.

Sánchez J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación de ganado lechero. Centro de Investigaciones en Nutrición Animal, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Disponible en: www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.

Torres, M. (1995). Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sola y en asocio con *Arachis pintoii*, después de cuatro años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica (Tesis Magister Scientiae, CATIE).

Ulate, M. (2009). Efecto del *Arachis pintoii* y la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición botánica en pasturas de *Brachiaria brizantha* CV. TOLEDO y *Brachiaria brizantha* CV. MULATO II (Tesis de Licenciatura, ITCR).

8. ANEXOS

Calculo de carga animal instantánea

$$UA = 36 \text{ vacas} \times 375 \text{ kg}$$

$$UA = 13500 \text{ kg} / 450$$

$$UA = 30$$

Carga animal

$$CA = UA / \text{ha}$$

$$CA = 30 / 0.25$$

$$CA = 120 \text{ UA/há}$$

Calculo de capacidad de carga animal, en peor escenario

Consumo de MS por UA

$$UA = 450 \times 0.03 = 13.5$$

Aprovechamiento: 60%

$$3038 \text{ kg MS ha}^{-1} \times 0.6 = 1822.8 \text{ kg MS ha}^{-1}$$

$$1822.8 / 13.5 = 135.02$$

$$135.02 \text{ UA}$$

Disponibilidad de MS

Potrero 6

Inicial

Arachis: MS: 16.4%. PF: 31,7g. PS: 5.1988g.

Gramíneas: MS: 16.9% PF: 25.51g. PS: 4.31g.

MS/cuadrícula: 0.009509 kg

380.39 kg MS há⁻¹

Final

Arachis: MS: 17.2%. PF: 4.00g. PS: 0.688g.
Gramíneas: MS: 18.6% PF: 701.89g. PS: 127.463g.
MS/cuadrícula: 0.12815kg
5126.05 kg MS há⁻¹

Potrero 9

Inicial

Arachis: MS: 16.6%. PF: 61.22g. PS: 10.1625g.
Gramíneas: MS: 17.0% PF: 4.52g. PS: 0.7684g.
MS/cuadrícula: 0.010930kg
437.236 kg MS há⁻¹

Final

Arachis: MS: 17.53%. PF: 28.37g. PS: 4.973g.
Gramíneas: MS: 17.62% PF: 402.87g. PS: 70.985g.
MS/cuadrícula: 0.0759kg
3038.3582 kg MS há⁻¹