

**Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

“EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NODULACIÓN DE LA *Leucaena leucocephala* ASOCIADA CON DOS DIFERENTES TIPOS DE GRAMÍNEAS EN LA ZONA SUR DE QUINTANA ROO.”

Informe Técnico Residencia Profesional que presenta el C.

Oscar Uriel Moreno Avila

N° de Control

10870140

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno M. en C. Víctor Francisco Díaz Echeverría

Juan Sarabia Quintana Roo, Enero 2015



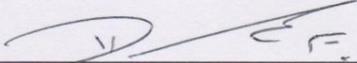
ITZM

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **Oscar Uriel Moreno Avila**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M. en C. Víctor Francisco Díaz Echeverría, el asesor externo el Dr. Fernando Casanova Lugo, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado "EVALUACIÓN DE LOS PARAMETROS DE RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NODULACIÓN DE LA *Leucaena leucocephala* ASOCIADA CON DOS DIFERENTES TIPOS DE GRAMÍNEAS EN LA ZONA SUR DE QUINTANA ROO" que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Víctor Francisco Díaz Echeverría

Asesor Externo



Dr. Fernando Casanova Lugo

Juan Sarabia Quintana Roo, Enero 2015.

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	4
II JUSTIFICACIÓN	5
III OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
IV CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE PARTICIPO	8
V PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN	9
VI ALCANCES Y LIMITACIONES	10
VII FUNDAMENTO TEÓRICO	11
VIII DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES	13
8.1 Preparación del terreno	13
8.2 Prueba de germinación.....	13
8.3 Preparación de la semilla.....	14
8.4 Siembra en campo.....	14
8.5 Establecimiento de pastos	14
8.6 Fertilización.....	15
8.7 Labores de cultivo.....	16
8.8 Parámetros a medir	16
8.9 Muestreo.....	17
8.10 Parámetros estadísticos.....	17
IX RESULTADOS	18
X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
XI FUENTES DE INFORMACIÓN	23

I INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción basados en monocultivos de pasturas representan varias limitantes, entre las que destacan la baja calidad y la disponibilidad irregular del forraje, limitando el correcto funcionamiento ruminal y la producción animal principalmente de animales en pastoreo (Solorio y Solorio, 2008). Así mismo dichos monocultivos se han asociado a un alto deterioro de los suelos utilizados para la producción ganadera, debido su alta demanda de nutrientes y poca reincorporación de minerales y materia orgánica al sistema suelo-planta (Bautista, 2005; Pezo y Ibrahim, 1996).

Los sistemas de producción de rumiantes de interés zootécnico en el trópico se han basado principalmente en la utilización de pastos y forrajes como fuente básica de la alimentación (Clavero *et al*, 1995), los cuales constituyen la principal fuente de nutrientes y las más barata, lo que representa un enorme ahorro económico para los productores: Además con el uso de estos no existe competencia con la alimentación humana y de otras especies animales (Díaz *et al*, 1998).

A este respecto debe considerarse que en las regiones tropicales las gramíneas naturales o cultivadas experimentan una marcada fluctuación en la cantidad cultivada y la calidad nutritiva a lo largo del año, pues en la época de secas el rendimiento del forraje es bajo, mientras que en la época de lluvia, el exceso de humedad y las altas temperaturas aceleran la maduración de las plantas disminuyendo la calidad nutritiva (Bosman *et al*, 1990). Así mismo, factores como la especie de la planta, tipo de suelo, clima y el estado de madurez, también influyen sobre la composición nutricional y rendimiento de los pastos, lo que causan periodos de estrés nutricional y consecuentemente una reducción en la productividad animal (Clavero *et al*, 1995).

