



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y DE CALIDAD DE LEGUMINOSAS
TROPICALES EN EL ESTADO DE PUEBLA**

SERGIO ALBERTO LAGUNES RIVERA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO TECNÓLOGO

PUEBLA, PUEBLA

2011



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ.TABASCO-VERACUZ

CAMPUE- 43-2-03 ANEXO

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe, **Sergio Alberto Lagunes Rivera** alumno de ésta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez** por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Evaluación productiva y de calidad de leguminosas tropicales en el estado de Puebla** y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de ésta Institución.

México, 15 de julio de 2011


Firma del alumno


Vo. Bo. Profesor Consejero

La presente tesis, intitulada **Evaluación productiva y de calidad de leguminosas tropicales en el estado de Puebla**, realizada por el alumno: **Sergio Alberto Lagunes Rivera**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO TECNÓLOGO

EN DESARROLLO Y GESTIÓN DE SISTEMAS GANADEROS

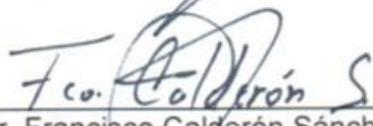
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: 
Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez

ASESOR: 
Dr. Zenón Gerardo López Tecpóyotl.

ASESOR: 
Dr. Ángel Bustamante González

ASESOR: 
Dr. José Isabel Olyera Hernández

ASESOR: 
Dr. Francisco Calderón Sánchez

ASESOR: 
M.C. Josafath Omar Hernández Vélez

Puebla, Puebla, México, julio de 2011

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y DE CALIDAD DE LEGUMINOSAS TROPICALES EN EL ESTADO DE PUEBLA

Sergio Alberto Lagunes Rivera, MDGSG
Colegio de Postgraduados, 2011

RESUMEN

Se evaluó la producción y valor nutricional de las leguminosas forrajeras tropicales *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Arachis pintoi*, en Hueytamalco, Puebla y la percepción de los productores a la introducción de estas especies en la región. Se realizaron 6 cortes con una frecuencia de 56 días. Las variables medidas fueron: la altura y producción de materia seca. El valor nutricional de las especies se midió a través de la determinación de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y proteína cruda (PC). El análisis de datos se llevó a cabo por corte e incluyendo todos los cortes, bajo un diseño en bloques al azar y en un arreglo de parcelas divididas, respectivamente. La parcela mayor fueron los cortes y como parcela chica las especies. Existieron diferencias ($P < 0.0001$) en producción de materia seca, hoja, tallo y altura. Las especies más productivas ($P \leq 0.05$) de materia seca fueron *Stylosanthes* y *Centrosema*, con 2,953 y 2,910 kg/ha/corte, respectivamente, mismas que rindieron más hoja y tallo. En el valor nutritivo, las especies se comportaron diferente ($P < 0.0001$) para FDN, FDA, DIVMS y PC. La especie con menor cantidad ($P \leq 0.05$) de FDN y FDA fue *Arachis* con 60 y 35%, respectivamente. Las especies con mayor ($P \leq 0.05$) concentración de proteína cruda fueron *Arachis* y *Centrosema* con 20%. El *Arachis* fue la especie con mayor digestibilidad (74%) y la de menor fue *Centrosema* con 55%. Los productores presentaron disposición a probar las leguminosas tropicales en sus unidades de producción, pero su limitante es el desconocimiento de estas especies para su aprovechamiento. Se concluye que *Stylosanthes* reunió las mejores características agronómicas y buena DIVMS y PC por lo que tiene posibilidades de sustituir a cualquiera de las especies probadas e incluirse en los sistemas de producción.

Palabras clave: Leguminosas tropicales, *Arachis pintoi*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*.

