

FRECUENCIAS DE CORTE EN ASOCIACIONES DE
Chloris gayana cv. Callide-*Clitoria ternatea* (L.) Y SU
EFECTO SOBRE SU COMPOSICIÓN BOTÁNICA,
BIOMASA Y VALOR NUTRITIVO

Por

Víctor José Asencio Cuello

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

En

AGRONOMIA

**UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ**

2011

Aprobado por:

Paul Randel Folling, PhD
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Rafael Ramos Santana, Msc
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Elide Valencia Chin, PhD
Presidente, Comité Graduado

Fecha

Teodoro M. Ruiz López, PhD
Representante, Estudios Graduado

Fecha

Hipólito O' Farrill-Nieves, PhD
Director, Departamento

Fecha

ABSTRACT

The investigation consisted of two experiments conducted at the Agricultural Experiment Station in Isabela, Puerto Rico; the first experiment aimed to evaluate the association of the gramineous species *Chloris gayana* cv. Callide with the legume-*Clitoria ternatea* (L.) Dne, with respect to dry matter yield (DMY), botanical composition (BC) and contents of crude protein (CP), and neutral detergent fiber (NDF), under two cutting frequencies in two different months. The forages were seeded in 12 plots (4 x 4 m) using botanical seeds (legume) and vegetative material (grass) in September 2009 in a deep, slightly acid soil with good drainage and little permeability. The experimental design was completely randomized with split- split- plots, main plots being treatments: rhodesgrass alone (R), clitoria alone(C) and association of rhodes-clitoria (RC); subplots were cutting frequencies (4 and 6 wk); and sub-subplots were months of harvest (January and March); with four replicates per combination. In the combined data of both months of harvest, analysis of variance and Tukey test detected differences ($P<0.05$) in DMY (kg/ha) in favor of C and RC over R (1785 and 1831 vs. 1432); the 6-wk surpassed the 4-wk cutting frequency (1870 vs. 1495) and the first harvest was superior to the second (2036 vs. 1329). Treatments also differed ($P<0.05$) in forage % CP, with R lower than C and RC (12.4 vs. 20.6 and 20), and in % NDF with R higher (61.8 vs. 49.9 and 52.4). There were treatment x month of harvest interactions ($P<0.05$) for all three of these dependent variables, due to differential performance of R relative to C and RC at the two harvests. Weed infestation was severe in general, but more so

in R plots (60% of BC), followed by those of RC (40%, in addition to 36% clitoria and 24% rhodesgrass), and finally C (36%). It is concluded that the use of C or RC improved DMY and chemical composition of the forage relative to R, and that the 4 wk cutting interval was too short for best results. In the second experiment *Clitoria ternatea* (L) was planted in six 15 x 6 m plots in a completely randomized design to determine DMY, chemical composition, and seed production, which occurred in April-May 2009 and after recovery from a severe fungus infection, again in April-May 2010 following excessive rains. DMY and seed production in 2009 more than doubled those of 2010 (1896 vs. 698 and 461 vs. 215 kg/ha respectively) ($P < 0.05$), but percentage of CP and NDF in the forage differed little between the two years, respective combined means being 20.5 and 53.7. Thus, the ability of clitoria to produce abundant seed under the environment of northwestern Puerto Rico was demonstrated.

RESUMEN

Esta investigación constó de dos experimentos realizados en la Subestación Experimental Agrícola de Isabela, Puerto Rico; en el primero se determinó el comportamiento de la asociación de la gramínea *Chloris gayana* cv. Callide con la leguminosa *Clitoria ternatea* (L) Dne referente a su rendimiento de materia seca (RMS), composición botánica (CB), contenido de proteína bruta (PB), y de fibra detergente neutro (FDN) bajo dos diferentes frecuencias de corte en dos diferentes meses de cosecha. La siembra se realizó en 12 parcelas de 4 x 4 m con semillas botánicas (leguminosa) y material vegetativo (gramínea) en septiembre de 2009, sobre un suelo profundo, ligeramente ácido, con buen drenaje y poco permeable. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con parcelas sub-subdivididas, siendo las parcelas principales los tratamientos: pasto rhodes solo (R), clitoria sola (C) y asociación rhodes-clitoria (RC); las subparcelas fueron las frecuencias de corte 4 y 6 sem; y las sub-subparcelas, los meses de cosecha (enero y marzo), habiendo cuatro repeticiones por combinación. En los datos combinados de ambas cosechas, se detectaron, por análisis de varianza y prueba Tukey, diferencias ($P < 0.05$) en RMS (kg/ha) a favor de C y RC sobre R (1785 y 1831 vs. 1432); la frecuencia de corte de 6 sem superó a la de 4 sem (1870 vs. 1495) y la primera cosecha superó a la segunda (2036 vs. 1329). Se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos en % PB en el forraje al superar C y RC a R (20.6 y 20 vs. 12.4) y también en % FDN pero en sentido inverso (49.9 y 52.4 vs. 61.8). Hubo interacción entre tratamiento y mes de cosecha ($P < 0.05$) referente a las tres variables

dependientes citadas, debido al comportamiento diferente de R relativo a C y RC a las dos cosechas. Se produjo una alta invasión de malezas en general, pero en mayor grado en las parcelas de R (60% de la CB), seguido por las de RC (40%, en adición a 36% de clitoria y 24% de rhodes) y finalmente en las de C (36%). Se concluye que la clitoria y su asociación con rhodes beneficiaron el RMS y la composición química del forraje relativo al pasto rhodes solo y que el corte al intervalo de 4 sem fue demasiado corto para obtener el mejor resultado. En el segundo experimento se sembró *Clitoria ternatea* (L). en seis parcelas de 15 x 6 m en un diseño completamente aleatorizado y se determinó el RMS, composición química y producción de semillas; esto ocurrió durante el 2009 y luego de recuperar de una infestación de hongo, otra vez en el 2010 luego de excesivas lluvias. El RMS y producción de semillas en el 2009 fueron más del doble de lo obtenido en 2010 (1896 vs. 698 y 461 vs. 215 kg/ha, respectivamente; $P < 0.05$), pero los porcentajes de PB y FDN en el forraje difirieron poco entre los dos años, con respectivas medias combinadas de 20.5 y 53.7. Quedó demostrada la capacidad de la clitoria a rendir abundantes semillas bajo las condiciones ambientales del noroeste de Puerto Rico.

© 2010. Víctor José Asencio Cuello
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A mi madre Mercedes María Cuello con mucho amor, por ser perseverante y abnegada en darme siempre su amor, sus bendiciones, su esfuerzo y dedicación, contribuyendo con mi formación espiritual, social y académica.

A mi abuela María Victoria Cuello, con cariño (mamá) por ser parte de este esfuerzo y que aún en sus momentos más difíciles, desea verme regresar contento y feliz junto a mi familia.

A mi esposa Zuleica Florian por apoyarme en mi decisión de optar por estudios superiores en el extranjero y darme ánimo para que pudiera continuar durante los momentos más difíciles.

A mis hijas Katherine, Vielca y Yomariam que durante mi ausencia pudieron ser pacientes, logrando demostrarme su amor y cariño cuando más lo necesitaba.

A mis hermanas Osiris, Marilyn, Iris y Eva, a mis sobrinos Julisa, Jorge Luis y Josanny, a mi prima Saquia por su apoyo en todo momento, en especial con el cuidado de mis hijas, y a mis familiares todos por su interés y preocupación en el seguimiento de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar dar las gracias a mi Dios, por darme vida, salud, bendiciones y sobre todas las cosas, la esperanza de haber finalizado mis estudios de maestría.

Al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) , al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuaria y Forestal(CONIAF) y al Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF) por su apoyo económico para llevar a cabo mis estudios de maestría.

Al proyecto SARE (Sustainable Agriculture Research and Education) por el financiamiento de mi investigación.

Agradecer de manera sincera a mi tutor y presidente del comité graduado Dr. Elide Valencia Chin y los miembros el Dr. Paul Randel Folling y el Prof. Rafael Santana Ramos por darme la oportunidad de poder realizar estudios en el Recinto Universitario de Mayagüez.

Especial agradecimiento a todos mis profesores, a los empleados de la Estación Experimental Agrícola de Isabela y Finca Alzamora, al Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales en la persona del Dr. Miguel Muñoz, Gloria Aguilar, Dr. Hipólito O' Farrill, Jeannette Morales y Evelyn Rosselló, por su interés y apoyo brindado.

Quiero agradecer a Luis Almodóvar por su colaboración y a Dervis Pérez del USDA-TARS por su espera, ayuda y disponibilidad de su tiempo para recibirme con las muestras de campo.

A la Dra Linda Beaver por su sugerencias y colaboración en los análisis estadísticos.

A mi profesora, amiga y consejera Birmania Wagner Javier por su apoyo incondicional y sus esfuerzos para que pudiera optar por esta maestría, porque sin su apoyo no hubiera podido llegar hasta aquí.

A mi amigo el Ing. Manuel Tapia Chalas, director del Centro de Producción Animal del IDIAF que desde el principio me brindó su valiosa ayuda y la oportunidad de realizar estudios de maestría.

Al Doctor Gregorio García Lagombra por sus sugerencias y apoyo cuando solicité de sus servicios.

A mis compañeros de trabajo del IDIAF mi agradecimiento siempre.

Agradezco a mis compañeros(as) de maestría, Jorge Olivares, David Zavala, Ana Santos, Litza López, Elena Latoni, Joaquín Caridad y Alfredo Aponte, con los que comparto el transcurrir de los días de la universidad en las aulas y en el campo.

Finalmente a mis amigos Angel Domenech, Gerson Ardila, Ixia Avilés, Alexis Tirado, y Feliciano Andújar por su gran amistad filial y apoyo en todo momento.

Tabla de Contenidos

ABSTRACT.....	II
RESUMEN	IV
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTOS.....	VIII
TABLA DE CONTENIDOS.....	X
LISTA DE CUADROS	XII
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
LISTA DE APÉNDICES	XIV
LISTA DE ABREVIATURAS	XV
1 INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS FORRAJERAS	3
2.2 EFECTO DE LA FRECUENCIA DE CORTE SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS FORRAJERAS	5
2.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA (CB) DE LAS GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS	7
2.4 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (RMS).....	7
2.4.1 <i>Gramíneas</i>	7
2.4.2 <i>Leguminosas</i>	9
2.5 ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS-LEGUMINOSAS.....	10
2.5.1 <i>Valor nutritivo de las forrajeras</i>	12
2.5.2 <i>Fibra detergente neutro (FDN)</i>	13
2.5.3 <i>Proteína bruta (PB)</i>	14
2.5.4 <i>Digestibilidad</i>	15
2.6 PERSISTENCIA, EFECTO DE ÉPOCAS Y FRECUENCIAS DE CORTE DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS Y SUS ASOCIACIONES.....	15
3 PASTO RHODES (<i>CHLORIS GAYANA CV. CALLIDE</i>).....	17
3.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	17
3.2 <i>Adaptación</i>	17
3.3 <i>Rendimiento de materia seca (RMS) de Rhodes</i>	18
3.4 <i>Valor nutritivo del pasto Rhodes</i>	18
3.5 <i>Usos principales: Pastoreo o heno</i>	18
3.6 <i>Producción de semillas de gramíneas y leguminosas</i>	19
4 <i>CLITORIA TERNATEA (L.) DNE (CLITORIA)</i>	20

4.1	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	20
4.2	<i>Adaptación</i>	20
4.3	<i>Rendimiento de materia seca de la Clitoria</i>	21
4.4	<i>Valor nutritivo de la Clitoria</i>	22
4.5	<i>Usos principales: Pastoreo o heno</i>	22
4.6	<i>Producción de semillas de la Clitoria</i>	24
5	APORTES DE LAS ASOCIACIONES DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS.....	24
6	EXPERIMENTO 1	27
FRECUENCIAS DE CORTE, COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y VALOR NUTRITIVO EN LA ASOCIACIONES DE CHLORIS GAYANA CV. CALLIDE-CLITORIA TERNATEA (L.)		
6.1	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
6.1.1	<i>Localización</i>	27
6.1.2	<i>Labores de preparación del suelo</i>	28
6.1.3	<i>Establecimiento de los tratamientos</i>	28
6.1.4	<i>Tratamientos y diseño experimental</i>	29
6.1.5	<i>Determinación de biomasa y composición botánica</i>	29
6.1.6	<i>Análisis de laboratorio</i>	30
6.1.7	<i>Análisis estadístico</i>	30
6.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
6.2.1	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (RMS).....	32
6.2.2	COMPOSICIÓN BOTÁNICA (CB).....	36
6.2.3	COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	38
6.3	CONCLUSIONES.....	43
6.4	IMPLICACIONES.....	43
7	EXPERIMENTO 2	44
EVALUACIÓN DEL RMS, PRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y VALOR NUTRITIVO DE CLITORIA TERNATEA (L.).....		
7.1	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
7.1.1	<i>Localización del experimento</i>	44
7.1.2	<i>Labores de preparación de suelo</i>	44
7.1.3	<i>Establecimiento y diseño experimental</i>	44
7.1.4	<i>Análisis de laboratorio</i>	46
7.1.5	<i>Análisis estadístico</i>	47
7.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
7.3	CONCLUSIONES.....	51
7.4	IMPLICACIONES.....	51
8	LITERATURA CITADA	52
9	APENDICES	63

Lista de Cuadros

Cuadro	páginas
Cuadro 1. Medias de la variable RMS (kg/ha) por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones.....	33
Cuadro 2. Medias de la variable % malezas por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sus combinaciones	38
Cuadro 3. Medias de la variable % PB por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones.....	40
Cuadro 4. Medias de la variable % FDN por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones.....	42
Cuadro 5. Rendimiento de materia seca forrajera y producción de semillas de <i>Clitoria ternatea</i> cosechadas en el 2009 y 2010.....	49
Cuadro 6. Efecto de épocas de cosecha de semillas de clitoria sobre la concentración de proteína bruta (PB) y fibra detergente neutro (FDN) en el forraje.....	51

Lista de Figuras

Figuras	Páginas
Figura 1. Precipitaciones mensuales ocurridas durante todo el año 2009 y enero a mayo de 2010, Isabela, Puerto Rico.....	28
Figura 2. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el rendimiento de materia seca.....	34
Figura 3. Composición botánica por tratamiento en términos de porcentaje de malezas en asociación o monocultivo.....	39
Figura 4. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el contenido de proteína bruta en los forrajes.....	41
Figura 5. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el contenido de fibra detergente neutro en los forrajes.....	43
Figura 6. Síntoma de <i>Rhizoctonia solani</i> en <i>Clitoria ternatea</i>	47

Lista de Apéndices

Apéndices	Páginas
Apéndice 1. Distribución de las 12 parcelas y sus respectivos tratamientos en el área experimental del Experimento 1(Isabela, Puerto Rico).....	63
Apéndice 2. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el RMS en Experimento 1.....	64
Apéndice 3. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el contenido de PB en Experimento 1.....	65
Apéndice 4. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el contenido de FDN.....	66
Apéndice 5. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el porcentaje de maleza en la biomasa vegetal de los monocultivos y la asociación en Experimento 1.....	67
Apéndice 6. Análisis de varianza del año de la clitoria sobre el rendimiento de materia seca en Experimento 2.....	68

Lista de abreviaturas

Análisis de varianza.....	ANOVA
Centímetro.....	cm
Centro Internacional de Agricultura Tropical.....	CIAT
Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal.....	CEDAF
Composición botánica.....	CB
Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuaria y Forestal.....	CONIAF
Cultivar.....	cv.
Días después de siembra.....	DDS
Diferencia mínima significativa.....	DMS
Fibra detergente neutra.....	FDN
Gramo.....	g
Hectárea.....	ha
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.....	IDIAF
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.....	INIFAP
Kilogramo.....	kg
Litro.....	L
Materia seca.....	MS
Metros sobre el nivel del mar.....	msnm
Milímetro.....	mm
Proteína bruta.....	PB
Rendimiento de materia seca.....	RMS
Semana.....	sem
Tratamiento de rhodes pura.....	R
Tratamiento de clitoria pura.....	C
Tratamiento asociacion rhodes-clitoria.....	RC
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.....	UPRM
Crude protein.....	CP
Dry matter yield.....	DMY
Neutral detergent fiber.....	NDF
Week.....	wk

1 INTRODUCCIÓN

El interés mostrado por ganaderos en todo el mundo hacia las asociaciones de gramíneas y leguminosas va en aumento debido a los beneficios que aportan a la producción de carne y leche. A pesar de los grandes recursos forrajeros presentes en el trópico, el sector ganadero enfrenta problemas relacionados con su baja calidad y productividad, y en ciertas épocas la degradación de las pasturas que afectan a largo plazo la sostenibilidad del sistema (Holmann *et al.*, 2003).