II JUSTIFICACIÓN

En la zona sur del estado de Quintana Roo, la producción ganadera se ve afectada por la falta de forrajes de buena calidad nutricional y buen rendimiento por hectárea. La mayor parte de las zonas dedicadas a la producción de leche o carne provenientes de rumiantes se encuentran cultivadas con pastos de limitado potencial productivo, que han demostrado ser insuficientes en el aporte de material vegetativo (material verde o materia seca) y nutrientes que mantengan una producción estable y económica. Por otra parte la suplementación a lo largo del año o en la época de secas, a base de alimentos concentrados representa una alta inversión económica para el productor, que en contadas ocasiones resulta rentable. En tal sentido año con año el productor se ven en la difícil tarea de contar con suficiente alimento para su ganado, afectando de manera directa la producción de carne, leche y otros productos pecuarios.

Una de las alternativas que actualmente han cobrado mayor importancia para mejorar los sistemas de producción de rumiantes es la inclusión de leguminosas en los sistemas tradicionales de alimentación, ya que se distingue de otras plantas por su alto contenido de proteína, capacidad para mantener la fertilidad del suelo, además de tener un amplio rango de adaptación a condiciones climáticas adversas (Solorio y Solorio, 2008). En este sentido la *Leucaena leucocephala* (guaje o huaxin) es una planta arbustiva utilizada principalmente como follaje para alimentar animales, pero también puede utilizarse como mejoradora del suelo, que se adapta bien a varias condiciones climáticas y los sistemas silvopastoriles, con rendimientos que van de los 6300 a 8300 kg de forraje por Ha. Pero quizás los atributos más sobresaliente del guaje son, la gran aceptación por parte de los animales por su alta palatabilidad, su alto contenido de proteína cruda (25.6% de la MS) y un amplio espectro de aminoácidos, lo que conlleva una buena digestibilidad ruminal (Solorio y Solorio, 2008).

Sin embargo su uso como planta forrajera y mejoradora del suelo en los sistemas silvopastoriles para la producción de rumiantes en nuestro Estado, es limitado, debido principalmente a la falta de información sobre los parámetros de

rendimiento de follaje y nodulación durante el periodo de establecimiento, entre los que destacan el porcentaje de nodulación, la masa de nódulos (mg), peso de hojas, peso de tallo, entre otros, así como los efectos que tiene sobre estos parámetros la asociación con gramíneas forrajeras de la región.

En tal sentido el propósito del presente trabajo es comparar los principales parámetros de rendimiento de follaje y nodulación como indicadores del crecimiento de la *Leucaena leucocephala cv Cunninham*, asociada de manera independiente con el pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y Mombaza (*Panicum máximum cv Mombaza*), bajo las condiciones de suelo y clima de la zona sur del Estado de Quintana Roo.

Por lo que la información del presente trabajo servirá de base para el establecimiento y utilización de la *Leucaena leucocephala cv Cunningham* en modelos silvopastoriles en asociación con gramíneas de la región, bajo las condiciones agroclimáticas del sur del Estado de Quintana Roo, beneficiando de manera directa a los productores de la zona sur del Estado, al contar con una alternativa de pastoreo que ayude a diversificar su producción de carne y leche de manera económica y mantenga los parámetros productivos, sin alterar la fertilidad y productividad del suelo y sobre todo que ayude a conservar el medio ambiente al no tener que abrir nuevas áreas de cultivo de pasto para la producción animal

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar los principales parámetros de crecimiento y nodulación de la *Leucaena leucocephala* cv *Cuningham*, bajo dos sistemas de asociación con gramíneas, Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y Mombaza (*Panicum maximum* cv. *Mombaza*), bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona sur del estado de Quintana Roo.

3.2 Objetivos específicos

Determinar los principales parámetros de nodulación de la *Leucaena leucocephala* cv *Cuningham* asociada con las gramíneas Estrella de africa (*Cynodon plectostachyus*) y Mombaza (*Panicum maximum* cv. *Mombaza*).

Determinar los principales parámetros de rendimiento de follaje de la *Leucaena leucocephala* cv *Cuningham* asociada con las gramíneas Estrella de africa (*Cynodon plectostachyus*) y Mombaza (*Panicum maximum* cv. *Mombaza*).