PRODUCTION AND QUALITY FORAGE ASSESMENT OF TROPICAL LEGUMES IN THE STATE OF PUEBLA

Sergio Alberto Lagunes Rivera, MDGSG

Colegio de Postgraduados, 2011

ABSTRACT

The production and nutritional value of the tropical forage legume *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum*, *Arachis pintoii*, and *Pueraria phaseoloides*, was evaluated in Hueytamalco, Puebla; as well as, the perception of farmers to the introduction of these species to the tropical region. Six harvests were made at a frequency of 56 days for the evaluation of the species. The variables measured were: height and dry matter production, and for nutritional value, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), *in vitro* digestibility (IVDDM) and crude protein (CP). Data analysis was performed by harvest, and for all harvests under a randomized block design and in a split-plot arrangement, respectively. Harvest was the whole plots and the species as subplots. There were differences ($P < 0.0001$) in dry matter production, leaf, stem and height. *Stylosanthes* and *Centrosema* had the highest ($P \leq 0.05$) dry matter production with 2953 and 2910 kg/ha/harvest, respectively, also had higher leaf and stem production than the others. The nutritional value of the species performed differently ($P < 0.0001$) for NDF, ADF, IVDDM and CP. The species with the lowest ($P \leq 0.05$) NDF and ADF was *Arachis* with 60 and 35% respectively. The species with the highest ($P \leq 0.05$) protein concentration was *Arachis* and *Centrosema* with 20%. The *Arachis* was the species with highest digestibility (74%) and the lowest was *Centrosema* (55%). The producers showed willingness to use a tropical legume in their production units, but their limitation is the lack of knowledge about these species. It is concluded that *Stylosanthes* overall met the best agronomic and quality (IVDDM and PC) characteristics, so it has the potential to replace any of the species tested and be included in the production systems.

Keywords: Tropical legumes, *Arachis pintoii*, *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*, and *Centrosema macrocarpum*.

AGRADECIMIENTOS

- Al **Colegio de Postgraduados Campus Puebla**, por permitirme realizar mis estudios de maestría.
- Al **Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez**, por sus consejos, enseñanzas, orientación y paciencia brindada durante toda la maestría.
- Al **M.C. René C. Calderón Robles**, por creer en mí y poner todo su conocimiento para realizar la investigación en el sitio experimental Las Margaritas del INIFAP.
- Al **Dr. Francisco Calderón Sánchez**, por sus enseñanzas y amistad brindada.
- Al **Dr. Zenón Gerardo López Tecpóyotl**, por su apoyo incondicional, amistad brindada y enseñarme que es el mejor ser humano que he conocido.
- Al **Dr. Samuel Vargas López**, por sus consejos y enseñanzas durante la maestría.
- Al **Dr. Ángel Bustamante González**, por sus enseñanzas, consejos y amistad brindada.
- Al **M.C. José de Jesús Mario Ramírez González**, por su apoyo para realizar la investigación en el sitio experimental Las Margaritas del INIFAP.
- Al **Dr. José Isabel Olvera Hernández** por sus enseñanzas, consejos y amistad brindada.
- Al **M.C. Josafath Omar Hernández Vélez** por sus consejos y su apoyo para realizar la investigación
- Al **POA Individual del Dr. Juan de Dios Guerrero Rodríguez**

Quiero dedicar este trabajo a mi esposa “**Dulce Violeta García Bonilla**” quién es el mejor apoyo y mi motivo para seguir estudiando la maestría para superarme día a día.

Al mismo tiempo quiero dedicarle esta investigación a mi pequeña hija “**Lía Alexandra Lagunes García**”, principal motivo por el que realice dichos estudios y poder brindarle un futuro mejor.

A mi madre “**Lidia Rivera López**”, por el ejemplo de que en cualquier momento que uno cae hay que levantarse.

A mi hermano “**Gabriel Ignacio Lagunes Rivera**”, para entender que el camino al conocimiento es la investigación.

A mi padre “**Sergio Lagunes Villa**”, por su apoyo y espero que él sepa todo lo que tengo en la cabeza.

A mis abuelos por la dedicación y tiempo para enseñarme cosas que solo la experiencia de la vida te puede dar.