Una de las alternativas de que disponen los ganaderos para mejorar la calidad de sus predios es la introducción de leguminosas persistentes y compatibles con las gramíneas (Villaquiran y Lascano, 1986). Estas asociaciones representan una opción económicamente viable, ya que su uso puede ayudar a disminuir los costos de la alimentación del ganado al incrementar el valor nutritivo del forraje y lograr obtener altos rendimientos durante la época de baja producción forrajera.

Por otro lado al asociar leguminosas con gramíneas, se mejoran las características biológicas de las fincas ganaderas por conservar el medio ambiente e incrementar el contenido de minerales y proteína en las gramíneas asociadas. Dicha mejor calidad forrajera persiste a través del tiempo, incluso la época seca cuando hay una mayor preocupación por el abasto de forrajes (Hernández *et al.*, 2005).

Sin embargo, existen relativamente pocos estudios sobre la utilización de gramíneas y leguminosas asociadas, para obtener los grandes beneficios que las mismas representan como

alternativa para el ganadero, por su contribución al mejoramiento de la producción animal sobre todo en áreas de suelos ácidos y de baja fertilidad (Hess y Lascano, 1994).

Objetivo

Esta investigación se realizó para determinar el comportamiento de las asociaciones de la gramínea pasto *Chloris gayana* cv. Callide con la leguminosa -*Clitoria ternatea* (L) Dne, referente a su rendimiento de materia seca (RMS), composición botánica (CB), contenido de proteína bruta (PB),y fibra detergente neutro (FDN) y producción de semillas, bajo dos diferentes frecuencias de corte.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Época seca y lluviosa en el desarrollo y crecimiento de las forrajeras

En el trópico las épocas de lluvia y seca están muy diferenciadas. En Sudamérica y el Caribe los meses de mayo a octubre suelen caracterizarse por abundante precipitación. Por lo general la época seca ocurre entre noviembre a abril, con sólo un 20% de probabilidades de precipitación. Estas épocas tienen una importante influencia en la disponibilidad y calidad de los pastos. Durante la época seca, se presenta una disminución del crecimiento vegetativo y reducción en el rendimiento de los pastos. En la época lluviosa, las gramíneas presentan un incremento en su crecimiento y generalmente en su calidad nutritiva (Medina *et al.*, 2003).

El crecimiento y desarrollo de las gramíneas dependen de la actividad del sistema fotosintético, el cual se encuentra relacionado con el clima, el hábitat, el flujo de energía, y disponibilidad de agua, dióxido de carbono y los nutrientes minerales del suelo. También dependen de la calidad de la luz, el fotoperiodo y las fluctuaciones térmicas del ambiente que actúan como reguladores de los procesos a nivel enzimático (Gates, 1980; Baruch y Fisher 1985). Las plantas compiten unas con otras por recursos del medio ambiente (agua, nutrientes y luz). La competencia por la luz se ejerce por el sombreado de las plantas altas hacia las más bajas. La radiación solar intensa y las temperaturas altas provocan la deficiencia de agua, causando estrés hídrico en las plantas, reduciendo su desarrollo, reproducción y tasa de crecimiento a nivel celular, fisiológico y morfológico (Jones *et al.*, 1980; Baruch y Fisher, 1988).

Existe una gran variabilidad en las gramíneas en cuanto a la respuesta estomática durante la época de sequía y bajo condiciones de campo. Especies como, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa* son menos sensibles a la sequía que el pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.), (Jones *et al.*, 1980). Tales respuestas diferenciales se deben al cierre estomático por parte de las gramíneas cuando baja la humedad atmosférica. Este mecanismo propio de las gramíneas se encuentra bien desarrollado en algunas especies tropicales (Baruch *et al.*, 1988). El déficit hídrico durante los períodos de sequía severo afecta el desarrollo y crecimiento de las plantas, ya que incide en la reducción de la tasa fotosintética y, en casos extremos, causan desajustes en el aparato fotosintético. La germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula son procesos especialmente susceptibles a la sequía. Por tanto, es posible suponer que muchas especies forrajeras, adaptadas a regiones tropicales donde hay períodos estacionales de sequía, posean mecanismos de dormancia o de posmaduración que inhiban la germinación de la semilla y la emergencia de la plántula, viéndose afectadas por la textura y la estructura del suelo que modifican la disponibilidad de agua (Winkworth, 1969 citado por Baruch, 1988).

Las plantas responden a períodos secos a nivel de la célula del organismo, de la población y de la localidad. A nivel del organismo, las respuestas de las plantas a la sequía se han clasificado como de escape, de evasión y de tolerancia (Kramer, 1980). Muchas gramíneas tropicales, toleran sequía y hay entre ellas, al parecer, poca variación atribuible a su hábitat de origen y de la ruta fotosintética que posean. En general, las leguminosas forrajeras son más inestables que las gramíneas en tolerar sequía; por lo cual resulta necesario transferir forraje que se produce en la época lluviosa para los meses de baja producción. Una de las

prácticas comúnmente utilizadas por los productores consiste en henificar parte de la producción de forraje de verano, para utilizarlo en los períodos secos (Ricci *et al.*, 1992).

Según Hanna (1990) citado por Fortuna 2008 la estación del año es uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento de los forrajes en las zonas tropicales; presentándose producciones más altas durante los meses de mayor duración del día. La radiación solar proporciona la energía requerida para el crecimiento vegetal, y ésta es aprovechada por las especies forrajeras tropicales para mayor acumulación de materia seca (MS). La importancia biológica del agua incluye su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que actúa como integrante responsable del turgor celular y regulador de la temperatura interna. El exceso de agua ocurre generalmente en suelos mal drenados durante períodos de altas precipitaciones, como ocurre en las regiones del trópico húmedo durante todo el año (Jones *et al.*, 1980).

2.2 Efecto de la frecuencia de corte sobre el comportamiento de las forrajeras

Cuando los factores de producción, tales como luz, agua y nutrientes, se mantienen constantes, la altura y frecuencias de corte son factores que afectan la calidad y rendimiento del forraje. El corte produce el rebrote que contribuye a aumentar la concentración de proteína debido a la remoción del follaje y su reemplazo por tejidos más jóvenes. En el manejo de los forrajes, la determinación del momento oportuno para realizar cortes constituye un problema fisiológico, ya que al cosechar tejidos demasiado tiernos la concentración de nitrógeno será alta pero el RMS bajo. Por el contrario, si se espera mucho

tiempo para cosechar, el RMS y su nivel de lignificación aumentan mientras disminuyen la concentración de nitrógeno (Higuera *et al.*, 1998).

En el manejo de la Leucaena un factor importante es la altura de corte, ya que cuando se corta a muy baja altura, las reservas de carbohidratos y la producción de forraje disminuyen progresivamente hasta morir la planta; esto ocurre de manera similar en otras plantas (Rodríguez *et al.*, 1986 citado por Higuera *et al.*, 1998). La defoliación de las plantas también afecta la digestibilidad de la MS, de tal manera que mientras más frecuentes sean los cortes, mayor será la digestibilidad, debido al crecimiento de brotes tiernos de follaje.

La defoliación también afecta la persistencia de la planta cuando se realizan cortes a mayor altura. Esto conduce a una mayor área foliar residual después de cada corte, lo cual permite la recuperación de la planta al realizar mayor actividad fotosintética. Con ello, el desarrollo radicular no se ve afectado, porque la planta no utiliza las reservas almacenadas en la raíz para producir nuevos rebrotes. También existe mayor captación de luz por parte de la planta, lo cual favorece el desarrollo del cultivo (Higuera *et al.*, 1998).

Cornacchione *et al.* (2007) realizaron un estudio con el objetivo de observar el efecto de la frecuencia de defoliación sobre la producción, composición y calidad de *Chloris gayana* efectuando cortes cada 7 semanas. En este trabajo no se produjo esperada mayor producción total de MS del cultivar Top Cut.

2.3 Composición botánica (CB) de las gramíneas y leguminosas

La composición botánica se define como la proporción en que varias especies están presentes en el forraje en oferta en un predio y un momento determinado. Es de mucha importancia medir la proporción o disponibilidad de las especies asociadas, ya que existe buena relación entre la ganancia de peso por los animales y la proporción de leguminosa disponible en los pastos. Este criterio es utilizado para medir e interpretar resultados de ensayos de pastoreo en praderas asociadas donde la carga animal es una variable de manejo (Mendoza y Lascano, 1986).

Existe una relación positiva entre la disponibilidad de ciertas leguminosas y la producción animal, pero no se debe limitar las observaciones sobre la vegetación a esta variable únicamente; se deben cuantificar también otras especies no sembradas, las cuales en algunos casos, pueden afectar negativamente la producción y la capacidad de carga de las pasturas (Mendoza y Lascano, 1986). La (CB) y la disponibilidad de forrajes en la pastura no sólo se usan para lograr ciertas respuestas en producción animal, sino también para evaluar cómo la fertilización y otras prácticas de manejo de las pasturas cambian la persistencia de las especies sembradas (Stobbs, 1969).

2.4 Rendimiento de materia seca (RMS)

2.4.1 Gramíneas

Las gramíneas son la principal fuente de alimentación del ganado por su adaptación a diferentes suelos y sistemas de manejo, facilidad para establecerse y producción de semillas.

Diferentes géneros de gramíneas se han evaluado en diferentes condiciones para determinar su RMS.

Estudios realizados en cuatro ecotipos de especies del género *Brachiaria* mostraron la peculiaridad de mayor producción de MS durante la época seca. Se ha registrado una producción máxima de 3,534 kg MS ha⁻¹ de MS a los 24 días de rebrote en la accesión *Brachiaria brizantha* CIAT-26110, superando a las *Brachiaris decumbens*, *Brachiaria brizantha* CIAT-16322 y al cultivar Marandú.

Para los períodos secos estas especies toleran condiciones extremas de déficit hídrico mientras en época de altas precipitaciones alcanzan rendimientos por debajo del 50% de lo esperado (Cuadrado *et al.*, 2004). La introducción y selección de gramíneas forrajeras con alto potencial de producción, calidad, persistencia y adaptación a diversas condiciones climáticas y edáficas del trópico, es una de las formas más efectivas para incrementar y mejorar la productividad de las empresas ganaderas (Sosa *et al.*, 2004).

Refiriéndose a la producción estacional de MS en *Brachiaria decumbens*, *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, y *Brachiaria humidicola*, Rubio *et al.* (2008), reportaron que con estas especies se pueden obtener rendimientos de 4.0 t ha⁻¹ de MS durante la época de lluvia y de 1.0 t ha⁻¹ en época de sequía. Estos resultados indican además que entre especies, los rendimientos alcanzados son diferentes dentro de cada época del año. En la época de seca *Brachiaria sp* y *Panicum maximum* son los más productivos con 1.2 t ha⁻¹ y durante la época de lluvia las *Brachiaris* presentan RMS superiores a 2.5 t ha⁻¹. Las especies de porte alto *Panicum máximo* cv. Mombasa y *Paspalum atratum*, son de mayor rendimiento total con 10.6 y 12.0 t MS ha⁻¹ año⁻¹, seguida de *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria humidicola* con

8.3 y 8.6 t MS ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente. *Andropogon gayanus* fue la especie de menor producción con 3.9 t MS ha⁻¹ año⁻¹ (Rubio *et al.*, 2008).

Fuente *et al.* (2007) estudiaron el patrón de crecimiento del pasto buffel en condiciones controladas y bajo diferentes sistemas de manejo, observando rendimientos de hasta 80 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ sometido a cortes semanales y con tasa máxima de crecimiento durante la época de lluvia de 81 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y en la época seca de 20 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. Se concluyó que el pasto buffel responde adecuadamente en crecimiento durante las épocas de mayores precipitaciones. Uno de los aportes mayores de las gramíneas son los altos RMS (e.i. los *Pennisetum*). En varios estudios realizados en la década de los 70 y 80 con *Pennisetum purpureum* cv. King grass, se obtuvieron RMS en su mayoría de 4.0 t ha⁻¹ corte⁻¹. También se han encontrado RMS anuales que oscilan entre 72 y 85 t ha⁻¹. Estas gramíneas son muy exigentes en fertilización y sensibles a suelos de baja fertilidad, especialmente bajos niveles de nitrógeno (Espinosa, 2001).

2.4.2 Leguminosas

En los sistemas de producción bajo pastoreo, ciertas leguminosas presentan características útiles de adaptación a las condiciones de trópico seco y húmedo, capacidad de alto RMS y de sobrevivir a severas sequías y pastoreo no controlado del ganado. Según Hanna (1990) en condiciones del trópico la estación del año es uno de los factores más importantes que determinan el RMS. Es de esperar producciones de forrajes superiores durante los meses de mayor prolongación del día cuando la radiación solar proporciona la energía requerida para el crecimiento de la planta y el almacenamiento de reservas de nutrientes (Fortuna *et al.*, 2008).

Valenzuela *et al.* (2004) estudiaron la influencia de fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus virgatus* y *Panicum coloratum*, y encontraron que dicha leguminosa presentó una acumulación de biomasa anual de de 26 t MS ha⁻¹. La producción aumentó al máximo con una distancia entre surcos de 0.30 m. En este caso hubo una producción de 2484 kg MS ha⁻¹ y una disminución cuando se sembró a una distancia de 0.90 m entre surcos. La mayor producción de MS de las leguminosas al reducirse la distancia entre surcos se debió a una mayor densidad de plantas por unidad de superficie.

Rubio *et al.* (2008) señalan que las leguminosas presentan altos RMS en la época de lluvia con 2.0 t MS ha⁻¹, mientras durante el período de sequía producen apenas 0.9 t MS ha⁻¹, e indican que el RMS varía entre especies dentro de cada época del año. En período seco, la *Cratylia argentea* con crecimiento semiarbustivo y *Centrosema macrocarpum* de crecimiento rastrero dan rendimientos cercanos a 0.8 t MS ha⁻¹, mientras *Cratylia argentea* y *Crotalaria juncea* mostraron la mayor acumulación de forraje durante la época de lluvia con rendimientos de 2.7 y 2.4 t MS ha⁻¹ y también los mayores rendimientos anuales de 9.2 y 9.4 t MS ha⁻¹, respectivamente. En este estudio *Cratylia argentea* y *Crotalaria juncea*, *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus*, y *Paspalum atratum* sobresalieron por su alto rendimiento en cada época evaluada (Sosa., *et al* 2008).

2.5 Asociaciones de gramíneas-leguminosas

Una asociación de forrajeras es una población formada por varias especies con diferentes características; tanto morfológicas como fisiológicas (Carámbula, 2003). En asociación las funciones principales de las leguminosas son aumentar el abastecimiento de proteínas al

ganado, proporcionar nitrógeno a las gramíneas asociadas y aumentar la fertilidad del suelo (Evans, 1979 citado por Arteta *et al.*, 2005). Las pasturas compuestas por gramíneas y leguminosas presentan una serie de características de importancia. En asociaciones, pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, manteniendo no sólo en forma homogénea sus rendimientos en ciertas épocas del año, sino también alargando el período de productividad de las pasturas y confiriéndole a la vez una mayor flexibilidad en su utilización (Blaser *et al.*, 1952 citado por Carámbula, 2003).

Las leguminosas en asociaciones representan una vía importante para incrementar el desarrollo y la productividad de los pastizales (Hernández *et al.*, 2005). Su biomasa es rica en nutrientes de alto valor biológico (Iriando *et al.*, 1998). El uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas está justificado por el aporte de las leguminosas al fijar y transferir N eficientemente. El rendimiento total de las asociaciones puede ser superior a la suma de los rendimientos de las especies puras de gramíneas y leguminosas (Haynes, 1980). Las leguminosas en asociación realizan primero una función de facilitadoras de valor nutritivo a las gramíneas, por su aporte de nitrógeno dentro del sistema y segundo como componente directo del alimento disponible para el animal. Milera *et al.* (1989) al evaluar el comportamiento de asociaciones de gramíneas y leguminosas señalan que las gramíneas demuestran una mejoría en porcentaje de proteína cuando son mezcladas con leguminosas; esto depende del aporte del nitrógeno al suelo que realizan las leguminosas y que es aprovechado por las gramíneas (Chacón, 1998; Iglesias, 1998). Las asociaciones de gramíneas y leguminosas pueden mejorar el valor nutritivo, aumentar el consumo voluntario de forraje, incrementar la digestibilidad y mejorar la distribución estacional de forraje

(Valenzuela, 2004). También estas asociaciones son una alternativa para mejorar la calidad nutritiva de la dieta de los rumiantes en pastoreo en los trópicos. Incrementan la digestibilidad y el consumo voluntario de MS, lo que se traduce en aumentos en la producción animal (Norton y Poppi, 1995); y representan una opción económica para mejorar la calidad y productividad de la pastura (Hess y Lascano, 1994).