Comparar el efecto del tipo de gramínea utilizada en la asociación forrajera sobre los principales parámetros de nodulación y rendimiento de follaje de la *Leucaena leucocephala* cv *Cuningham*.

IV CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE PARTICIPO

El trabajo se realizó en los terrenos que ocupan la posta pecuaria y laboratorio de bromatología, del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. El cual se encuentra localizado en el kilómetro 21.5 de la carretera Chetumal a Escárcega en el Ejido Juan Sarabia del municipio de Othón P. Blanco. El área de trabajo se encuentra localizado en un clima cálido subhúmedo tipo AW₁, con lluvias en el verano y parte del invierno, la temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y los 25.8 °C (García, 1993). Se encuentra casi a nivel del mar y su topografía es plana con predominación de los suelos *gleisoles haplicos* (Akalche gris) de acuerdo con las clasificaciones de la FAO, los vientos dominantes con alisos que solapa casi todo el año, pero principalmente en verano (SAGARPA, 2003).

V PROBLEMAS A RESOLVER CON SU RESPECTIVA PRIORIZACIÓN

En la zona sur del estado de Quintana Roo, la producción ganadera se ve afectada por la falta de forrajes de buena calidad nutricional y buen rendimiento por hectárea. La mayor parte de las zonas dedicadas a la producción de leche o carne provenientes de rumiantes se encuentran cultivadas con pastos de limitado potencial productivo, que han demostrado ser insuficientes en el aporte de material vegetativo (material verde o materia seca) y nutrientes que mantengan una producción estable y económica.

Entre los principales problemas a resolver en el presente trabajo se destaca la búsqueda de un sistema agrosilvopastoril de fácil establecimiento en la región que permita diversificar las fuentes de forrajes disponibles para pequeños rumiantes que garanticen una aportación nutricional más completa y con ello el aumento de los parámetros productivos. Por otra parte con el presente trabajo se pretende hacer un uso más eficiente de los sistemas agrosilvopastoriles evitando con ello la apertura de nuevas áreas de pastoreo y por ende el deterioro de las selvas quintanarroenses.

Por ultimo al incorporar una leguminosa forrajera como *Leucaena leucocephala* cv *Cunninham* a los sistemas de pastoreo de pequeños rumiantes se pretende reincorporar nutrientes y materia orgánica al sistema suelo-planta evitando con ello el deterioro de los suelos y los recursos forrajeros de la región.

VI ALCANCES Y LIMITACIONES

Con el presente proyecto se logró el establecimiento de dos parcelas demostrativas de un nuevo cultivar de *Leucaena leucocephala* no reportada en la región y su evaluación de establecimiento asociado con dos gramíneas de uso en la alimentación de rumiantes de la región. Sin embargo en el presente trabajo aún no se realiza la evaluación del rendimiento de las gramíneas forrajeras y la composición nutricional de ambos recursos forrajeros.

VII FUNDAMENTO TEÓRICO

En las regiones tropicales predominan los sistemas de doble propósito, extensivos o semi-extensivos de producción de rumiantes, basados en monocultivo de pasturas; los cuales se caracterizan por su baja productividad e impacto negativo al ambiente. Ante esta problemática, en la última década se han promovido los sistemas silvopastoriles intensivos, mismos que son una modalidad de la agroforestería. Éstos se caracterizan por la presencia de altas densidades de arbustos forrajeros, asociado con pastos mejorados. Estudios recientes han demostrado que son una opción importante para mejorar la ganadería debido a su alto rendimiento y calidad de forraje, lo cual permite incrementar la producción de carne y leche (Bacab *et al*, 2013).