A Dios por permitir que gente que quiero este a mi lado por mucho tiempo.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Planteamiento del problema.	2
1.2 Objetivo general.	3
1.3 Objetivos específicos.	3
1.4 Organización de la tesis.	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
2.1 La ganadería de zonas tropicales en México y su problemática.	5
2.2 Importancia de las leguminosas en los sistemas ganaderos.	6
2.3 Problemas de uso de las leguminosas	8
2.4 Las especies de leguminosas forrajeras.	9
2.4.1 <i>Arachis pintoii</i>	9
2.4.2 <i>Centrosema macrocarpum</i>	10
2.4.3 <i>Pueraria phaseoloides</i>	10
2.4.4 <i>Stylosanthes guianensis</i>	11
2.5 Adopción de tecnología por parte de los productores.	11
2.6 Conclusión de la revisión de literatura.	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	15
3.1 Localización del área de estudio.	15
3.2 Material evaluado.	15
3.3 Establecimiento de parcelas experimentales.	16
3.4 Control de malezas y manejo de los cortes.	17
3.5 Variables evaluadas.	17
3.6 Cuestionarios.	19
3.7 Diseño experimental.	19
3.8 Análisis estadístico.	20
IV. RESULTADOS.	21
4.1 Datos meteorológicos durante el período de estudio.	21
4.2 Altura de planta.	21

4.3 Cobertura de las leguminosas.	25
4.4 Producción media de materia seca.	27
4.5 Producción media de hoja.	28
4.6 Producción media de tallo.	31
4.7 Relación hoja/tallo.	34
4.8 Fibra detergente neutro.	36
4.9 Fibra detergente ácido.	38
4.10 Digestibilidad <i>in vitro</i>	40
4.11 Proteína cruda.	42
4.12 Comparación de la materia seca con el porcentaje de la proteína cruda y la digestibilidad <i>in vitro</i>	44
4.13 Percepción de los productores.	45
V. DISCUSIÓN.	52
5.1 <i>Arachis pintoi</i>	52
5.2 <i>Centrosema macrocarpum</i>	53
5.3 <i>Pueraria phaseoloides</i>	53
5.4 <i>Stylosanthes guianensis</i>	54
5.5 Percepción de los productores hacia la introducción de una especie de leguminosa forrajera en las explotaciones pecuarias.	55
VI. CONCLUSIONES.	57
VII. RECOMENDACIONES.	58
VIII. BIBLIOGRAFÍA.	59
IX. ANEXO.	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Especies evaluadas.	16
Figura 2. Temperatura y precipitación registradas de marzo 2009 a mayo de 2010 del sitio experimental "Las Margaritas" del INIFAP.	22
Figura 3. Altura de planta por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	23
Figura 4. Altura de planta promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	24
Figura 5. Altura de planta de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	24
Figura 6. Cobertura por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	25
Figura 7. Cobertura promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	26
Figura 8. Cobertura de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	26
Figura 9. Rendimiento de materia seca por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	27
Figura 10. Rendimiento promedio de materia seca de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	28
Figura 11. Rendimiento de materia seca de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	29
Figura 12. Producción de hoja por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	29

Figura 13.	Producción de hoja promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas Hueytamalco, Pue.	30
Figura 14.	Producción de hoja de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	31
Figura 15.	Producción de tallo por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	32
Figura 16.	Producción de tallo promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	33
Figura 17.	Producción de tallo de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	33
Figura 18.	Relación hoja:tallo por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	34
Figura 19.	Relación de hoja:tallo promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	35
Figura 20.	Relación de hoja:tallo de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	35
Figura 21.	Porcentaje FDN por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	36
Figura 22.	Porcentaje de FDN promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	37
Figura 23.	Porcentaje de FDN de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	37
Figura 24.	Porcentaje de FDA por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	38
Figura 25.	Porcentaje de FDA promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	39