2.5.1 Valor nutritivo de las forrajeras

El valor nutritivo de las diversas forrajeras por unidad de MS está dado por la composición química, el consumo voluntario y digestibilidad de los nutrientes relativo a los requerimientos nutricionales de los animales y sólo puede ser estimado parcialmente a partir de determinadas variables cuantificadas con anterioridad (Ramírez y Acosta, 2004). En términos generales el valor nutritivo es el resultado de características internas propias de la planta, como la composición química; factores ambientales; factores propios del animal, como su capacidad digestiva y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente (Pirela, 2005). En las forrajeras de zonas templadas existen variaciones del valor nutritivo entre familias, especies, géneros, variedades e incluso entre genotipos dentro de una población pura (Minson *et al.* 1960, 1964; Weiss y Demarquilly, 1970). En los forrajes tropicales se repite el mismo fenómeno y mediante los trabajos genéticos se ha obtenido variedades de más alto valor nutritivo (Burton y Monzón, 1978).

Herrera (1981) enfoca al valor nutritivo como la relación existente entre los componentes químicos, la digestibilidad de esos componentes y la producción animal resultante. Santana

(2000) señala que el valor nutritivo es producto de las tres variables, consumo de alimento, digestibilidad del mismo y eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos.

Se postula que la información bromatológica más fundamental es la obtenida al analizar proteína, fibras y digestibilidad de sustancias nutritivas (Legel, 1981). Un pasto joven puede poseer un contenido proteico cerca del 20%, el cual decrece hasta alcanzar en plena época de floración posiblemente tan sólo 6.12%. El alto valor a temprana etapa depende del mayor desarrollo en el área foliar y de la intensa actividad metabólica y de síntesis de la planta. El valor nutritivo puede mantenerse muy elevado hasta principio de la floración, para luego decrecer rápidamente, dependiendo de la especie (Moreno, 2007). El valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de su biomasa, las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes utilizables que las ramas y los tallos; también la variación se ha relacionado con la edad y con la posición del árbol. Las hojas jóvenes son más ricas en proteínas y más digeribles que las viejas, las cuales presentan concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos (Benavides, 1991).

Tuarez (1977) ha planteado que en las gramíneas los contenidos de PB y MS disminuyen con la edad, mientras las leguminosas no muestran una tendencia tan definida, siendo diferente el comportamiento según la variedad o especie estudiada y la época del año o estación.

2.5.2 Fibra detergente neutro (FDN)

La fibra detergente neutra es la porción del alimento insoluble en detergente neutra conocida como pared celular. La fracción analítica designada FDN representa la cantidad total de fibra presente en la pared celular del forraje. Su composición química general incluye celulosa,

hemicelulosa, lignina y alguna materia inorgánica. Los carbohidratos estructurales son parcialmente digeribles por el animal, pero además la fibra, por sus propiedades físicas, es necesaria para el funcionamiento normal del rumen. (Alvarez, 2002; Gallardo, 2007). La FDN es la fracción química analítica que más se relaciona con el consumo del alimento, por abarcar todos los componentes fibrosos que ocupan espacio en el rumen.

2.5.3 Proteína bruta (PB)

Las leguminosas son una mejor fuente de proteína que las gramíneas (Pirela, 2005). Existen características importantes que hacen a las leguminosas eficientes en la nutrición animal y un balance nutricional en los animales se puede garantizar con el uso de pasturas de buena calidad y altos en proteína (Giraldo, 1998). La tendencia decreciente del contenido de PB al aumentar la edad de la planta se debe a una disminución de la actividad metabólica (Herrera, 1981). La síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con las etapas más jóvenes. El consumo de forraje que aporta poca proteína trae como consecuencia una baja actividad microbiana en el rumen. Al otro extremo al proveer dieta con contenidos de proteína muy altos no hay evidencias de que exista regulación fisiológica en el consumo de proteínas. En cambio al utilizar dietas de muy bajos contenidos de proteína el consumo se reduce (Herrera, 1981; Ramírez y Acosta, 2004). Herrera- Hernández (1993) y Fernández (2000) describen los efectos negativos que ejerce la edad del rebrote del forraje en la composición química y digestibilidad de los pastos.

2.5.4 Digestibilidad

Durante la edad temprana de rebrote la digestibilidad de la materia orgánica puede ser tan alta como el 80% en gramíneas tiernas, para luego descender hasta el 50% o menos en los forrajes maduros. Durante el período anterior a la floración la digestibilidad se mantiene relativamente constante y después decrece bruscamente, a una velocidad de 0,5 unidades de por ciento por día. Al disminuir la digestibilidad, también disminuye el consumo total debido a los efectos de la mayor fibrosidad del forraje ingerido. La conformación del estómago de los rumiantes favorece la digestión de grandes cantidades de forraje con alta contenido de fibra. Esta característica única permite el uso eficiente del alimento en comparación a los no rumiantes. Los trabajos de Akin y Borneman (1990) señalan que los hongos son los primeros organismos en invadir y digerir el componente estructural de las plantas y tienen una relación estrecha con las bacterias permitiendo así que estas penetren al compartimiento intracelular y colonicen el material vegetal, iniciando el proceso de degradación de las fracciones insolubles del alimento.

2.6 Persistencia, efecto de épocas y frecuencias de corte de gramíneas, leguminosas y sus asociaciones

La persistencia de especies y cultivares, su adaptación y rendimientos en diversos ecosistemas suelen ser muy variables e importantes en la selección de pastos (Argel, 1996; Blanco, 1991). Las combinaciones de factores ambientales y de manejo con efectos positivos y negativos, tales como suelo, precipitación y tipo de especies forrajeras, son más difíciles de

determinar, que los efectos individuales de las especies forrajeras; aunque no siempre se puede estar convencido de los factores que intervienen en la persistencia de las plantas. Un ejemplo de ello es el pH del suelo. Así mismo se presentan problemas de fertilidad de suelo, como la deficiencia de P que limita la persistencia de las pasturas. Las leguminosas forrajeras, al igual que otras plantas, persisten durante períodos de sequías debido a su alta producción de semillas. El rebrote de nuevas plantas ocurre en la corona y estolones, dando origen a la formación de nuevas poblaciones de semillas viables. Es recomendable conocer la dinámica de la población de especies de leguminosas en una pradera y el efecto que tiene el manejo en la sobrevivencia de las plantas madres y las nuevas generaciones (Argel, 1996).

Otra situación que se presenta son las altas precipitaciones pluviales en suelos arcillosos, determinantes en la degradación de praderas asociadas. Se plantea que la falta de persistencia, es el mayor obstáculo para la utilización de las leguminosas forrajeras tropicales (Hernández *et al.*, 2005). La consistencia en las precipitaciones es importante para la persistencia de las leguminosas y en algunos casos su efecto se mezcla con el de otros factores, como la capacidad del suelo para retener humedad, así como la mala distribución de las lluvias durante el año (Kretschmer, 1988).

Reategui *et al.* (1990) estudiaron la persistencia de asociaciones de gramíneas, pastoreadas en cada asociación y con diferentes períodos de descanso y de ocupación y observaron que las asociaciones de gramíneas no persisten a altas cargas animales. Indican, además, que el nivel de degradación de las praderas se ve afectado por el período de descanso y de ocupación, y que la carga animal es un factor determinante en niveles altos de compactación del suelo, y en la degradación de las praderas.

3 PASTO RHODES (*Chloris gayana* cv. Callide)

3.1 Características agronómicas

El pasto Rhodes es una gramínea nativa de Africa tropical. Es conocida en los Estados Unidos desde su introducción en el 1902; y se incorporó en los campos del noroeste de Argentina por el 1917. Esta especie también se cultiva en países tropicales (Skerman *et al.*, 1992). La planta es de tipo perenne, de crecimiento erecto, estolonífera, de tallos robustos de 1 a 1.5 m de altura; con sistema radicular fibroso; inflorescencia en forma de panícula con 6 espigas unilaterales de 6 a 10 cm de longitud agrupadas en el ápice del eje del tallo, y florece todo el año (Funes *et al.*, 1998). La raíz puede alcanzar profundidades hasta 4.7 m (Skerman y Riveros, 1992).

3.2 Adaptación

El pasto Rhodes se adapta a una amplia variedad de suelos con mediana hasta alta fertilidad, y con pH tan bajo como 4.5 hasta aquellos con problemas de salinidad (Ríos *et al.*, 1991). Posee buena adaptación en estos últimos. Ante mal drenaje del suelo tiene un comportamiento regular (Funes, *et al.*, 1998). Presenta alta agresividad y coloniza el suelo rápidamente (Skerman *et al.*, 1992). Crece mejor en zonas de precipitación anual de 600 a 750 mm, tolera inundaciones, pero muere cuando sus raíces quedan sumergidas a 30 cm de profundidad (Colman y Wilson, 1960 citados por Skerman y Riveros, 1992).

3.3 Rendimiento de materia seca (RMS) de Rhodes

Bajo buenas condiciones de fertilización y humedad su producción es alta, entre 4 y 5 t MS ha⁻¹ por corte a intervalos de 8 a 10 semanas. Esta gramínea sin fertilización produce anualmente 9 t MS ha⁻¹ y con fertilización después de cada corte 22 t MS ha⁻¹ (Eusse, 1994). En estudios realizados en Zambia, sobre la asociación de pasto Rhodes con *Stylosanthes* y Soya, los RMS fueron superiores por 30% para la asociación Rhodes-*Stylosanthes* y 100% para la de Rhodes-Soya, en comparación con gramíneas solas (Skerman et al., 1992).

3.4 Valor nutritivo del pasto Rhodes

El pasto Rhodes contiene típicamente 11 % de PB (Martin, 2010). Análisis químicos realizados por Meissner (1997) y Skerman *et al.* (1992) arrojaron valores de PB en esta gramínea que variaron de 4 a 13%. Martin (2010) encontró que durante la etapa de prefloración el pasto Rhodes presenta niveles de proteína de 7.5 a 9%. También presenta un FDN en prefloración y floración de 71.3 y 78.6% respectivamente (Nasca, 2005).

3.5 Usos principales: Pastoreo o heno

Siendo el pasto Rhodes uno de los cultivos más difundidos a nivel del trópico, es utilizado por los ganaderos principalmente para pastoreo y heno. El Grama Rhodes cv. Callide es una forrajera tropical que se utiliza durante el invierno, para criar vaquillonas de reposición (Bissio, 2004). Un posible manejo de este pasto es realizar de 3 a 4 pastoreos, con frecuencias entre 28 y 35 días, y luego usarlo como alimento diferido al finalizar su período vegetativo. Puede ser utilizado en la fabricación de heno en rollo y en pacas (Bissio, 2004).

Las hojas y los tallos del pasto Rhodes presentan un forraje uniforme en poblaciones densas, mientras que su hábito de crecimiento estolonífera favorece el proceso de henificación. El cultivo se puede pastorear cuando el tiempo no es adecuado para la henificación (Suite, 2003), lo que resalta su diversidad de usos.

3.6 Producción de semillas de gramíneas y leguminosas

La producción forrajera requiere especies de fácil reproducción, preferiblemente mediante semillas botánicas, que presentan ventajas económicas en ahorro de recursos y mano de obra para su establecimiento y utilización (Febles y Navarro, 1980). Las semillas deben ser capaces de germinar rápidamente en un porcentaje tal que se asegure el establecimiento de la especie seleccionada. En caso contrario, si la germinación es lenta e irregular, existirán áreas al descubierto permitiendo en ellas el crecimiento de malezas. En algunas semillas de leguminosas y gramíneas se observa el fenómeno de latencia, el cual presenta desventajas por la no uniformidad en la germinación, dificultando la propagación en la siembra. También es necesario realizarles tratamientos a semejantes semillas, para mejorar el porcentaje de germinación (Pietrosemoli y Mendiri, 1997). El pasto Rhodes se multiplica asexualmente por material vegetativo de tallos y sexualmente por semillas; alcanza altos rendimientos de semillas durante el mes de noviembre, cuando los días son cortos (Martin, 2010; Funes *et al.*, 1998). Las semillas de esta gramínea son pequeñas y se necesita de 3 a 4 millones de ellas para pesar un kilogramo. Las semillas pueden ser cosechadas cada 60 d, cuando cambian de color verde a canela y hayan caído entre el 20 al 30% de éstas. Se estima que el rendimiento promedio en 2 a 3 cosechas de semillas es de 130-250 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Funes *et al.*, 1998). Las

espigas se cortan con una hoz y al ser frotadas con las manos debe observarse una gran cantidad de semillas maduras y llenas. Las semillas del pasto Rhodes en almacenamiento conservan su viabilidad hasta por tres años después de ser cosechadas (Suttie, 2003).

4 CLITORIA TERNATEA (L.) Dne (Clitoria)

4.1 Características agronómicas

La *Clitoria ternatea* es una leguminosa nativa de Asia, y actualmente distribuida en las regiones tropicales del mundo (Gómez *et al.*, 2003; Skerman *et al.*, 1991; Córdoba *et al.*, 1987). Es conocida en Sur y Centro América (Bustamante, 2004; Villanueva, 2004 citado por Sandoval, 2007), incluyendo México y el Caribe. La *Clitoria ternatea* es de crecimiento erecto, semiarbusivo y trepador (Garza *et al.*, 1973); con tallos ligeramente pubescentes de 0.5 a 3 m de longitud y 0.3 a 4 cm de ancho; presenta flores de colores azulados, vainas alargadas y planas. Esta leguminosa tolera sequía y crece en áreas donde el régimen de lluvia es sólo de 380 mm/año (Barros *et al.*, 2004). Es de gran potencial en los sistemas de producción animal en países tropicales, por su adaptabilidad y altos rendimientos (Araújo *et al.*, 1994; Skerman *et al.*, 1992). Suele ser una forrajera precoz y productiva (CIAT, 1984 citado por Villanueva, 2004).

4.2 Adaptación

La *Clitoria ternatea* presenta gran adaptación en suelos de buena fertilidad, profundos y húmedos, con buen drenaje interno, no inundables y sin problemas de encharcamientos durante la época de lluvia. Esta leguminosa se desarrolla en altitudes o zonas de vida de 0 a

más de 1800 msnm. Crece bajo ciertas condiciones de salinidad con precipitaciones anuales de 800 a 4000 mm, y en zonas de riego de 400 mm y temperaturas de 19 a 32°C (Bustamante, 2004; Kretschmer y Pitman, 2001).

Crece de manera natural en pastizales y matorrales nativos y subtropicales. Este pasto se establece en suelos moderadamente livianos y pesados y de mediana a alta fertilidad. Puede crecer en suelos desde alcalinos hasta medianamente ácidos y se adapta bien a suelos negros, y arcillosos durante la época de lluvia (Bustamante, 2004; Villanueva, 2004); y a suelos luvisoles de textura ligera (Sosa *et al.*, 1996; Bogdan, 1997).

4.3 Rendimiento de materia seca de la Clitoria

La *Clitoria ternatea* es una leguminosa muy productiva con RMS de 20,000 a 30,000 kg ha⁻¹ año⁻¹, dependiendo de la frecuencia de corte. Demuestra buena palatabilidad y aceptación por los animales en diferentes etapas de crecimiento, bien sea como follaje fresco o como heno (Araujo *et al.*, 1994). En regiones tropicales y subtropicales presenta buen crecimiento principalmente de forma natural en pastizales y matorrales nativos (Villanueva, 2002). Gómez y Kalamani (2003) reportan que bajo condiciones favorables se obtienen rendimientos en clitoria de 30,000 kg ha⁻¹ año⁻¹. Valencia *et al.*, 2008, trabajaron con *Clitoria ternatea* asociado a *Panicum maximum* Jacq comparando labranza convencional, labranza mínima y cero labranza en un suelo de tipo San Antón y obtuvieron respectivos rendimientos promedio de 2,859, 2,280 y 1,978 kg MS ha⁻¹.