Así mismo se ha señalado que estos sistemas se caracterizan por tener mayor producción y calidad forrajera destinada a la alimentación animal (Yamamoto *et al.*, 2007; Murgueitio e Ibrahim, 2008). Pues las combinaciones dentro de este sistema incluyen árboles de leguminosas y otras especies forrajeras, pasto de corte y árboles maderables (Krishnamurthy *et al.*, 2003; Bautista *et al.*, 2011). Dentro de los sistemas silvopastoriles destaca la asociación de *Leucaena leucocephala* con otras especies forrajeras, principalmente gramíneas, debido a que esta leguminosa tiene altos rendimientos y un elevado valor nutritivo; además, puede ser utilizada eficazmente bajo corte o pastoreo en la alimentación de diferentes especies animales de importancia para el hombre (Farías, 1996; Richardson, 2009).

Aunado a lo anterior, estos sistemas brindan múltiples servicios ambientales como la captura de carbono, reducción de la emisión de metano, fijación de nitrógeno atmosférico, entre otros. Sin embargo, existe cierto desconocimiento en su implementación debido a controversias que se han generado por la utilización de altas densidades, especialmente de *Leucaena leucocephala*. Por ello, se ha generado información con respecto a lo que representa este tipo de sistema para la ganadería tropical, considerándose sus fortalezas, debilidades y oportunidades, con el propósito de lograr una implementación exitosa con una mejora en la

rentabilidad y sustentabilidad de los sistemas ganaderos en el trópico (Bacab *et al.*, 2013).

Los sistema silvopastoriles están compuestos por gramíneas rastreras o erectas, árboles y arbustos leguminosos o no, y animales que se alimentan de los componentes forrajeros (Santana, 1998; Pezo *et al.*, 2008). Estos sistemas presentan una mayor productividad forrajera, por lo que mejoran la cantidad y calidad de la dieta animal (Yamamoto *et al.*, 2007); lo anterior permite incrementar la producción de carne y leche, así como mejorar la reproducción en forma estable en el tiempo con reducción de costos al no requerir insumos como los granos, concentrados y antiparasitarios (Krishnamurthy y Ávila, 1999; Pezo *et al.*, 1999). La inclusión de árboles en pasturas constituye una fuente importante de alimento (Musálem, 2002; Dagang y Nair, 2003).

VIII DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES

8.1 Preparación del terreno

Las parcelas experimentales se establecieron en una superficie de 2:00:00 hectáreas de terreno aledaño a las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya en un suelo con predominancia de *gleisoles haplicos* (Akalche gris). La totalidad del terreno se prepararon mediante dos pasos de rastra pesada de manera cruzada, con la finalidad de eliminar las arvenses y nivelar la superficie de suelo, mediante la utilización de maquinaria agrícola. Posteriormente el terreno se dividió en dos secciones de una hectárea correspondientes a cada tipo de pasto a establecer. En cada sección se balizo el terreno para crear hileras para la siembra de la *Leucaena* separados a 2.0 metros entre hileras creando callejones. Finalmente la ubicación geográfica de la pradera, se determinó mediante Geo Posicionador Satelital (GPS).

8.2 Prueba de germinación

Para la determinación del porcentaje de fertilidad de la semilla botánica, se utilizaron 5 charolas de aluminio de 25 cm de largo por 25 cm de ancho y una profundidad de 6 cm. Para uniformizar la cantidad de suelo utilizado, la primera charola se lleno con suelo Akalche gris hasta una altura de 5 cm y posteriormente se peso la cantidad de suelo en una báscula electrónica digital, el suelo en la charola se compacto mediante agitación y posteriormente se midió su profundidad con vernier digital, dicho procedimiento se repitió en el total de las charolas. Para la semilla que se utilizó, se formaron grupos de 20 piezas previamente seleccionadas, mismas que se pesaron en la báscula electrónica digital, para anotar el peso de grupo de la semilla. Posteriormente las semillas se escarificaron en grupos mediante inmersión en agua caliente a 80 °C por un lapso de 3 minutos y enfriadas en vasos de precipitado con agua fría por 3 minutos. Para la uniformización de la profundidad de siembra se utilizo la varilla de un vernier digital previamente calibrado a 2.5 cm. Posterior a la siembra se aplicaron riegos con cantidades crecientes de agua corriente, comenzando con 100 ml por

charola, que se aplicaron con aspersor manual cada 5 días o en su caso se ajustaron en tiempo de acuerdo a la humedad del suelo. La cantidad de agua aplicada por riego y tiempo de riego se anotaron en el registro individual de cada charola. Para determinar el porcentaje de germinación total, en cada charola se contaron el número de plántulas germinadas a los 5, 10, 15 y 20 días posteriores a la siembra, mismo que se anotaron en los registros individuales de cada charola. Con los resultados parciales a los 20 días de cada charola se determinaron el promedio total de germinación y su desviación estándar.