Figura 26.	Porcentaje de FDA de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	39
Figura 27.	Digestibilidad <i>in vitro</i> por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	40
Figura 28.	Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	41
Figura 29.	Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	41
Figura 30.	Porcentaje de proteína cruda por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	42
Figura 31.	Porcentaje de proteína cruda promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	43
Figura 32.	Porcentaje de proteína cruda de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue.	43
Figura 33.	Comparación de la materia seca con el porcentaje de proteína cruda y digestibilidad <i>in vitro</i> de cuatro leguminosas tropicales. .	44
Figura 34.	Edad en los productores, años en la actividad agropecuaria, porcentaje de hectáreas de las unidades de producción y número de personas que participan en las explotaciones pecuarias.	45
Figura 35.	Razas, número de hembras, número de machos y número de crías en las unidades de producción.	46
Figura 36.	Porcentaje de explotaciones que cuentan con equinos y su composición por sexo.	47
Figura 37.	Conocimiento de las leguminosas nativas.	47
Figura 38.	Conocimiento sobre leguminosas tropicales, sabe si existe alguna leguminosa en su unidad de producción, conoce alguna característica de estas y donde adquirió información acerca de las leguminosas.	48

Figura 39.	Razones por las cuales los productores no introducen leguminosas y no las siembran en sus unidades de producción.	49
Figura 40.	Aptitudes para que el productor establezca leguminosas en las unidades pecuarias.	50
Figura 41.	Características que deben tener las leguminosas para poder ser introducidas.	50
Figura 42.	Aceptación a la existencia de alfalfa para condiciones tropicales.	51

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Producción de carne en pie y leche de bovino en la zona tropical del estado de Puebla.	6
Cuadro 2. Material vegetal utilizado y su distribución de las parcelas dentro de los bloques, en el diseño experimental.	15

I. INTRODUCCIÓN

En la región tropical en México, la producción animal está sustentada principalmente con el uso de gramíneas, destacándose tanto los pastos nativos como introducidos. Sin embargo, las gramíneas tienen menor concentración de proteína cruda que las leguminosas y otras especies herbáceas (Lyons *et al.*, 2001). Lo que ocasiona que las ganancias de peso y la producción lechera no alcancen a expresar su potencial. Para cubrir el déficit en los requerimientos alimenticios de los animales se ha recurrido al uso de concentrados comerciales, lo que induce, hasta cierto punto, un desbalance económico en la unidad de producción. Esto es principalmente debido a que los precios en el mercado han aumentado, afectando consecuentemente, la rentabilidad y la estabilidad del sistema de producción. Una de las opciones que tienen los productores de estos sistemas, es el uso de leguminosas. Estas especies tienen como atributo alta concentración de proteína cruda, que puede variar del 14 al 28% y contenidos de fibra bruta menores al 40% (Lascano y Avila, 1991). Adicionalmente, las leguminosas de clima tropical contienen mayor concentración de calcio, el cual puede alcanzar en promedio 10.1 g/kg MS, que para las gramíneas de este clima, en los que se tienen valores de 3.8 g/kg (UGRJ, 2010). Su consumo voluntario puede ser alto, lo que aunado a su digestibilidad, puede incrementar los rendimientos de carne y leche hasta de un 50% o más (Lascano y Avila, 1991). Esto las hace importante para abaratar costos y mejorar la producción pecuaria. Sin embargo, se observa que el uso de leguminosas en el trópico es muy escaso, probablemente por la escasez de semilla comercial y desconocimiento del manejo de las especies, entre otras causas.

Las principales limitaciones para mejorar la producción en sistemas ganaderos pecuarios de clima tropical, son la oferta y la calidad del alimento, la baja producción de los animales y los sistemas de manejo empleados (Holmann y Lascano, 1998b). En investigaciones realizadas se han identificado leguminosas forrajeras que pueden mejorar el potencial para aumentar la productividad animal por unidad de superficie (CIAT, 1992a) y se pueden integrar a cultivos anuales (Thomas, 1995) o arbóreos (Veiga y Serrao, 1990).

Existen varias especies de leguminosas, pero las más estudiadas son las de clima templado como lo es la alfalfa (*Medicago sativa*) y los tréboles blanco (*Trifolium repens*) y rojo (*T. pratense*). Para condiciones tropicales (Skerman *et al.*, 1988) mencionan que existe una diversidad de especies donde los géneros más importantes son: *Arachis*, *Aeschynomene*, *Calopogonium*, *Centrosema*, *Cratylia*, *Desmodium*, *Lablab*, *Leucaena*, *Macroptilum*, *Pueraria*, *Stylosanthes*, *Vigna* y *Zornia*.