4.4 Valor nutritivo de la Clitoria

La *Clitoria ternatea* es una leguminosa de excelente valor proteico y puede tener una digestibilidad tan alta como 80% en estado óptimo (Bogdan, 1997). El contenido de PB en etapa temprana es de 21 a 23% en base seca; hay 14.4 % en el heno, mientras en floración, el forraje seco contiene casi el 20% (Villanueva *et al.*, 2004). Barro y Ribeiro (1983) estudiaron la composición química del heno de *Clitoria ternatea* en diversos estados y edades de crecimiento y encontraron a los 42 d y al comienzo de la floración a los 56 d, altos niveles de proteína de 28.94 y 30.97%, respectivamente. También observaron un ligero aumento de FDN en el heno entre las edades de corte de 56 y 70 d. McDowell *et al.* (1974) señalan que en las plantas enteras de esta leguminosa la PB alcanza valores entre 19.4 a 22.6 % en base seca. La semilla de la *Clitoria ternatea* es alta en proteína, de 15 a 25%, por lo tanto sirve para aumentar los niveles de nitrógeno en potreros en decadencia; y después de dos años de establecida esta leguminosa, la fertilidad del suelo recupera su nivel original (Gómez y Kalamani, 2003).

4.5 Usos principales: Pastoreo o heno

La *Clitoria ternatea* es utilizada en diferentes países del mundo principalmente como monocultivo (Polo, 2004). Sin embargo, se presta para pastoreo sola o asociada con gramíneas tropicales, se siembran lotes compactos para producción de semilla y sirve para forraje de corte, producción de heno y ensilado con otras gramíneas (Córdoba *et al.*, 1987). En estudios en el trópico con novillas europeas en pastoreo, la suplementación con heno de *Clitoria ternatea* resultó en mayores ganancias de peso que pastoreo solamente en la asociación *Pangola-Siratro*, la asociación *Guinea-Siratro* y *Pangola* sin asociar (Bustamante,

2004). La *Clitoria* mostró mejores resistencia y recuperación después del pastoreo en comparación con la asociación *Guinea-Siratro* (Garza *et al.* 1972). Arcos (1988) resalta el alto RMS de este pasto.

En una prueba de alimentación con vacas en tres lactaciones, la inclusión de heno de *Clitoria* a niveles de 25 y 50% de la ración logró reducir el 19 y 30% del costo de producción por concepto de alimentación al compararlo con el concentrado tradicional, basado en granos (Villanueva *et al.*, 2002). Bustamante (1998) alimentó vacas lecheras con heno de clitoria con un 75% de floración como única fuente de forraje y 3.4 kg de concentrado por día, logrando así una reducción de un 60% en la utilización del alimento concentrado y un aumento en la producción de leche, comparado con vacas suplementadas con 8.5 kg de concentrado/día y forraje con 25% de inclusión de heno de alfalfa.

En siembras con tutores como *Sorgo sudan* y *Sorgo bicolor*, al igual que con *Crotalaria juncea*, la *Clitoria ternatea* forma una excelente cobertura, y en asociación el forraje tiene un alto valor nutritivo (Villanueva, 2004). Esta leguminosa puede utilizarse como suplemento proteico para el engorde de ganado bovino y para obtener rendimientos significativos de leche en vacas lecheras (Arcos, 1987). Al usarse la *Clitoria ternatea* en bancos de proteínas la producción de leche alcanzó 14 kg vaca⁻¹ día⁻¹ (ICA, 1986). En vacas Holstein-Cebú se obtuvo incrementos en la producción de leche de un 50%, a base de pastoreo en *Clitoria ternatea* a razón de 2kg MS vaca⁻¹ día⁻¹ relativo a la alimentación con gramíneas solas (Sosa, 1990).

4.6 Producción de semillas de la Clitoria

Las leguminosas se caracterizan por varios rasgos morfológicos importantes, entre ellos sus semillas se hallan contenidas en una vaina o legumbre. La calidad de las semillas de leguminosas es buena y usualmente, debido a la dureza de las mismas, se presentan menos problemas que las semillas de otras especies durante su almacenamiento. Dada la semilla de alta calidad, es de esperarse un establecimiento temprano de las plántulas (Funes *et al.*, 1998). La *Clitoria ternatea* presenta buena adaptación y comportamiento productivo (Van Grieken, 1994). Dentro de sus vainas alargadas y planas se encuentran 10 ó más semillas oleaginosas, de color negro, café y jaspeado, de 4.5 a 7 mm de longitud y de 3 a 4 mm de ancho (Bogdan, 1997). Las semillas de *Clitoria ternatea* almacenadas por un periodo de seis meses presentan germinación de unos 15 a 20 %. También las semillas de esta leguminosa respondieron a escarificación con ácido sulfúrico durante 5 y 8 min, obteniendo así valores de germinación de un 53 y 59% respectivamente. (D'Aubeterre *et al.*, 2002).

5 Aportes de las asociaciones de gramíneas y leguminosas

Los aportes al sistema de producción animal que realizan las leguminosas incluye el de suministrar nitrógeno al suelo por medio de la fijación biológica. Este proceso ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con bacterias que infectan sus raíces, e inducen la formación de nódulos radicales en el interior de los cuales se realiza la fijación de nitrógeno, mediante la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en los rizobios. Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez ésta le suministra al nódulo los carbohidratos que aportan la energía necesaria para el proceso de fijación (Sylvester *et al.*,

1987 citado por Hernández *et al.*, 2005). En asociaciones y en bancos de proteína para la suplementación de pastos de corte durante la época seca (Argel, 2002), las especies de gramíneas y leguminosas soportan un incremento significativo en la producción de carne y leche, mediante el mejoramiento de la actividad biológica del suelo y el aporte de proteína al animal. Las pasturas son el alimento básico para el ganado en el trópico y las leguminosas y gramíneas mejoradas de calidad tienen potencial para aumentar la producción de carne (Lascano y Estrada, 1989) y leche (Lascano y Avila, 1991; González, 1992). La respuesta en mayor producción de leche puede llegar a 3 vaca⁻¹ día⁻¹ en animales de alto potencial (Lascano y Avila, 1993). Las pasturas basadas en leguminosas contribuyen a un uso más sostenible de la tierra a través de la fijación de N₂ (Ara *et al.*, 1990). Estos recursos alimenticios se habían destinados generalmente a ganado bovino (Flores, 1983).

Sin embargo, se ha demostrado que otros animales de granja no rumiantes, especialmente cerdos y aves, pueden utilizar las leguminosas y gramíneas forrajeras como parte de la dieta, sin desmejorar significativamente la ganancia de peso ni la eficiencia en la conversión del alimento (Narayana y Setty, 1977; Oliveira *et al.*, 1986; Osorio, 1990; Figueroa, 1996; Trigueros y Villalta, 1997 citado por Monforte *et al.*, 2002).

Walker y Weston (1990), al referirse al aporte de las leguminosas y gramíneas en Australia, señalan que el uso de las asociaciones de las mismas contribuye a mejorar la productividad de los suelos menos fértiles y a restablecer las pasturas debilitadas. El beneficio de las pasturas asociadas para uso en suelos ácidos ha sido demostrado en términos de ganancia de peso vivo animal. (Lascano y Estrada, 1989).

Cuando se utilizan gramíneas fertilizadas con nitrógeno o asociaciones de gramíneas y leguminosas en vacas de mediano potencial genético, la producción diaria de leche alcanza la cantidad de 9-10 L por vaca (Stobbs, 1969). Dentro de los beneficios de cultivos asociados se encuentran, menor erosión del suelo, menor incidencia de plagas y menor demanda de mano de obra para el control manual de malezas (Titterton y Bareeba, 1999). También con la asociación de cultivos forrajeros se mejora la eficiencia del uso de la tierra, el balance dietético proteína-energía y la estabilidad del sistema y se reduce el riesgo de producción (Arias y Muñoz, 1983). Las leguminosas son un valioso suplemento en la dieta de los rumiantes, principalmente en el trópico, donde los sistemas de producción y los criterios para ejecutar las prácticas de alimentación difieren bastante de las zonas templadas (Norton y Poppi, 1995). Menéndez, *et al.* (1993) citado por Benítez (2008) señalaron entre las ventajas de las asociaciones en los sistemas de explotación ganadera, la posibilidad de aumentar el RMS, el contenido proteico y mineral del forraje, el consumo voluntario, la digestibilidad, el equilibrio en la producción estacional y la fertilidad del suelo, lo que trae consigo aumentos en la producción de carne y leche y mejoras económicas y ecológicas del suelo y el medio ambiente.

6 EXPERIMENTO 1

Frecuencias de corte, composición botánica y valor nutritivo en la asociaciones de *Chloris gayana* cv. Callide-*Clitoria ternatea* (L.)

6.1 Materiales y Métodos

6.1.1 Localización

Los trabajos de campo se desarrollaron en la Subestación Experimental Agrícola de Isabela de la Universidad de Puerto Rico. Geográficamente ésta se ubica en la parte noroeste de Puerto Rico a latitud 18° Norte y longitud 67° Oeste a una elevación de 128 m sobre el nivel del mar. La precipitación anual es de 1,630 mm y se presenta una temperatura promedio máxima de 29 °C y la mínima de 19 °C. El suelo donde se estableció el experimento pertenece a la serie Coto (very-fine, kaolinitic isohyperthermic Typic Eustrustox). Este suelo presenta características físicas de ser profundo, con buen drenaje, ligeramente ácido y poco permeable (Gierbolini, 1975). Se detallan datos de precipitación pluvial para 12 meses de 2009 y los primeros cinco meses de 2010 en la Figura 1.

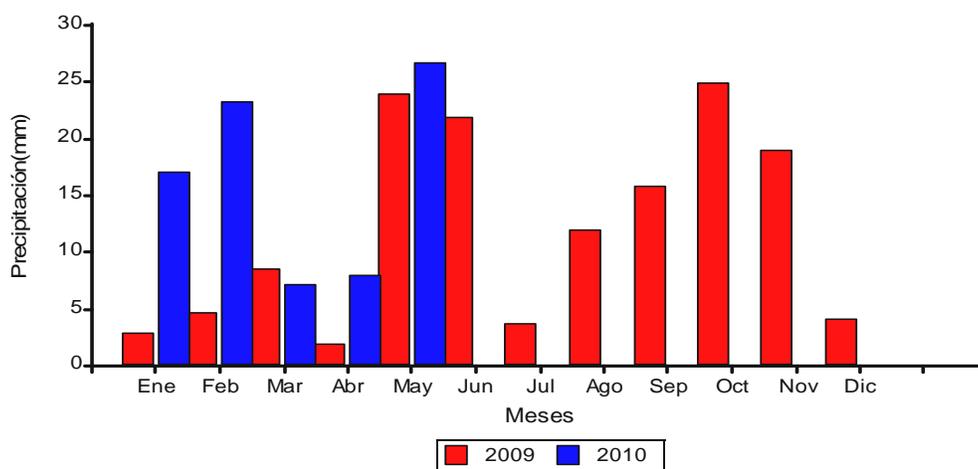


Figura 1. Precipitaciones mensuales ocurridas durante todo el año 2009 y enero a mayo de 2010, Isabela, Puerto Rico.

6.1.2 Labores de preparación del suelo

La preparación del área de siembra se realizó en septiembre de 2009 mediante labranza convencional mecanizada dos semanas antes de la siembra. Se realizó un pase de arado a 45 cm de profundidad y dos pases de rastra a 25 cm de profundidad con intervalo de 15 días entre cada pase. Antes de la siembra se realizó un pase final de arado con el fin de establecer una cama de siembra apropiada para la germinación y emergencia de la semilla. No se aplicó herbicida pre ni post emergente para el control del pasto Johnson (*Sorghum halepenses*) y Ciperáceas. El control de malezas solamente se realizó manualmente con azadas y machetes 50 días después de la siembra (DDS). No se aplicó fertilizante químico ni orgánico.

6.1.3 Establecimiento de los tratamientos

La fase de establecimiento del ensayo se extendió desde el 05 de septiembre al 15 de diciembre de 2009. Antes del inicio de la siembra los tratamientos fueron aleatorizados y distribuidos entre todas las parcelas. Se realizó la siembra con semilla botánica y material vegetativo. Se seleccionó el material vegetativo del *Chloris gayana* cv. Callide en la finca de un productor en Arecibo y se transportó a la Subestación de Isabela. Con las semillas botánicas comerciales de *Clitoria ternatea* (L.) Dne se realizó una prueba de germinación para determinar la viabilidad de las mismas. En cada parcela experimental se realizó siembra directa manual a chorrillo de semilla de *Clitoria ternatea* (L.) Dne y de tallos vegetativos la siembra de *Chloris gayana* cv. Callide. El área experimental total midió 20.5 x 15 m, dividida en 12 parcelas de 4 m x 4 m y pasillos de 1.5 m; con separación entre hileras de 50 cm y distancia entre plantas de 15 cm. La siembra para la asociación de *Chloris gayana* cv.

Callide-*Clitoria ternatea* (L.) se realizó intercalando plantas de *Clitoria ternatea* (L.) Dne a distancias entre hileras de 15 cm del pasto *Chloris gayana* cv. Callide, mientras que las plantas macolladas de *Chloris gayana* cv. Callide se sembraron a distancias de 50 cm entre surcos. Se realizó un corte de homogenización a los 90 DDS.

6.1.4 Tratamientos y diseño experimental

Los tres tratamientos evaluados fueron *Chloris gayana* cv. Callide y *Clitoria ternatea* (L.) Dne en monocultivo y la asociación de estas dos especies. Se utilizó un diseño de parcelas sub-sub-divididas completamente aleatorizados, es decir un factorial 3 x 2 x 2 con cuatro repeticiones, donde las parcelas grandes representaron los tratamientos (dos monocultivos y una asociación de la gramínea y la leguminosa), las sub-parcelas fueron las frecuencias de corte y las sub-subparcelas fueron los meses de cosecha (enero y marzo de 2010).

6.1.5 Determinación de biomasa y composición botánica

En cada mes de cosecha se realizó estimados de crecimiento forrajero en dos ocasiones, a las 4 y 6 semanas luego del corte previo. Se usó un marco metálico de un metro cuadrado (1.0 x 1.0 m) y se cortó el forraje dentro del mismo a 15 cm de altura sobre el suelo. El material cosechado se pesó y sirvió para determinar el RMS y la composición botánica (CB). Se tomaron tres muestras del total de material húmedo cosechado y con una de ellas se separó manualmente el pasto rhodes y la clitoria de las malezas para determinar la CB. Ambas fracciones (forraje deseado y malezas) se pesaron por separado y se colocaron en bolsas de papel. Las otras muestras se usaron para determinar la composición química de los forrajes,

luego de pesarlas y secarlas en un horno a 65 °C durante 48 horas antes de pesarlas de nuevo para determinar el porcentaje de MS.

6.1.6 Análisis de laboratorio

En la Estación de Investigación en Agricultura Tropical, USDA-TARS, se secaron muestras de los forrajes al horno y luego se molieron en un molino pequeño del Laboratorio de Suelos en la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Se colocaron las muestras secas molidas en bolsas plásticas (*Nasco Whirl-Pak*) debidamente identificadas y se enviaron al *Dairy One Forage Laboratory* en Ithaca, New York, para análisis de PB y FDN (Van Soest *et al.* 1991). Se determinó el porcentaje de nitrógeno por el método micro Kjeldhal (analizador de nitrógeno Kjeltex System 1002), (AOAC, 1990) y se convirtió a PB mediante el cálculo (N x 6.25).

6.1.7 Análisis estadístico

Los datos recopilados se digitalizaron en base de datos Excel, y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) usando el programa estadístico InfoStat versión 2008 (Grupo InfoStat, 2008). En el modelo se incluyeron los efectos de tratamiento (Tr), frecuencia de corte (Fr), época de corte (Ep) y las interacciones entre los factores Tr x Fr, Tr x Ep, Fr x Ep y la triple interacción (Tr x Fr x Ep).

El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + \epsilon_{il} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijl} + \delta_k + (\alpha\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\alpha\beta\delta)_{ijk} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variable dependiente (RMS y fracciones botánicas y químicas).

μ = Promedio general.

α_i = Efecto de tratamiento del factor A [Rhodes (R), Clitoria (C) , Rhodes-Clitoria (RC)].

β_j = Efecto de frecuencia de corte, factor B (4 y 6 sem).