8.3 Preparación de la semilla

Se utilizaron semillas botánicas de *Leucaena leucocephala cv Cunninham* obtenida de parcelas experimentales de Morelia Michoacán. La semilla que se sembró fue escarificada con agua caliente a 80 °C por 2 o 3 minutos. Con los resultados del porcentaje de fertilidad, se calculó el número de kilogramos de semilla a utilizar, arrojando un total de 8 kg. por hectárea, considerando que en cada kilogramo existen alrededor de 18,000 semillas (Solorio y Solorio, 2008). Posterior al proceso de escarificación la semilla se inoculó con fertilizante biológico a base de Azospirillum, de acuerdo al protocolo descrito por la marca Biosustenta®.

8.4 Siembra en campo

La siembra de la semilla en campo fue realizada de manera manual a una profundidad de siembra de 2 a 3 cm, con un aproximado de 5 a 10 semillas por golpe. La distancia entre hileras de siembra fue de 2.0 m, con la finalidad de que fuera preparada la parcela para el establecimiento de las gramíneas y futuras pruebas de pastoreo con pequeños rumiantes.

8.5 Establecimiento de pastos

El establecimiento de los pastos se realizó a los 60 días posteriores a la siembra de la *Leucaena*, con la finalidad de identificar perfectamente el espacio entre hileras. En primera instancia se estableció el pasto estrella de África (*Cynodon*

plectostachyus) mediante la utilización de material vegetativo a razón de 2 toneladas por hectárea, dicho material fue sembrado mediante espeque sobre el terreno previamente preparado con dos pases de rastra, para posteriormente enterrar las guías aproximadamente a 10 cm de profundidad mediante tapado manual. Días después se procedió al establecimiento del pasto Mombaza (*Panicum maximun cv Mombaza*) mediante la utilización de semilla botánica a razón de 8 kg por hectárea, misma que fue sembrada por espeque a una profundidad no mayor de 2 cm, entre los callejos de *Leucaena*. Después de 15 y 45 días de siembra de los pastos se controlaron la maleza mediante la utilización de desbrozadora con motor de dos tiempos.

8.6 Fertilización

Se realizo un análisis físico y químico de la fertilidad del suelo por parcela, el cual arrojó la composición que se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de análisis de suelos de las parcelas experimentales de *Leucaena leucocephala*.

Parámetro	Valor parcea 1	Valor parcea 2
Análisis	Valor Reportado	Valor Reportado
Potencia de Hidrogeno (Ph)	7.6	7.75
Conductibilidad Eléctrica (C.E)	0.254 ds/m	0.216 ds/m
<u>Textura</u>		
Limo	65.4%	26.44%
Arcilla	18.8%	73.0%
arena	15.74%	0.0%
Materia Orgánica (MO)	5.09%	2.27%
Nitrógeno Total (Nt)	0.2546%	0.113%
Fosforo	4.5ppm	82ppm
Potasio	2000ppm	1750ppm
Calcio (Ca)	6000ppm	6200ppm
Magnesio (Mg)	1824ppm	1398ppm

Dichos resultados indican que existe necesidad de aplicación de fertilización en las parcelas.

8.7 Labores de cultivo

Se realizaron controles de malezas de manera manual, a los 15 y 45 días posteriores a la emergencia, para la limpieza entre los callejones en la zona destinada al establecimiento de las gramíneas.

La poda de los arbustos de *Leucaena leucocephala*, se realizó a los 153 días de emergencia de la planta, a una altura de arbustos entre 30 y 50 cm con la finalidad de facilitar el pastoreo de pequeños rumiantes.