Aunque existe mucha información sobre evaluaciones agronómicas de especies de leguminosas; en relación con su utilización y valor nutritivo, es limitada. Para el caso de México y en específico en el estado de Puebla, la información es escasa, lo cual es confirmado por la poca inclusión de este tipo de especies en los sistemas de producción dependientes del pastoreo, motivo por lo que se planteó la presente investigación.

1.1 Planteamiento del problema

Una de las características de la producción pecuaria en los trópicos es la combinación de diferentes factores como son los cruzas indefinidas, el bajo estado sanitario, el poco manejo y la mala nutrición (Holmann y Lascano, 2001). En las zonas tropicales las praderas de gramíneas son la principal fuente de alimentación, pero derivado de la baja calidad y disponibilidad de proteína, es necesario el estudio del uso de leguminosas forrajeras. Se busca por tanto, que éstas respondan a las necesidades de los productores, ya que la mayoría de ellos tienen un desconocimiento de dichas especies. Este estudio representa un aporte al conocimiento en el desarrollo y gestión de los sistemas ganaderos de la zona tropical en el estado de Puebla, pues es necesario realizar trabajos para determinar el potencial productivo y de calidad.

Preguntas de investigación:

¿Cuál es el comportamiento productivo de las especies *Arachis pintoii*, *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides*, y *Stylosanthes guianensis*, en la región de Hueytamalco, Puebla, en condiciones de subtropico húmedo?

¿Qué tan diferentes son las especies *Arachis pintoii*, *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Stylosanthes guianensis*, en relación a la calidad de su fibra y proteína?

Hipótesis

Existen diferencias en rendimiento de materia seca, calidad y persistencia entre las cuatro leguminosas tropicales, dentro de las cuales es posible encontrar sobresaliente alguna de ellas con posibilidades de introducirse a las unidades de producción en la región de Hueytamalco, Puebla.

1.2 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro especies de leguminosas tropicales en relación al rendimiento de materia seca y calidad nutricional en la región de Hueytamalco, Puebla.

1.3 Objetivos específicos

Evaluar la producción de materia seca de las leguminosas herbáceas tropicales *Stylosanthes guianensis*, *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum*, en la región de Hueytamalco, Puebla.

Cuantificar el valor nutricional de leguminosas herbáceas tropicales *Stylosanthes guianensis*, *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum*, en la región de Hueytamalco, Puebla.

Conocer la percepción de los productores ante el uso de leguminosas tropicales en sus unidades de producción.

1.4 Organización de tesis

A partir de este punto, esta tesis tiene la siguiente organización: El capítulo II presenta información acerca de las especies *Arachis pintoii*, *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis* y *Pueraria phaseoloides*, su utilización y problemática, además de la adopción de tecnología por parte de los productores. En el capítulo III se describen los materiales y métodos de la investigación. En el capítulo IV se describe por sección: la producción de materia seca, concentraciones de fibra detergente neutro y ácido, la digestibilidad y proteína cruda, así como la percepción y expectativas de los productores al establecimiento de leguminosas tropicales. Se culmina con la discusión general, conclusiones y recomendaciones en los capítulos V, VI y VII.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La ganadería de zonas tropicales en México y su problemática

En México, la región tropical abarca una superficie de 51'278,600 hectáreas, de las cuales 18'952,300 se dedican a la producción pecuaria, donde pastorean aproximadamente 12 millones de bovinos, que es la especie de mayor importancia (Koppel *et al.*, 1999). De acuerdo a Lamothe (2002) en esta área se produce el 20% de la leche y 43% de la carne del total nacional. El estado de Puebla tiene un territorio de 3'429,000 hectáreas (INEGI, 2009), del cual el 16.5% es de tipo tropical y equivale a 565,785 hectáreas, donde existen 46,556 unidades de producción dedicadas a la bovinocultura con un inventario de 34,4079 cabezas (INEGI, 2010).