δ_k = Efecto de mes de corte, factor C (enero y marzo).

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto aleatorio de la interacción entre el nivel *i-ésimo* del factor A y el nivel *j-ésimo* del factor B (Tratamiento x frecuencia de corte).

$(\alpha\delta)_{ik}$ = Efecto aleatorio de la interacción entre el nivel *i-ésimo* del factor A y el nivel *k-ésimo* del factor C (Tratamiento x mes de corte).

$(\beta\delta)_{jk}$ = Efecto aleatorio de la interacción entre el nivel *j-ésimo* del factor B y el nivel *k-ésimo* del factor C (frecuencia de corte x mes de corte).

$(\alpha\beta\delta)_{ijk}$ = Efecto aleatorio de la interacción entre el nivel *i-ésimo* del factor A, nivel *j-ésimo* del factor B y *k-ésimo* del factor C (Tratamiento x frecuencia de corte x mes de corte).

ϵ_{il} = Error del factor A.

ϵ_{ijl} = Error del factor B.

ϵ_{ijkl} = Error aleatorio correspondiente a la repetición *l-ésima* y al nivel *i-ésimo* del factor A y nivel *j-ésimo* del factor B, y nivel *k-ésimo* del factor C (error de la sub-subparcela).

Para la separación de medias se usó una prueba de la diferencia mínima significativa (DMS o Tukey LSD en inglés), con un intervalo de confianza de 95%, según el programa estadístico InfoStat versión 2008 (Grupo InfoStat, 2008).

6.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.2.1 Rendimiento de materia seca (RMS)

Según se expone en el cuadro 1 y Apéndice 2, se detectó una tendencia ($P=0.086$) hacia un efecto del factor tratamiento en el RMS. Al compararse los tratamientos individuales, la asociación de pasto rhodes-clitoria (RC) y la clitoria pura (C), con medias respectivas de 1,831 y 1,785 kg/ha, superaron ($P<0.005$) a la siembra del pasto rhodes (R) (1,432 kg/ha) (Cuadro 1). Es decir, RC y C superaron a R por 399 y 353 kg MS/ha, respectivamente, mientras la diferencia no significativa entre RC y C fue de sólo 46 kg MS/ha.

Cuadro 1. Medias de la variable RMS (kg/ha) por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones

Tratamiento ¹	R				C				RC																
	4		6		4		6		4		6														
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2													
Factores principales																									
Tratamiento (Tr)	1432				1785				1831				*												
Frecuencia de corte (Fr)	1495		1870										*												
Época corte (Ep)	2036		1329										*												
Combinaciones 2 factores																									
Tr * Fr	1430		1434		1508		2062		1549		2114		NS												
Tr * Ep	1604		1260		2211		1359		2294		1369		*												
Fr * Ep	1870		1121		2202		1538						*												
Combinaciones 3 factores																									
Tr x Fr x Ep	1554		1305		1653		1215		1928		1087		2493		1631		2128		970		2459		1768		NS

1.R= Rhodes, C= Clitoria, RC= asociación

2.Cosechas de enero y marzo se designaron 1 y 2 respectivamente

* Diferencia significativa con ($p<0.05$)

NS No significativo

En relación a las frecuencias de corte se verificó una diferencia ($P < 0.05$) entre los cortes a las 4 y 6-sem de rebrote en el RMS con respectivas medias de 1,495 y 1,870 kg/ha. La cosecha a intervalos más largos produjo un aumento de 375 kg/ha de MS. Se demuestra que entre las edades de 4 y 6 sem los forrajes siguieron una efectiva acumulación de MS. Los resultados muestran efecto significativo ($P < 0.05$) también del mes de corte, siendo los RMS alcanzados muy diferentes, de 2,036 y 1,329 kg/ha, para las respectivas cosechas de enero y marzo (Cuadro 1). Hubo una interacción significativa ($P < 0.05$) de tratamiento por mes de corte en el RMS (Figura 2). En la primera cosecha el R rindió 1,604 kg/ha mientras el C y RC dieron RMS significativamente mayores (2,211 y 2,294 k/ha) y no muy diferentes entre sí. En cambio en la segunda cosecha la inferioridad relativa de R fue mucho menos (1,260 vs 1,354 y 1,369 kg/ha), si bien se observó una producción muy superior en el corte de enero en cada uno de los tratamientos (Figura 2). Los tratamientos no difirieron significativamente ($P > 0.05$) en rendimiento en la segunda cosecha.

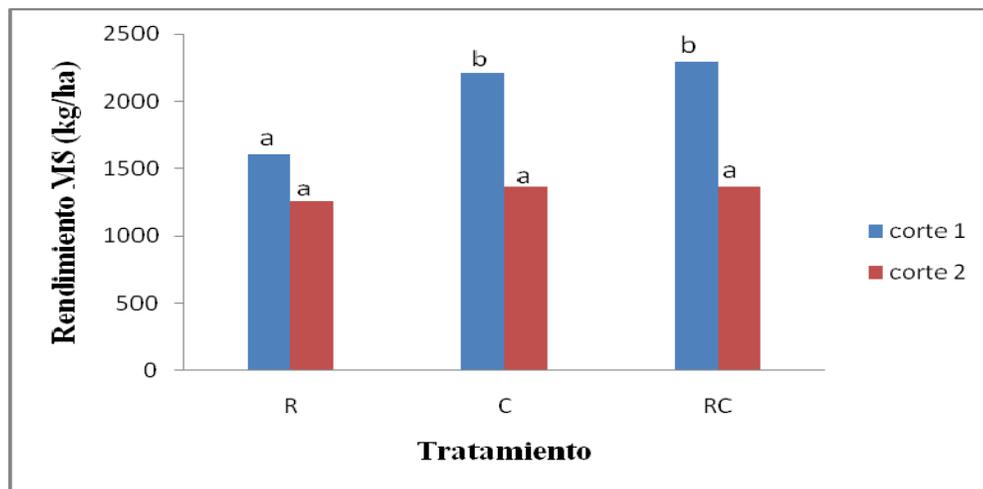


Figura 2. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el rendimiento de materia seca. R=Rhodes, C=Clitoria, RC=Rhodes-Clitoria. Hay diferencia significativa entre los tratamientos con letras distintas ($P < 0.05$) dentro de cada mes de corte.

La interacción Fr x Ep resultó significativa. Esta interacción constó que con la Fr de 4 sem se bajó el RMS por 40% (1,870 contra 1,121 kg/ha) entre Ep 1 y Ep 2, mientras con la Fr de 6 sem la reducción proporcional correspondiente fue menor (30%); 2,202 contra 1,538 kg/ha. Se destacan como las combinaciones de mayor RMS los forrajes C y RC, cortados a las 6 sem de rebrote, en la cosecha de enero (con valores superiores a 2,450 kg/ha; mientras el RC cortado a la edad de 4 sem en la cosecha de marzo no alcanzó los 1000 kg/ha, arribándose en la última posición. Aún así la triple interacción de Tr x Fr x Ep no alcanzó significancia alguna (Apéndice 2).

En Zambia, Skerman *et al.* (1992) evaluaron las asociaciones de pasto rhodes-stylosanthes y rhodes-soya y la gramínea sola y encontraron RMS 30% mayores para la asociación rhodes-stylosanthes y 100% mayor para la rhodes-soya con relación a pasto rhodes solo. Flores (1983) reportó que la clitoria asociada con pasto guinea y pasto jaragua produce entre 6,000 a 18,000 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. Córdoba *et al.* (1987) estudiaron la asociación *Digitaria decumbens* y *Clitoria ternatea* manejada bajo pastoreo en las condiciones agroecológicas de la región de Oaxaca en México, en suelos vertisoles, y obtuvieron una producción anual de 5,500 kg MS/ha. Aquellos resultados no admiten comparación con los del presente estudio con la asociación rhodes-clitoria que se basan en un solo corte.

Cirila *et al.* (2001) mencionan que en Zambia, la clitoria pura a los 120 días después de establecida produjo 3,000 kg MS/ha y que en Nicaragua produjo de 3,000 a 13,000 kg MS/ha en dos meses; También señalan que Barro *et al.* (1983) y Menezes *et al.* (1985) en Brasil obtuvieron producciones anuales de 2,130 y 3,140 kg MS/ha. Estos resultados procedentes de diversos países demuestran las ventajas que pueden tener la leguminosa pura y asociada con

gramíneas al lograr incrementar su producción de biomasa forrajera. El pasto rhodes bajo buenas condiciones de fertilidad y humedad debe producir de 4,000 a 5,000 kg/ha de MS al cortarse entre las 8 a 10 sem de crecimiento. Los citados valores superaron a los del presente estudio para el pasto rhodes de 1,495 y 1,870 kg/ha (Cuadro 1) con corte a las 4 ó 6 sem de rebrote. Se considera que el pasto rhodes responde bien a la fertilización pero se desempeña adecuadamente sin aplicación alguna. Eusse (1999) reportó RMS anual de 9,000 kg/ha sin fertilización mientras con aplicaciones de fertilizantes, después de cada corte, obtuvo rendimientos anuales de 22,000 kg/ha de MS.

Bustamante *et al.* (2004) citando a Córdoba *et al.* (1987) informa que bajo condiciones de corte la clitoria produce 18,400 kg/ha de MS en siete cortes; y que por su rápido crecimiento inicial llega a producir hasta 24,000 kg/ha de forraje verde a las 9 semanas de sembrada. Monzote *et al.* (1982) al establecer varias leguminosas en asociación con pangola, encontraron que la *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo produjo 3,700 kg/ha de MS en tres cortes. Araujo *et al* (1996) evaluaron la productividad del pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) solo y asociado con *Clitoria ternatea* (L.), a cuatro intervalos de corte (42, 56, 70 y 84) y obtuvieron mayores RMS a los dos intervalos más largos de 84 y 70 días (22,300 y 21,900 kg MS ha⁻¹ año⁻¹) que con los más cortos de 56 y 42 días (18,700 y 12,600 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente). Estos mismos autores también evaluaron clitoria (*Clitoria ternatea* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), soya perenne (*Glycine max*) y siratro (*Macroptilium atropurpureum*) sometidas a intervalos de corte de 21, 28 y 35 d y obtuvieron altas producciones de biomasa con la soya perenne y clitoria a los 28 d de 27,500 y 20,800 kg/ha de MS, respectivamente. En aquel experimento la clitoria tuvo RMS anual de 19,630 kg/ha a

intervalos de corte de 42 d. Cornacchione (2006) estudió frecuencia de corte en *Chloris gayana* cv. Callide cultivado en un suelo de textura franco limosa con contenido moderado de sales y obtuvo RMS a las 7 semanas de 5,240 kg/ha. Dicho resultado superó al del presente experimento, en el cual se produjo 2,062 kg/ha de MS a las 6 semanas. Se podría atribuir la diferencia entre los dos estudios a que no se realizaron bajo las mismas condiciones de suelo y a la alta invasión de malezas dentro de las parcelas de rhodes en el presente caso.

6.2.2 Composición botánica (CB)

Las especies de malezas presentes fueron mayormente el pasto Johnson (*Sorghum halepense*), stylosanthes y ciperáceas. Se detectó una tendencia ($P=0.06$) a mayor incidencia de maleza en el tratamiento R (Cuadro 2, Apéndice 5). Los tratamientos R, C, y RC mostraron proporciones de maleza de 60, 36 y 40%, correspondientes a 859, 642 y 733 kg MS/ha respectivamente (Figura 3). El tratamiento R tuvo 24 y 20 puntos de porciento mayor proporción de maleza que los respectivos tratamientos C y RC. Dicha mayor infestación podría deberse al hábito de crecimiento del R que no cubre completamente la tierra en poco tiempo. En relación a la frecuencias de corte se encontró diferencia ($P<0.05$) estando en desventaja la de 6 sem (52% de infestación) contra 39% para la Fr de 4 sem. Esta diferencia se debería a un aparente mayor velocidad de crecimiento de la maleza que del forraje deseado durante las dos semanas en cuestión. Aunque no constituyó una diferencia significativa, la infestación fue mayor en la Fr de 6 sem que de 4 sem, notablemente así en R (73 vs. 48%). Curiosamente, entre la cosecha de enero y la de marzo la infestación media bajó en R (63 a 58%) mientras subió en C y R (29 a 44 y 36 a 45 % respectivamente), pero la

interacción Tr x Ep no alcanzó significación. Llama la atención un valor máximo de infestación de 75 % para la combinación R, 6 sem y cosecha de enero seguida por 71 % la cosecha de marzo. La menor infestación (26%) ocurrió con C cortada a las 4 sem en enero.

Cuadro 2. Medias de la variable %maleza por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones

Tratamiento ¹	R				C				RC				
	4		6		4		6		4		6		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Factores principales													
Tratamiento (Tr)	60				36				40				NS
Frecuencia de corte (Fr)	39	52										*	
Época corte (Ep)	43	49										NS	
Combinaciones 2 factores													
Tr * Fr	48	73		33		39		38		43		NS	
Tr * Ep	63	58			29	44			36	45			NS
Fr * Ep	39	41	47	56									NS
Combinaciones 3 factores													
Tr * Fr * Ep	51	45	75	71	26	41	32	46	39	37	33	52	NS

1.R= Rhodes, C= Clitoria, RC= asociación

2.Cosechas de enero y marzo se designan 1 y 2 respectivamente

* Diferencia significativa con (p<0.05)

NS No significativo

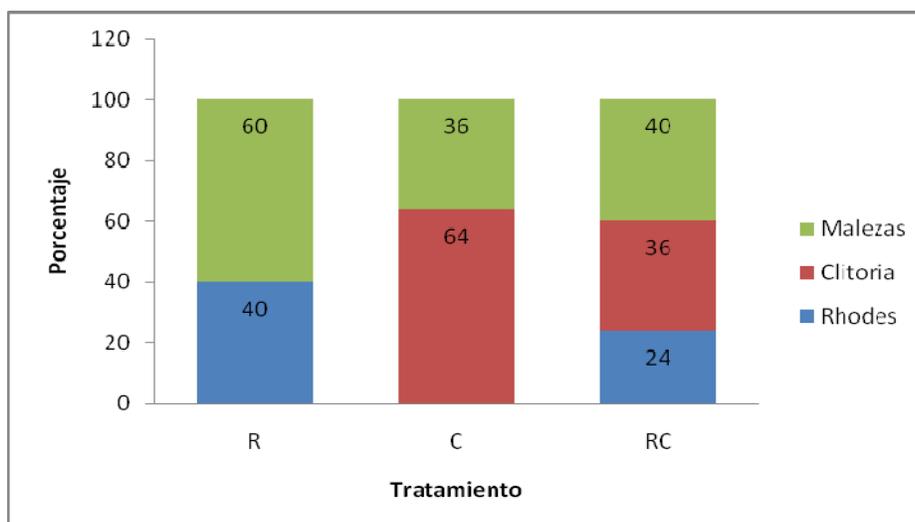


Figura 3. Composición botánica por tratamiento en términos de porcentaje de malezas en asociación o monocultivo. R=Rhodes, C=Clitoria, RC=Rhodes-Clitoria

Al asociar la leguminosa *Arachis pintoii* con gramíneas nativas del trópico mexicano Torres *et al.* (2006) obtuvieron 62.1% de leguminosa, 27.3% de gramínea y 10% de malezas en la asociación comparado con 74.1% de gramínea supuestamente pura mas 21.5% de maleza y 4.4% de leguminosa no intencional. Aunque en el estudio presente hubo un alto porcentaje de malezas, la clitoria pura y su asociación con el pasto rhodes siempre demostraron su potencial productivo aún en presencia de muchas malezas.

6.2.3 Composición Química

En el Cuadro 3 y Apéndice 3 se muestran los resultados obtenidos para % PB. Se encontró efecto significativo ($P < 0.0001$) del factor tratamiento. Los tratamientos R, C y RC alcanzaron valores dentro de los niveles esperados de PB (12.4, 20.6 y 20 %, respectivamente). La clitoria pura y su asociación con pasto rhodes no difirieron entre sí,

pero se verificó una amplia superioridad ($P < 0.05$) de estos dos tratamientos sobre el pasto rhodes en % PB (por unos ocho puntos porcentuales).