8.8 Parámetros a medir

En las muestras recolectadas en campo de *Leucaena* se determinó el porcentaje de nodulación, la masa de nódulos (mg), eficiencia de nodulación, en el cual se contó el número total de nódulos, para posteriormente pesarlo en la vascula granataria, seguidamente cortar los nódulos e identificarlos en el estereoscopio; además de determinar el peso de hojas, peso de tallo, peso de ramas, peso de raíz, se obtuvo al diseccionar las plantas destruidas con unas tijeras de jardinería para previamente con la ayuda de una báscula electrónica digital se pesaron cada una de las partes; además de determinar el porcentaje materia seca de hojas, porcentaje materia seca de partes lignificadas y porcentaje materia seca de raíz, que se determinó mediante el método propuesto por Tejada, (1985) ajustado por las correcciones propuestas por AOAC, (1990), en el que para la determinación de Materia Seca las muestras se colocaron en charolas de aluminio, las cuales se enumeraron y se pesaron previamente con ayuda de una báscula electrónica digital, posteriormente se metieron a una estufa de desecación previamente calibrada a 60 °C durante 48 horas. Una vez transcurrido este tiempo se pesaron de nuevo y se registró el peso de la charola más la muestra seca en la hoja de control, posteriormente se hicieron los cálculos para obtener el porcentaje de Materia Seca de las muestras mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Materia Seca (\%)} = \frac{(\text{peso charola} + \text{muestra húmeda} - \text{peso charola} + \text{muestra seca}) \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

8.9 Muestreo

Para la determinación de las variables de respuesta en pruebas destructivas de la *Leucaena*, se marcaron filas para que posteriormente mediante un conteo al azar se extrajeran cada una de las plantas a muestrear a los 90, 120 y 150 días posteriores a la emergencia de la planta, dichas plantas se transportaron al laboratorio de bromatología para la determinación de los parámetros a medir.

8.10 Parámetros estadísticos

En cada una de las variables de respuesta se determinaron medidas de tendencia central y dispersión (media aritmética y desviación estándar) para cada una de las variables en estudio en el programa computarizado Excel.

IX RESULTADOS

En las medición de los parámetros de nodulación a los 90 en lo correspondiente a la asociación con el pasto estrella, no se obtuvieron valores; mientras que para la asociación con pasto mombaza el promedio en el número de nódulos fue de 59.08 ± 102.33 en el caso de peso de nódulos se encuentra en 0.09 ± 0.21 gr y un valor de 6.17 ± 8.57 para el numero de nódulos activos como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros de nodulación de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 90 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
No. Nódulos	0	0	59.08	102.33
Peso nódulos (mg)	0	0	0.09	0.21
Nódulos activos	0	0	6.17	8.57

En la medición de los parámetros de nodulación a los 120 días se obtuvo un promedio de 121.29 ± 142.52 en el número de nódulos en las plantas asociadas con pasto estrella, para la asociación con pasto mombaza el promedio para número de nódulos fue de 32.83 ± 38.55 . En el caso de peso de nódulos los valores fueron de 0.26 ± 0.31 gr y 0.03 ± 0.03 gr para las asociaciones con pasto estrella y pasto mombaza respectivamente. Para los valores en número de nódulos activos se obtuvo 6.79 ± 9.02 para la asociación con pasto estrella y 5.08 ± 4.14 para la asociación con pasto mombaza como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros de nodulación de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 120 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
No. Nódulos	121.29	142.52	32.83	38.55
Peso nódulos (mg)	0.26	0.31	0.03	0.03
Nódulos activos	6.79	9.02	5.08	4.14