Cuadro 3. Medias de la variable %PB por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones

Tratamiento ¹	R				C				RC				
	4		6		4		6		4		6		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Frecuencia corte (Sem)													
Época de corte ²													
Factores principales													
Tratamiento (Tr)	12.4				20.6				20				*
Frecuencia de corte (Fr)	18.1		17.3										NS
Época corte (Ep)	17.2	18.1											NS
Combinaciones 2 factores													
Tr * Fr	12.4	12.4		20.9	20.3		15.49	21.14					NS
Tr * Ep	10.7	14.1			20.5	20.7	20.3	19.7					*
Fr * Ep	17.2	17.2	18.9	17.4									NS
Combinaciones 3 factores													
Tr * Fr * Ep	10.6	10.9	14.2	14	20.6	21.3	20.5	20.1	20.5	21.3	20.2	18	NS

1.R= Rhodes, C= Clitoria, RC= asociación

2.Cosechas de enero y marzo se designan 1 y 2 respectivamente

* Diferencia significativa con ($p < 0.05$)

NS No significativo

Los valores promedios de % PB a los dos sucesivos cortes en enero y marzo del pasto rhodes fueron (10.74 y 14.08) (Cuadro 2 y Figura 4), lo que significa un aumento de 3.34 puntos de porciento, en cambio la clitoria presentó correspondientes valores de 20.5 y 20.7% y su asociación con pasto rhodes 20.3 y 19.7% PB, siendo el cambio menor de un punto porcentual en ambos casos. Este contraste correspondió a una interacción Tr x Ep ($P < 0.05$) (Cuadro 2). Se consideran aceptables estas concentraciones proteicas tanto para la gramínea como para la leguminosa. Binder *et al.* (1977) informaron 17% de PB en la clitoria, un valor apreciablemente inferior al 21% observado en el presente estudio. También Skerman (1992) encontró valores de % PB en clitoria menores a los presentes.

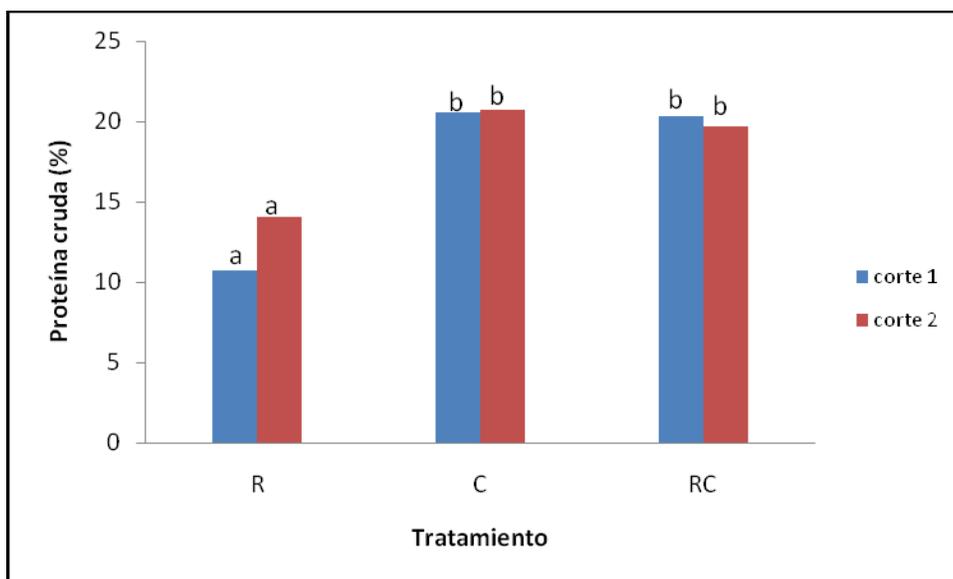


Figura 4. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el contenido de proteína bruta en los forrajes. R=Rhodes, C=Clitoria, RC=Rhodes-Clitoria. Hay diferencias significativa entre los tratamientos con letras distintas ($P < 0.05$) dentro de cada mes de corte.

No se detectó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las frecuencias de corte de 4 y 6 semanas (18.1 y 17.3 % PB) al combinar ambos meses de corte (Cuadro 2). No se encontró interacción significativa entre frecuencia de corte y mes de corte, al igual no hubo efecto significativo de la triple interacción de tratamiento x frecuencia de corte x mes de corte.

Araújo *et al.* (1994) obtuvo en Clitoria ternatea un porcentaje en PB de 18.27 % a intervalos de corte a los 42 d. Wagner y Colón (2005) evaluaron frecuencias de corte de 35, 42 y 49 d con la asociación de *Digitaria decumbens* cv. Transvala-Siratiro y obtuvieron a los 35 d de crecimiento porcentajes de PB de 14.9 en la gramínea y 19.7 en Siratro, siendo la leguminosa lógicamente superior por casi 5 puntos. Estos investigadores concluyen que la asociación se mantuvo dentro de los niveles deseados de % PB para todas las frecuencias de corte.

El factor tratamiento tuvo un efecto significativo ($P < 0.0001$) en el contenido de FDN. (Cuadro 4 y Apéndice 4). En % FDN la clitoria (50) y clitoria-rhodes (52) no difirieron entre si y fueron marcadamente menores que el pasto rhodes (62).

Cuadro 4. Medias de la variable %FDN por tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte y sus combinaciones

Tratamiento ¹	R				C				RC				
	4		6		4		6		4		6		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Frecuencia corte(Sem)													
Época de corte ²													
Factores principales													
Tratamiento (Tr)	61.8				49.9				52.4				*
Frecuencia de corte (Fr)	54.9		54.5										NS
Época corte (Ep)	55.7	53.7											NS
Combinaciones 2 factores													
Tr x Fr	62.5		61.1		50.4		49.4		51.8		52.9		NS
Tr x Ep	64.8	58.8					50.3	49.5	51.9		52.8		*
Fr x Ep	57.5	52.3	53.8	55.1									*
Combinaciones 3 factores													
Tr x Fr x Ep	66.3	58.8	63.4	58.8	52.4	48.4	48.1	50.7	53.9	49.8	50	55.9	NS

1. R= Rhodes, C= Clitoria, RC= asociación.

2. Cosechas de enero y marzo se designaron 1 y 2 respectivamente.

* Diferencia significativa con ($p < 0.05$)

NS No significativo

El contenido de FDN no varió significativamente entre las dos frecuencias de corte ni entre los dos meses de corte, pero hubo interacciones significativas entre Tr x Ep y entre Fr x Ep (Cuadro 3). El % FDN de pasto rhodes bajó de 64.8 en enero a 58.8 en marzo, mientras el de clitoria apenas bajó de 50.3 a 49.5 y el de asociación cambio en sentido inverso 51.9 a 52.8 (Cuadro 4 y Figura 5). A la frecuencia de corte de 4 sem el % FDN fue mayor a la primera cosecha, mientras a la frecuencia de corte de 6 sem la tendencia fue la inversa. Las medias basadas en la combinación de tres factores arrojaron valores de % FDN mayores para pasto rhodes al primera cosecha con frecuencia de corte 4 sem (66.3) y 6 sem (63.40, mientras los

valores menores correspondieron a clitoria a Fr 4 sem en Ep 2 (48.4) y a Fr 6 sem en Ep 1 (48.1), pero la triple interacción no se acercó al nivel de significación (Apéndice 4).

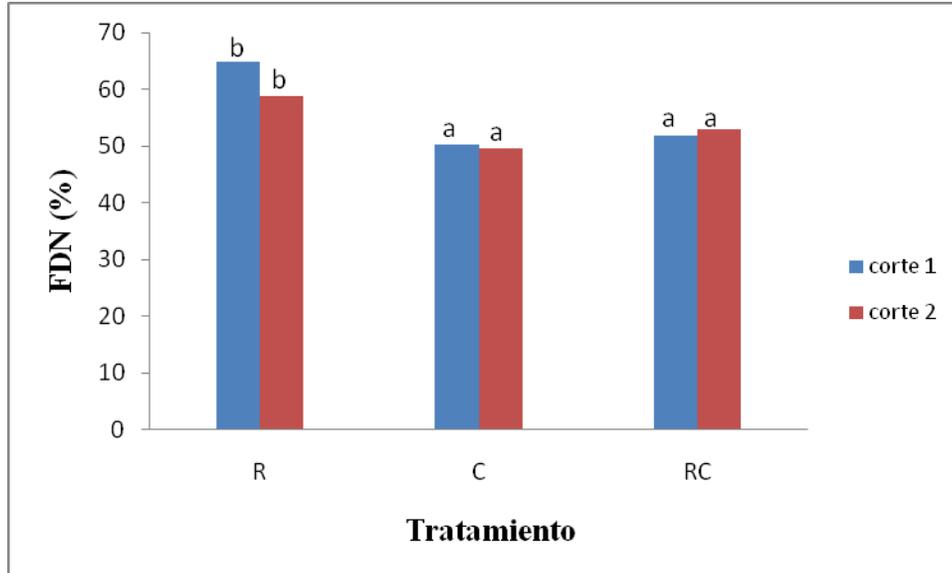


Figura 5. Interacción entre tratamiento y mes de corte sobre el contenido de fibra detergente neutro en los forrajes. R=Rhodes, C=Clitoria, RC= Rhodes-Clitoria. Hay diferencia significativa con letras distintas DMS ($P < 0.05$) dentro de cada mes de corte.

Bayble *et al.* (2007) informaron 47.9% FDN en lablab en monocultivo y sorpresivamente 38.6 % asociado con el pasto elefante. El % FDN de la clitoria en monocultivo de la presente investigación (49.9%) concuerda con el valor obtenido en lab lab por Bayble *et al.* (2007), pero es mucho menor que el resultado obtenido por Colbert (2009) en mucuna (63.1%).

6.3 CONCLUSIONES

El pasto rhodes no persistió luego de ser sometido a tres cortes, a intervalos de 3 meses el primero y 4 y 6 sem los segundo y tercero, lo que fue producto de una alta proporción de malezas (> 60%) que invadieron prácticamente todas las parcelas experimentales. Hubo menores, pero siempre importantes, proporciones de invasión a la clitoria pura (36%) y su asociación con rhodes (40% de maleza junto con 36% de clitoria y 24% de rhodes). La clitoria y su asociación con rhodes superaron a la gramínea pura en RMS y también presentaron niveles mayor de PB y menor de FDN, por lo que dieron muestra de mayor productividad y mejor calidad nutricional que la gramínea sola.

6.4 IMPLICACIONES

El presente estudio manifestó la capacidad asociativa que tienen la gramínea pasto rhodes y la leguminosa clitoria sometidos a dos frecuencias de corte sin ninguna aplicación de fertilizantes ni herbicidas. Dada la alta invasión de malezas de otras gramíneas, ciperácea y hasta stylosanthes no intencional ocurrida durante el presente estudio, se hace imprescindible realizar prácticas de manejo para el control de malezas durante el establecimiento (hasta 90 DDS), con la finalidad de obtener un buen desarrollo de las plantas durante su crítica primera etapa de crecimiento y rápida cobertura del suelo. También se recomienda investigar intervalos de corte más largos que los empleados en el presente estudio con asociaciones de pastos rhodes-clitoria con miras a aumentar el RMS, si fuera posible sin afectar significativamente la composición química.

7 EXPERIMENTO 2

Evaluación del RMS, producción de semillas y valor nutritivo de *Clitoria ternatea* (L)

7.1 Materiales y Métodos

7.1.1 Localización del experimento

Esta investigación coincidió con la anterior realizada en la Sub-estación Experimental Agrícola de Isabela de la Universidad de Puerto Rico. A este estudio aplican las mismas condiciones edáficas y climáticas de precipitación y temperatura descritas en el Experimento 1.

7.1.2 Labores de preparación de suelo

La preparación del área de siembra se realizó por labranza convencional mecanizada, mediante un pase de arado a 45 cm de profundidad y dos pases de rastra a 25 cm de profundidad con intervalos de 15 días entre cada pase, con la finalidad de obtener una cama óptima para la siembra. No se aplicó ningún tipo de herbicida (pre ni post-emergente). Para prevenir emergencia de malezas y control del pasto Johnson (*Sorghum halepense*) se trabajó manualmente con machetes y azadas después de la siembra.

7.1.3 Establecimiento y diseño experimental

Se evaluó la leguminosa *Clitoria ternatea* (L.) entre 15 diciembre del 2009 y 12 Mayo del 2010, en cuanto a RMS y producción de semillas. El establecimiento del cultivo en cada parcela experimental se realizó en enero de 2009 con la siembra directa a chorrillo de semillas sexual de *Clitoria ternatea* (L.) utilizando una sembradora de tracción mecánica tipo

Brillion, la cual fue calibrada anteriormente. La calibración consistió en fijar las boquillas de salida de semilla de la sembradora en el número 3, este número marcado en la salida de la sembradora indica que deposita 4 kg ha^{-1} de la semilla de clitoria., esparcidas a 30 cm entre hileras y 10 cm entre plantas sobre surcos en 6 parcelas de 3 m de ancho y 15 m de largo. La superficie total del predio fue de 270 m^2 . Establecidas las parcelas se realizaron los muestreos de la primera cosecha el 09 abril 2009 colocando al lado del surco una cinta de 2 m lineales, de los cuales un metro lineal se usó para determinar RMS y el otro para determinar producción de semillas. Se utilizó un diseño completamente aleatorizados con seis repeticiones. Para obtener el RMS se lanzó al azar un marco de 1m^2 y se cosechó con tijeras de campo todo el material vegetal dentro del mismo a 15 cm del suelo. El material cortado se pesó en una balanza de campo (Pelouze® modelo 7820) para estimar el rendimiento de forraje fresco. Luego ese dicho material se separó en sus componentes botánicos y se tomó una submuestra de 500 g. Las submuestras se llevaron al Laboratorio de Suelos del Colegio de Ciencias Agrícolas donde se secaron al horno a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 48 horas. Se tomó el peso seco del forraje con una balanza eléctrica (Denver Instrument® XP 600).

A partir de mayo del año 2009, luego de altas precipitaciones en la zona, la plantación de *Clitoria ternatea* se vió atacada por el hongo *Rhizoctonia solani*. Este patógeno causa amarillamiento gradual, marchitez y podredumbre de la raíz, provocando finalmente la muerte de las plantas (Figura 6). No se pudo realizar la segunda cosecha programada para junio del mismo año. Pasado el ciclo afectado, las plantas retoñaron nuevamente y se procedió a la segunda y última cosecha en abril y mayo del 2010.



Figura 6. Síntoma de *Rhizoctonia solani* en *Clitoria ternatea*

7.1.4 Análisis de laboratorio

En la Estación de Investigación en Agricultura Tropical USDA-TARS, se secaron las muestras al horno y se molieron en un molino eléctrico (Wiley mill, Thomas) del Laboratorio de Suelos del Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Luego de molidas se colocaron las muestras en bolsas plásticas, de *Nasco Whirl-Pak* de capacidad 4 onzas, debidamente identificadas. Estas se enviaron a un laboratorio comercial (*Dairy One Forage Lab, Ithaca en New York*), para análisis del contenido de FDN siguiendo la metodología descrita anteriormente (Experimento 1).

7.1.5 Análisis estadístico

Se procesaron los datos mediante análisis de varianza (ANOVA) utilizando el modelo general del programa estadístico InfoStat versión 2008 (Grupo InfoStat, 2008). Las variables dependientes fueron rendimiento de materia seca, composición química y producción de semillas. Para la separación de medias se usó una prueba de la diferencia mínima significativa (DMS o Tukey LSD por sus siglas en inglés) con un intervalo de confianza de 95% usando el programa estadístico arriba citado.

El Modelo experimental fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable dependiente (RMS, contenido de PB y FDN y producción de semillas)

μ = media general

α_i = efecto del año de cultivo i

ϵ_{ij} = error residual.

7.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados medios mostrados en el Cuadro 5 indican diferencias significativas ($P < 0.05$) en RMS y cantidad de semillas cosechadas entre los años 2009 y 2010. La media de RMS (kg/ha) de 2009 (1,896) superó a la de 2010 (698) por un factor de 2.7 y la producción de semilla durante el 2009 superó a la de 2010 por un factor de 2.1 (460.6 y 214.8 kg/ha respectivamente). Los inferiores RMS y producción de semilla mostradas en el año 2010, posiblemente se debieron a las excesivas precipitaciones pluviales acaecidas durante el período de evaluación (Figura 1).

Cuadro 5. Rendimiento de materia seca forrajera y producción de semillas de *Clitoria ternatea* cosechadas en el 2009 y 2010

Año	Rendimiento MS Kg/ha	Producción Semillas Kg/ha
(Abril-mayo 2009)	1896a	460.6a
(Abril-mayo 2010)	698b	214.8b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

Al comparar los resultados en RMS (kg/ha) de la clitoria alcanzados en las dos cosechas de experimento 1 (1785, Cuadro 1) con los obtenidos en el 2009 en el experimento 2 (1896, Cuadro 4) la diferencia es tan sólo de 111 kg/ha, lo que podría ser casualidad o podría señalar una tendencia promedio. Avalos (2004) plantea que en cultivos de clitoria irrigados, la producción anual de semilla varía de 510 a 1,650 kg/ha, mientras que en periodos frecuentes de lluvias fluctúa de 201 a 480 kg/ha. En México se obtuvo en los campos experimentales del INIFAP producciones de 700 kg/ha mayores que las del presente con la utilización de

espalderas y diferentes dosis de fertilización fosforada. Rebolledo *et al.*, (2006) obtuvieron rendimientos de 1,800 kg de semilla ha⁻¹ año⁻¹ de clitoria cosechada durante los meses de octubre a mayo. Estos resultados también superan ampliamente a la cantidad obtenida en los dos años de la presente investigación. Aquellos autores señalan que en los meses de frío al igual que en los meses de altas precipitaciones esta especie presenta problemas para producir semillas. Bernal (1975) estudió zonificación para la producción de semillas de la clitoria en Colombia y alcanzó 473 kg/ha de semillas en un período de 10 meses. Este resultado está relativamente cercano a la cosecha de semillas en el año 2009 del estudio presente. Polo (2005) encontró diferencias significativas (P<0.01) en el rendimiento de semillas de *Clitoria ternatea* (L.) según la época de cosecha.

La producción de semillas obtenida en la primera cosecha alcanzó un máximo de 175 kg/ha a los primeros 14 días después de la aparición de las primeras vainas maduras y luego fue descendiendo durante los restantes 49 días. Tal observación es cónsona con lo postulado por Hopkinson, (1981) que se produce el fenómeno de la dehiscencia de la vaina a medida que avanza la época de cosecha lo que ocasiona una reducción en el número de semillas por vaina.

Cuadro 6. Efecto de épocas de cosecha de semillas de clitoria sobre la concentración de proteína bruta (PC) y fibra detergente neutro (FDN) en el forraje.

año	PB %	FDN
2009	21.83a	53.43a
2010	19.17a	54.03a

Letras distintas indican diferencias significativas (P<0.05)

Los contenidos de PB y FDN en el forraje no difirieron ($P>0.05$) entre los años 2009 y 2010. El porcentaje de PB de los dos años combinados fue 20.5 (Cuadro 6) en pleno acuerdo con el resultado obtenido en el monocultivo C en el Expto. 1 (20.6, Cuadro 2). El % FDN del 2009 (53.43) y él de 2010 (54.03) mostraron entre sí poca diferencia, pero son mayores que el valor de 49.9 observado en el Expto.1 con el monocultivo C (Cuadro 3). Ramos *et al.* (2008) reportan promedios superiores a 25% de PB en varias accesiones de clitoria: Tehuana (25.31), Semilla negra (25) y Mexicana (25.5). Estos resultados exceden a los referidos para la especie en este estudio y por Araujo (1994) y Binder (1997) de 21.83 y 21.79 % respectivamente.

7.3 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones agroecológicas y de manejo agronómico vigentes en el presente experimento, queda demostrado que la clitoria puede producir altos rendimientos de forraje y de semillas, sin embargo esta leguminosa no responde bien a altas precipitaciones pluviales durante largos periodos de tiempo y puede sufrir daño extenso por ataques de hongos; en particular *Rhizoctonia solani*. El efecto de la precipitación excesiva no se refleja necesariamente en la composición química (PB y FDN) del forraje

7.4 IMPLICACIONES

Se recomienda realizar trabajos similares en otras zonas del país con pluviometría estable y suelos con buen drenaje para evitar ataques de hongos y plagas causados por períodos de lluvia prolongados, con miras a promover la utilización en escala comercial de esta leguminosa, cuya producción de semillas bajo condiciones locales es un factor a su favor.

8 LITERATURA CITADA

Alvarez, J.E. 2002. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Universidad de Caldas. p.176.

Akin, D.E. and W.S. Borneman. 1990. Role of rumen fungi in fiber degradation. *Journal of Dairy Science*. 73 (10): 3023-3032.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.

Ara, M., P.A. Sánchez y J.W. Vela. 1990. Contribución nitrogenada de *Desmanthus ovalifolium* CIAT 350. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales. RIEPT-Amazonia. Documento de trabajo No. 75. V2: 737-744.

Arcos, A.R. 1987. Vacas Holstein-Frisian en lactación alimentadas con heno de Clitoria (*Clitoria ternatea*) en Cocula, guerrero [tesis licenciatura]. Colegio superior Agropecuario del Estado de Guerrero, México.

Araujo, F.J.A., J.A. Gadelha, N.L. Silva y A.R.M. Pereira. 1994. Efeito da altura e intervalo de corte na produção de forragem da cunhã (*Clitoria ternatea* L.). Pesquisa Agropec. Bras. 29 (6): 979-982.

Argel, P.J. 1996. Contribución de las leguminosas forrajeras tropicales a la producción animal en sistemas semi-intensivos de pastoreo. Pastoreo intensivo en zonas tropicales, Primer Foro Internacional. Banco de México. FIRA. Veracruz, México del 7 al 9 de Noviembre.

Argel, P.J. 2002. Opciones forrajeras para el desarrollo de una ganadería más productiva en el trópico bajo de Centroamérica. Intensificación de la ganadería en Centroamérica. Deposito documento de la FAO. Cap.12.

Arias, I. y C. Muñoz. 1983. Evaluación de sistemas en monocultivo y asociación de maíz y leguminosa en el nor-oriente de Guarcó, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 33(1/6): 143-154.

Arteta, Q.D.P. y B.W.D. Zamora. 2005. Efecto de dos tipos de asociaciones de maíz con cuatro leguminosas sobre la calidad y producción del ensilaje en El Zamorano, Honduras Trabajo de Graduación de Ingeniero Agrónomo.

Avila, C., E. Cedillo y V. Cervantes. 2001. Base de información sobre especies con potencial de abonos verdes y cultivos de cobertura. Disponible en: <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaIntAgronomia/abonoverde2.pdf>. [4 de noviembre 2009].

Barro, C. and A. Ribeiro. 1983. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropical countries. Evolution of the chemical composition at four different growth stages, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34:780–782.

Benavides, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: Un enfoque agroforestal. *El Chasqui, Costa Rica* 25: 6-35.

Baruch, Z y M.J. Fisher. 1988. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: CIAT Establecimiento y renovación de pasturas, pp. 103-107.

Bayble, T., S. Melaku y N.K. Prasad. 2007. Effects of cutting dates on nutritive value of Napier (*Pennisetum purpureum*) grass planted sole and in association with Desmodium (*Desmodium intortum*) or Lablab (*Lablab purpureus*). *Livestock Research for Rural Development*. 19 (1). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd19/1/cont1901.htm>. [7 de mayo, 2009].

Benítez, P.G.B. 2008. Diagnóstico e identificación de agentes patógenos asociados a dos pedestales en la provincia de Villa Clara. Estación Experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey, Cuba. p. 1-62.

Bernal, E.J. 1975. Zonificación para la producción de semillas forrajeras en Colombia. Seminario sobre producción de semillas de forrajeras en Colombia. p.4-14.

Betancourt, Y.P., G.A. Hernández, J.L. Oropeza y C.V. Ordaz. 2001. Rendimiento de especies forrajeras y caracterización de suelos degradados por erosión hídrica *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*.18: 56-67.

Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, EAGE, Esteli, Nicaragua. p 528.

Bissio, J.C. 2004. Uso de grama Rhodes Callide (*Chloris gayana*) durante el invierno, para recría de vaquillonas de reposición. INTA EEA Reconquista INTA Centro Regional Santa Fe. Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. Sitio Argentino de Producción Animal.

Bogdan, A.V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forraje (Pastos y Leguminosas) Primera ed. DFA GT. Editor S.A México.

Bustamante, G.J.J. 2004. Utilización de heno de *Clitoria* en la alimentación de becerras lactantes de propósito lechero. INIFAP. Folleto Científico (1): 3-30.

Bustamante, G.J.J., V.F.J. Ávalos, B.A.J. Cárdenas y R.V.J. Ceja. 2002. Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas pardo suizo en lactación. Téc Pecu. Méx. 42(3):477-487.

Burton, G.N. y W.C. Monzón. 1978. Registration of Tifton 44 Bermuda grass. Crop Sci. 18:115.

Blanco, F. 1991. La persistencia y el deterioro de los pastizales. Pastos y Forrajes 14(2):87-105.

Cáceres, O. 1981. Principales factores que afectan el valor nutritivo de los pastos y forrajes. Revista de la EEPF Indio Hatuey. p. 1-10

Camacho, G.J.L. y M.J.G. García. 2003. Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovillo. Vet. Méx, 34 (2):150-177.

Carámbula, M. 2003. Revista del Plan Agropecuario. Pasturas y Forrajes, Tomo I, Cap. 3. Ed. Hemisferio Sur

Cirila A., C. Ernestina, C. Ventura. 2001. Base de Información sobre especies con potencial de Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura”. Red de Grupos de Agricultura de Cobertura (RED/gac). Fundación Rockefeller en México. Disponible en: <http://www.rockfound.org.mx/ernatebiesp.html>.

Cuadrado, C.H., S.L. Torregroza, M.N. Jiménez. 2004. Comparación bajo pastoreo con bovinos macho de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. MVZ–Córdoba. 9(2): 438-443.

Colbert, R.W. 2009. Composición Botánica y Química de Asociaciones de Sorgo Forrajero y Leguminosas. Tesis MS. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, 76 p.

Córdoba, A.A., A. Peralta y A. Ramos. 1987. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens/Clitoria ternatea* con tres cargas animales y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales. 9 (1):27-31.

Cornacchione, M.V., H.E. Pérez y A.E. Fumagalli. 2007. Efecto del cultivar y frecuencia de defoliación sobre la producción, composición y calidad de *Chloris gayana*. Rev. Argentina Prod. Anim. 27 (Supl. 1): 222-224.

Clavero, T., R. Razz, A.O. Febres, J. Morales, y R.A. Petit. 1997. Metabolismo del nitrógeno en ovinos suplementados con *Leucaena leucocephala*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1):226-228.

Chacón, E. 1998. La investigación con leguminosas arbustivas y arboles forrajeros en Venezuela. Enfoques metodológicos. III taller internacional silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. EEPF, Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 3.

D'Aubeterre, R., J.R. Principal y J. García. 2002. Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del género *Prosopis*. Científica. 8(2): 575-577.

Eusse, B.J. 1994. Pastos y forrajes tropicales. 3nd Edición. Banco ganadero. Santa Fe de Bogotá, D.E; Colombia. p. 320-420.

Espinosa, F., P. Argenti, J.L. Gil, L. León y E. Perdomo. 2001. Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum cv King grass*) en asociación con leguminosas forrajeras. Zootec. Tropical, 19(1): 59-71.

Evans, T. 1979. Tropical Legumes Resource for the Future. National Academy of Science. Washington. p. 123–133.

Febles, G. y G. Navarro. 1980. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas. En: los pastos en cuba. Tomo I. Producción. Edica. La Habana. 469-533.

Fernández, J.L. 2000. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento de *Brachiaria Purpurascens cv. Aguada* en el valle del cauto en cuba. Rev. Cubana Cienc. Agrí. 34: 267.

Fortuna, P.Z., J.O. Verdoljak, A.S. Fitzmaurice, M.I. Hinojosa, J.A.L. Santillan, F.B. Encinia, E.G. Ornelas y R.G. Cedillo. 2008. Modelos de producción de semilla en leguminosas de importancia forrajera para los sistemas ganaderos del trópico seco tamaulipeco. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria. Cd. Victoria, Tamaulipas.

Fuente, E.G., H.D. Solís y A.S. Fitzmaurice. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel (*Pennisetum ciliare* L. (Link). Sin. *Cenchrus ciliaris* L.) En Tamaulipas, México. Téc Pecu. Méx. 45(1): 1-7.

Funes, F., S. Yañez y T. Zambrana. 1998. Semillas de pastos y forrajes. Métodos prácticos para su producción sostenible. Asociación Cubana de Producción Animal. (ACPA). pp. 76-96.

Flores, M.I. 1983. Bromatología animal. 3^a edición, México, DF: Editorial Limusa.

Gallardo, M. 2007. Dietas balanceadas con forrajes conservados: la importancia de diagnosticar la calidad nutricional. Sitio Argentino de Producción Animal. p.1-3.

Garza, R., A. Portugal y W.H. Balletero. 1973. Establecimiento de tres leguminosas tropicales en un potrero de zacate pangola. En: Bustamante, G. (ed.). Utilización de heno de clitoria en la alimentación de becerros lactantes de propósito lechero. INIFAP. Folleto No. 1. p. 1-31.

Gates, D.M. 1980. Biophysical Ecology. Springer-Verlag New York, Inc. New York.

Gómez, S.M. y A. Kalamani. 2003. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): nutritive multipurpose forage for the tropics – An overview. *Pakistán J. Nutr.* 2(6): 374-379.

González, R. and Y. Newman. 1995. Respuesta del pasto *Brachiaria humidicola* a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en los suelos de "Las Sabanas de la Villa" (Bosque Seco Tropical) *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 12: 331- 341.

González, V.E.A., A.M. Hussey y O.J.A. Santos. 2004. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus* y el pasto klein. *Téc Pecu, Méx.* 42(1): 17-28.

Gierbolini, E.R. 1975. Soil survey of Mayagüez área of Western Puerto Rico. United States Department of Agriculture – Soil Conservation Services, Washington D. C. 20250.

Giraldo, V.L.A. 1998. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistema Silvopastoriles. Conferencia electrónica de FAO. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.

Guzmán, L.P., A.R.V. Ortega, V.P. Juárez, y J. Sortheix. 1988. Adaptación de Forrajeras Perennes Introducidas en Tucumán (Argentina). *Rev. Indus. Agr. Tucumán* 65 (1-2): 195-212.

Hanna, W.W. 1990. Mejoramiento genético de zacates tropicales, En: IV conferencia internacional Ganadería Tropical. Variedades forrajeras para Tamaulipas. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. p. 31-36

Haynes, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Adv. Agron.* 33:227-261.

Hess, H.D. y C.E. Lascano. 1994. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramíneas sola y asociada con una leguminosa. *Pasturas Tropicales* 19(2):12-20.

Hess, H. D. y C.E. Lazcano. 1997. Efecto de algunos atributos de la pastura sobre el pastoreo selectivo por novillos fistulados en el esófago y novillos intactos en una pastura tropical de gramínea y leguminosa. Arch. Latinoam, Prod. Anim 5(Supl 1): 115-117.

Hernández, R.S., J.O. Pérez, R.S. Guillen, E.H. Castro. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista electrónica de veterinaria (REDVET). Vol. VI. No.5.

Herrera, R.S. 1981. Influencia de la fertilización nitrogenada y edad de rebrote en la calidad del pasto Bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coast cross 1). Tesis Doctoral en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 100.

Herrera, R.S e Y. Hernández. 1993. Respuesta de la bermuda cruzada a la fertilización y edad de rebrote. IX Residualidad de N. Rev. Cubana Cien. Agrí. 27(2): 231-238.

Higuera, A.; A. Castillo.; C García, I. Soto, L. Sandoval. y R. Lobo. 1998. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes variedades de Quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15:188.

Holmann, F. y C. Lascano. 2003. Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: el consorcio TROPILECHE. p. 1-33.

Hopkinson, J.M. 1981. Seed release to commerce. En: R.J. Clements. y D.R. Cameron, (eds) Collecting and testing tropical forage plants. Commonwealth Scientific and industrial research organisation (CSIRO), Melbourne, Australia. p. 133-141.

ICA. Instituto de Ciencia Animal. Informe técnico 1985-1986. Nuevo vedado, La Habana, Cuba.

InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.

Iriondo, E., H.L. Martínez y I. Arostica. 1998. Utilización de la caña con leguminosas como alimento voluminoso para la producción de leche. Pastos y Forrajes 21: 245.

Iglesias, J.M. 1998. Uso de un sistema de árboles en pastoreo para la ceba de toros de diferentes tipos de raciales. Pastos y Forrajes. 21: 157.