En la medición de los parámetros de nodulación medidos a los 150 días se obtuvo un promedio de 55.86 ± 89.56 y 47.08 ± 73.18 para número de nódulos en asociación con pasto estrella y pasto mombaza respectivamente. El peso de nódulos fluctúa en 0.07 ± 0.12 gr para la asociación con pasto estrella y para la asociación con pasto mombaza el promedio fue de 0.07 ± 0.13 . En el caso de nódulos activos se obtuvo un promedio de 5.71 ± 6.41 en asociación con pasto estrella y 5.92 ± 6.69 para el mismo parámetros pero en asociación con pasto mombaza como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros de nodulación de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 150 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
No. Nódulos	55.86	89.56	47.08	73.18
Peso nódulos (mg)	0.07	0.12	0.07	0.13
Nódulos activos	5.71	6.41	5.92	6.96

En la medición de los parámetros de rendimiento de follaje a los 90 días asociados con pasto estrella se obtuvo un promedio de 52.49 ± 28.72 gr para peso de hojas, 60.13 ± 58.99 gr para peso de tallos, 15.89 ± 30.26 gr para peso de ramas, 20.99 ± 16.52 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 26.91 ± 2.62 , 45.33 ± 7.62 y 47.99 ± 7.77 respectivamente. Para la asociación con pasto mombaza se obtuvo un promedio de 134.96 ± 145.46 gr para peso de hojas, 88.72 ± 105.40 gr para peso de tallos, 27.03 ± 56.21 gr para peso de ramas, 39.66 ± 39.90 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 26.14 ± 2.10 , 44.51 ± 7.81 y 49.97 ± 8.23 respectivamente como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros de rendimiento de follaje medidos en plantas destructivas de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 90 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
Peso hojas (gr)	52.49	28.72	134.96	145.46
Peso tallo (gr)	60.13	58.99	88.72	105.40
Peso ramas (gr)	15.89	30.26	27.03	56.21
Peso raíz (gr)	20.99	16.52	39.66	39.90
%MS hojas	26.91	2.62	26.14	2.10
%MS lignificado	45.33	7.62	44.51	7.81
%MS raíz	47.99	7.77	49.97	8.23

En la medición de los parámetros de rendimiento de follaje a los 120 días asociados con pasto estrella se obtuvo un promedio de 90.01 ± 77.10 gr para peso de hojas, 155.19 ± 62.49 gr para peso de tallos, 46.74 ± 22.28 gr para peso de ramas, 64.81 ± 34.45 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 28.31 ± 1.77 , 34.24 ± 15.02 y 36.46 ± 5.45 respectivamente. Para la asociación con pasto mombaza se obtuvo un promedio de 169.63 ± 184.59 gr para peso de hojas, 266.14 ± 261.47 gr para peso de tallos, 79.44 ± 81.27 gr para peso de ramas, 89.03 ± 73.29 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 27.46 ± 1.39 , 42.89 ± 8.79 y 39.29 ± 9.62 respectivamente como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Parámetros de rendimiento de follaje medidos en plantas destructivas de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 120 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
Peso hojas	90.01	77.10	169.63	184.59
Peso tallo	155.19	62.49	266.14	261.47
Peso ramas	46.74	22.28	79.44	81.27
Peso raíz	64.81	34.45	89.03	73.29
%MS hojas	28.31	1.77	27.46	1.39
%MS lignificado	34.24	15.02	42.89	8.79
%MS raíz	36.46	5.45	39.29	9.62

En la medición de los parámetros de rendimiento de follaje a los 150 días asociados con pasto estrella se obtuvo un promedio de 110.02 ± 91.17 gr para peso de hojas, 147.17 ± 100.08 gr para peso de tallos, 29.73 ± 32.86 gr para peso de ramas, 63.79 ± 59.72 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 26.04 ± 7.64, 48.89 ± 3.91 y 43.86 ± 5.27 respectivamente. Para la asociación con pasto mombaza se obtuvo un promedio de 164.93 ± 148.04 gr para peso de hojas, 207.57 ± 191.62 gr para peso de tallos, 55.45 ± 65.83 gr para peso de ramas, 87.42 ± 54.20 gr para peso de raíz, mientras que para los valores de los porcentajes de materia seca de hojas, partes lignificadas de la planta y raíz se obtuvo un promedio de 28.04 ± 1.35, 47.73 ± 5.82 y 42.43 ± 8.54 respectivamente como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Parámetros de rendimiento de follaje medidos en plantas destructivas de la *Leucaena leucocephala* medidas en campo a los 120 días bajo dos asociaciones con gramíneas.

Parámetros	Asociación pasto Estrella		Asociación pasto Mombaza	
	\bar{x}	D.E.	\bar{x}	D.E.
Peso hojas	110.02	91.17	164.93	148.04
Peso tallo	147.17	100.08	207.57	191.62
Peso ramas	29.73	32.86	55.45	65.83
Peso raíz	63.79	59.72	87.42	54.20
%MS hojas	26.04	7.64	28.04	1.35
%MS lignificado	48.89	3.91	47.73	5.82
%MS raíz	43.86	5.27	42.43	8.54

X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los parámetros medidos de rendimiento foliar y nodulación a 90, 120 y 150 días en la *Leucaena leucocephala*, se puede determinar que el cv. Cunningham muestra buena adaptabilidad a las condiciones edáficas y climáticas de la zona sur del estado de Quintana Roo.

Sin embargo se recomienda realizar un análisis de comparación que determine si existen diferencias estadísticas en dichos parámetros por efecto de la gramínea utilizada en la asociación.

XI FUENTES DE INFORMACIÓN

Anguiano J. M, Aguirre J, y Palma J. M. (2012). Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46: 103-107.

Bacab H. M, Solorio F.J. (2011). Oferta y consuno de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepaltepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13: 271-278.

Bacab H. M, Madera N. B, Solorio F. J, Vera F, Marrufo D. F. (2013). Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadera tropical. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17 (3). 67-81.

Bautista F. (2005). Información edafológica para el manejo de recursos naturales en: Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán, implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. VADC, UADY, INE México DF. pp. 1- 8.

Bautista T. M, López O. S, Pérez H. P, Vargas M. M, Gallardo L. F, Gómez M. F. (2011). Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad el Limón municipio de Paso de Ovejas Veracruz México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 63-76.

Díaz S. H, Fitzmaurice A. S, López U. y López D. (1998). Pasture forage production in northeastern Mexico. <http://cnrit.tamu.edu/cgrm/whatchhot/laredo/diaz.html>. (Julio 2010).

Farías M. J. (1996). Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque seco tropical II. Valor nutritivo. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 13: 179-190.

García M. (1973). Modificaciones del sistema de clasificación climática de Koopen. México. UNAM. pp. 243.

Haydoc K.P and Shaw N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry mater yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbrandy* 15: 663-670.

Krishnamurthy L. y Ávila M. (1999). *Agroforestería básica. Serie de textos básicos para la formación ambiental No. 3.* Editorial PNUMA. México. pp. 340.

Krishnamurthy L, Rajagopal I, Arroyo G. A. (2003). *Alternativas Productivas: Introducción a la Agroforestería para el Desarrollo Rural.* Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp. 34-47.

Lamela L, Castillo E, Iglesias J. y Pérez A. (2005). Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. *Pastos y Forrajes* 28: 47-58.

Mahecha L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15: 226-231.

Pezo D, Ibrahim M. y Casasola F. (2008). El pago por servicios ambientales: acelerador del cambio tecnológico en sistemas ganaderos basados en pasturas. En: Tejos R. (Ed.). *XII Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal.* Mérida, Yucatán, México. pp. 1-11.

Richardson A. (2009). *Leucaena and rotational grazing at Ten Mile.* *Tropical Grasslands.* 43: 225-226.

Santana M. (1998). Los sistemas agroforestales y su clasificación. En: Santana M. y Valencia J. (Editores). *Seminario producción ganadera sostenible, silvopastoreo.* CORPOICA. Caucasia. pp. 1-55.

Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2003). *Evaluación de los programas de fomento ganadero de la alianza para el campo.* Available at <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/ganind2.htm>.