Jones, R.M. y J.J. Mott. 1980. Population dynamics in grazed pastures. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, St. Lucia, Qld., Australia.

Kramer, P. J. 1980. Drought, stress and the origin of adaptations. En Adaptation of plants to water and high temperature stress. p. 7-20.

Kretschmer, A.E. 1988. Consideraciones sobre factores que afectan la persistencia de leguminosas forrajeras tropicales. *Pasturas Tropicales* 10(1): 28-33.

Kretschmer, A. E. y W.D. Pitman. 2001. Germplasm resources of tropical forages legume. *Tropical forage plants: Development and use*. Capítulo 4. 41p.

Lascano, C. y Estrada. 1989. productividad a Largo Plazo de j. de leguminosa-basado y pastos de gramíneas puros en las planicies orientales de Colombia. En: *Memorias XVI congreso internacional de pradera, bonito, France*. p. 1179-1180.

Lascano, C.E and P. Ávila. 1991. Potencial de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptada a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*. 13: 2-10.

Legel, S. 1981. Tablas de los valores alimenticios de forrajes tropicales. Instituto de Agricultura Tropical. Universidad. Karl Marx, Leipzig, RDA.

McDowell, L., J. Conrad, j. Thomas y L. Harris.1974. *Latín American tables of feed composition*. University of Florida. Gainesville, Florida.

Martin, O. G. 2010. Pasturas para el NOA: grama Rhodes. *Producir XXI*, 8(219): 48-52.

Medina, C.V. J., S.C.A. Castro y S.F.J. Sánchez. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Téc Pecú Méx.* 41(3): 283-294.

Meissner. 1997. The effect of energy supplementations on intake and digestion of early and mid-season ryegrass and Panicum/Smuts finger hay, and in sacco disappearance of various forage species. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 21: 33-42.

Menéndez, J., S. Vega y M. Tang. 1993. Comportamiento de leguminosas tropicales asociadas con *Andropogon gayanus*. *EEPF "Indio Hatuey"*, *Pastos y Forrajes* 16 (1): 13.

Mendoza, P. y C. Lascano. 1986. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. *Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas*. CIAT. 143 p.

Minson, D.J., C.E. Harris, W.F. Raymond y R. Milford. 1964. The digestibility and voluntary intake of S-22-17-1 ryegrass, S-17 total fescue, S-48 timothy, S-215 meadow fescue and germinal coassfot. *J. Brit. Grass Soc.* 19(3):298.

Milera, M., R. Herrera y J. Hernández. 1989 Comportamiento del *Lablab purpureus* cv. Rongai en pastoreo para vacas lecheras en el periodo poco lluvioso sin riego. *EEPF "Indio Hatuey"*, *Pastos y Forrajes* 12(2):9.

- Monforte, J., D. Carias, A.M. Cioccia. 2002. Valor nutricional de las harinas de *Clitoria ternatea* y *Brachiaria humidicola* en la alimentación de pollo de engorde. INCI. 27(1):33-38.
- Moreno, J.P. 2007. Evaluación de la producción de leche de un sistema de pedestales en la empresa pecuaria La Vitrina. Tesis. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.
- Monzote, M., F. Funes y M. García. 1982. Asociaciones de las leguminosas tropicales con pangola (*Digitaria decumbens* Stent). Establecimiento. Rev. Cubana Cien. Agr. 16(1):103-112.
- Narayana, H. y S.V.S. Setty. 1997. Studies on the incorporation of mulberry leaves (*Monus indica*) in layer mash on health, production and quality. Indian J. Anim Sci. 47: 212-215.
- Nasca, J.A. 2005. Producción sostenible de carne bovina con pasturas tropicales en la llanura deprimida salina de Tucumán. Facultad de Agronomía y zootecnia UNT. Tesis magister en ciencias agrarias. P. 90.
- Nogueira, B.N., R.A. Gimaraes y C.R. Borges. 2004. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros. Cunhã hay (*Clitoria ternatea* L.) for finishing of lambs. Ciência Rural, Santa María, 34(2): 499-504.
- Norton, B.W. y D.P. Poppi. 1995. Composition and nutritional attributes of pasture legumes. En tropical legumes in animal nutrition. CAB International. p.58.
- Ordaz, O.E., A.O. López, Z.O. Pérez, P.A. Martínez. 1993. *Clitoria*, leguminosa forrajera para el estado de colimo. Folleto para productores No. 3. INIFAP-SARH.
- Pérez, H.E., E. Taleisnik, S.J. Bravo, S.L. García y D. Orellana. 1998. Respuesta a la salinidad de cultivares de grama Rhodes: I Componentes del Rendimiento. Rev. Arg. Prod. Anim. 18(1): 185-186.
- Pietrosemoli, S. y J. Menderi. 1997. Respuesta a la escarificación de semillas de *Clitoria ternatea* L. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(Supl. 1): 28-29.
- Pirela, M.F. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales En Manual de Ganadería Doble Propósito. Ediciones Astra Data, S.A. Maracaibo Venezuela. VIII (1): 283-290.
- Polo, A.E. 2004. *Clitoria ternatea* (L.).Excelente leguminosa forrajera para el trópico panameño. Revista PROMEGA. Instituto promejoramiento de la ganadería. Segmento técnico. No.1.

Ramos, Y., O. Álvarez, M. Quintana, S. Vega, L.A. Palmero. 2008. Diversidad de accesiones de conchita azul (*Clitoria ternatea L.*) recolectadas en zonas ganaderas de Cuba. Ciencia y Tecnología Ganadera. Vol. 2 No. 1, p. 19-24.

Reátegui, K., R. Ruiz, G. Cantera y C. Lascano. 1990. Persistencia de pasturas asociadas con diferentes manejo del pastoreo en un ultisol arcilloso de puerto Bermúdez, Perú. Pastos tropicales. 12(1): 17-24.

Rebolledo, M.J.C., A.A.C. Berumen, V.O.O. De Dios, H. Centurión, M.J. Espinosa y M.A. Mayo. 2006. Producción de semilla de kudzu (*Pueraria Phaseoloides*) y Clitoria (*Clitoria ternatea*) en un luvisol crómico en el centro de tabasco. En Memoria de la semana de divulgación y video científico UJAT 2006. ISBN 968-9024-05-1.

Ricci, H.R. y L.P. Guzmán. 1992. Efecto de la fecha de rezago sobre la producción de materia seca, disponibilidad y calidad invernal del diferido de grama Rhodes cv. (*Chloris gayana* Kunth). Rev. Indus. Agr. Tucumán 69 (1-2): 1-5.

Ríos, A.S. and W.D. Pitman 1991. Tropical Forage Plants Development and Use. CRC press. LLC, Boca Ratón, Florida. p. 219-251.

Rubio, S.E.E., C.E. Torres, D.P. Rodríguez y L.O. Reyes. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Téc. Pecu. Méx. 46(4): 413-426.

Sandoval, B. 2007. Características Agronómicas y Nutricionales de Asociaciones de Gramíneas y Leguminosas Tropicales. Tesis MS. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, 102 p.

Skerman, P.J. 1991. Gramíneas tropicales. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. 23:1-730.

Skerman, P.J., D.G. Cameron, y F. Riveros. 1992. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. 2:1-635.

Sylvester, B.R., N.J.A. Kip y O.J. Harris. 1987. Simbiosis leguminosas-Rizobio: Evaluación, selección y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Sosa, R.E. 1990. Utilización de la Clitoria ternatea como suplemento para la producción de leche. Informe anual de investigación. Campo Experimental de Chetumal, Quintana Roo, México.

Sosa, R.E., B.G. Zapata y R.J. Pérez. 1996. Tecnología para la producción de la leguminosa forrajera *Clitoria ternatea* L., una opción para la ganadería en Quintana Roo. Folleto Técnico. UNIFAP-SAGAR. 12-24 p.

Sosa, R.E.E., T.E. Cabrera, R.D. Pérez, R.L. Ortega y Z.G. Buenfil. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc Pecu. Méx*, 42(2):129-144.

Sosa R.E.E., T.E. Cabrera, R.D. Pérez y R.L. Ortega. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Téc Pecu. Méx*; 46(4):413-426.

Stobbs, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. III. Rotational and continuous grazing. *Trop. Agric. Trinidad* 46: 293-301.

Suttie, J.M. 2003. Conservación de heno y paja. Para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal-29. 337 p.

Titterton, M. y F.B. Bareeba. 1999. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en el trópico. Uso de ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre ensilaje en los trópicos. p. 43-51.

Torres, LF., E.C. Gallego, E.O. Zavaleta, V.M. Braulio y J.J. Rodríguez. 2006. Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pastoreo rotacional intensivo *Téc Pecu. Méx*; 44(3):365-378.

Tuarez, J.A. 1997. Evaluación de rendimiento y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras, pertenecientes a la colección de la estación experimental Pichelingue. Tesis DMV. Universidad Técnica de Manabe, Ecuador. p 94.

Valencia, E. A. Rodríguez y L. Almodóvar. 2008. Tillage effects on botanical composition of bluepea (*Clitoria ternatea*)-guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) pastures. *Agron Abst. CD-ROM*.

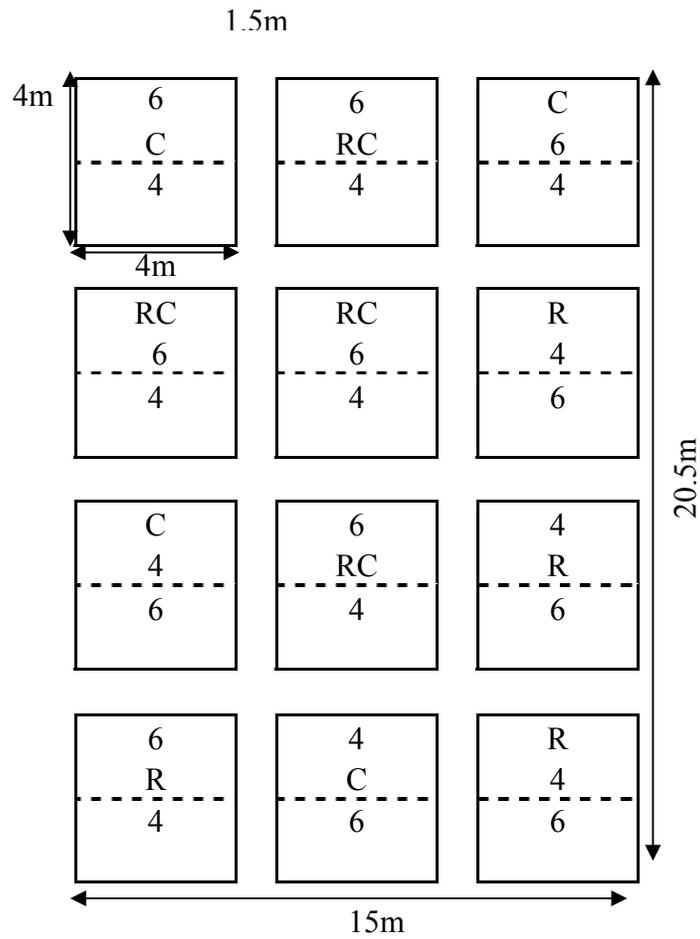
Valentim, F.J. y S.C.M. Andrade. 2004. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropic. 41st Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. July 19th to 23rd.

Valenzuela, G.E.A., M.A. Hussey y O.J.A. Santos. 2004. Influencia de la fecha de siembra y distancia entre surcos sobre el establecimiento de asociaciones de *Desmanthus* y el pasto Klein. *Téc Pecu Méx*. 42(1):17-28.

- Van Grieken, L. 1994. Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y semilla de *Clitoria ternatea*. Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo. Venezuela. p.68.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. 74:35-83.
- Villanueva, A.J.F. 1996. Clitoria, leguminosa de excelencia para el trópico mexicano. Publicación Técnica No. 1. INIFAP-SAGARPA. Tepic Nayarit. 11-17 p.
- Villanueva, A.J.F., J.A.B. Cárdenas, J.V.R. Ceja y. J.J.B. Guerrero. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Téc. Pecu. Méx, 42(1):79-96.
- Villaquirán, M. y C. Lascano. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Pasturas Tropicales-Boletín, Vol. 8, No. 2.
- Wagner, B. y R. Colón. 2005. Frecuencia y altura de corte en la asociación de *Digitaria decumbens* (Transvala) y *Macroptilium atropurpureum*. IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales) Resultados de investigación en pastos y forrajes. Santo Domingo. DO. 91 p.
- Walker, B. y E.J. Weston. 1990. Pasture development in Queensland-A success story. Tropical Grasslands. 24: 257 p.
- Weiss, P.H. y C. Demarquilly. 1970. Valeur alimentaire des fourrages verts. Fourrages. 42: 1.

9 APENDICES

Apéndice 1. Distribución de las 12 parcelas y sus respectivos tratamientos en el área experimental del Experimento 1 (Isabela, Puerto Rico).



R= Rhodes; **C**= Clitoria; **RC**=Asociación, **4**=Semanas, **6**=Semanas
 Área total: 20.5m x 15m=307.5 m²
 Área parcela: 4m x 4m
 Pasillo: 1.5m

Apéndice 2. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el RMS en Experimento 1.

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29	534727.65	5.02	0.0004
Tratamiento (Tr)	2	764282.65	3.25	0.0864
Error 1	9	234824.42	2.20	0.0735
Frecuencia (Fr)	1	1683299.95	6.55	0.0307 SN
Tr * Fr	2	410974.77	1.60	0.2546
Error 2	9	257025.84	2.41	0.0535
Mes de corte (Ep)	1	5992697.92	56.22	<0.0001 SN
Tr * Ep	2	399899.89	3.75	0.0435 SN
Fr * Ep	1	22025.21	0.21	0.6549
Tr * Fr * Ep	2	116055.86	1.09	0.3578
Error	18	106589.90		
Total	47			
CV=19.40				
SN significativa				

Apéndice 3. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el contenido de PB en Experimento 1.

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29	31.61	7.23	<0.0001
Tratamiento (Tr)	2	334.12	43.79	<0.0001 SN
Error 1	9	7.63	1.74	0.1506
Frecuencia (Fr)	1	7.21	0.6	0.4602
Fr*Tr	2	3.4	0.28	0.7617
Error 2	9	12.11	2.77	0.0315
Mes de corte (Ep)	1	10.64	2.43	0.1363
Tr*Ep	2	17.88	4.09	0.0344
Fr*Ep	1	6.9	1.58	0.2252
Tr*Fr*Ep	2	1.76	0.4	0.6742
Error	18	4.37		
Total	47			
CV=11.84				
SN significativa				

Apéndice 4. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el contenido de FDN.

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29	79.96	5.84	0.0001
Tratamiento (Tr)	2	630.13	16.43	0.0001 SN
Error 1	9	38.35	2.8	0.0301
Frecuencia (Fr)	1	2.61	0.06	0.8122
Tr*Fr	2	7.38	0.17	0.8471
Error 2	9	43.65	3.19	0.0174
Mes de Corte (Ep)	1	45.24	3.3	0.0859
Tr*Ep	2	53.36	3.89	0.0393 SN
Fr*Ep	1	126.1	9.2	0.0071 SN
Tr*Fr*Ep	2	12.52	0.91	0.4188
Error	18	13.70		
Total	47			

CV= 6.77%

SN significativa

Apéndice 5. Análisis de varianza de los factores tratamiento, frecuencia de corte y mes de corte sobre el porcentaje de maleza en la biomasa vegetal de los monocultivos y la asociación en Experimento1.

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29	604.5	1.98	0.0665
Tratamiento (Tr)	2	2646.86	3.79	0.0638
Error 1	9	697.66	2.28	0.0651
Frecuencia (Fr)	1	1616.92	8.74	0.016 SN
Tr*Fr	2	520.94	2.82	0.1122
Error 2	9	184.9	0.6	0.7771
Mes de corte (Ep)	1	431.46	1.41	0.2502
Tr*Ep	2	393.01	1.29	0.3006
Fr*Ep	1	164.84	0.54	0.4722
Tr*Fr*Ep	2	126.33	0.41	0.6676
Error	18	305.66		
Total	47			
CV=32.20				
SN significativa				

Apéndice 6. Análisis de varianza del año de la clitoria sobre el rendimiento de materia seca en Experimento 2.

F.V.	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1	8613763.95	70.61	<0.0001
Año	1	8613763.95	70.61	<0.0001 SN
Error	22	121998.06	2.28	
Total	23			

CV=26.94

SN significativo