La zona tropical del estado de Puebla produce el 10.4% de carne de bovino en pie y 3.1% leche (Cuadro 1), aunque estos valores son bajos, se entiende el gran potencial que tiene esta zona. Sin embargo, esta población animal se encuentra en sistemas de producción que tienen como una de sus principales limitantes a la escases de alimentos en ciertas épocas del año (Albarrán *et al.*, 2008). Los pastos tropicales tienen un período vegetativo corto, lo que hace que maduren relativamente rápido y presenten digestibilidades bajas. Esta característica está asociada con el aumento de carbohidratos estructurales y de lignina, con la disminución de la digestibilidad y del contenido de proteína (Soest, 1982).

Con base a lo anterior las principales limitaciones para mejorar la producción en los sistemas de producción animal en el trópico, son la oferta y la calidad del alimento. Como consecuencia, la forma más “rápida” de solucionar el déficit de alimento es adquiriendo rastrojos que son de baja calidad nutricional hasta alimentos concentrados a un costo muy alto que repercute en los índices de costo/beneficio de las unidades. Por tanto, la producción de carne y leche en condiciones de pastoreo en las regiones tropicales se ve limitada.

En países de América tropical, se ha investigado sobre la generación y producción de gramíneas y leguminosas con potencial, para aumentar la producción animal en sistemas de pastoreo (Lascano *et al.*, 1996) y se ha encontrado que es conveniente integrar a las leguminosas en los sistemas de producción para hacer las unidades más rentables (Bayce *et al.*, 1998). Sin embargo, en varias regiones de México no se ha dado una adopción generalizada de las leguminosas, probablemente por falta de información sobre su utilización e integración en los sistemas de alimentación existentes, y una demostración atrayente de su viabilidad económica.

Cuadro 1. Producción de carne en pie y leche de bovino en la zona tropical del estado de Puebla.

Modalidad de Producción	Cantidad	Precio promedio (\$).
Animales en pie	22,116 (t)*	17,03 kg
Leche	19,741 (L)**	3.06 L

Fuente: *Elaboración propia con datos del SIAP (2009).

**Elaboración propia con datos del INEGI (2007)

2.2 Importancia de las leguminosas en los sistemas ganaderos.

La falta de especies forrajeras de buena calidad y adaptadas a diferentes condiciones ambientales, limita en parte el desarrollo de la ganadería de nuestro país; es por ello que la introducción de especies de leguminosas forrajeras con alto potencial de producción, calidad, persistencia y adaptación, sea una de las formas de mejorar e incrementar la productividad del ganado (Sosa *et al.*, 2008).

En diferentes investigaciones se han identificado leguminosas forrajeras que podrían mejorar el potencial para aumentar la productividad animal por unidad de superficie (CIAT, 1992a). Las leguminosas pueden mantener una producción de forraje estable en cuanto a cantidad y calidad, mejoran la cubierta vegetal evitando problemas de erosión

e invasión de plantas indeseables, además de proveer el nitrógeno necesario a las gramíneas, e incrementar la carga animal.

La introducción de leguminosas forrajeras puede significar un importante avance en las posibilidades de desarrollo de la ganadería regional, mejorando la sostenibilidad de los sistemas de producción (Acuña *et al.*, 1997). Las ventajas sobre los pastos, es que tienen mayor valor nutritivo por contener mayor concentración de proteína cruda (170 vs 100 g/kg MS), calcio, fósforo y menos fibra con respecto a las gramíneas tropicales (Graupera, 1984). Adicionalmente, tienen mejor digestibilidad a diferencia de las gramíneas por sus estructuras morfológicas (Minson, 1990), puesto que las gramíneas desarrollan una vena central que les da soporte y rigidez estructural lo que hace que sus hojas tengan el doble de fibra que las de las leguminosas (Barahona y Sánchez, 2005). Debido a ello, los rumiantes pasan más tiempo regurgitando y masticando a las gramíneas que a las leguminosas (Barahona y Sánchez, 2005).

Una ventaja que presentan las leguminosas es que tienen la facultad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con las bacterias *Rhizobium* presentes en los nódulos de sus raíces, que son de gran importancia para mantener la fertilidad del suelo y como fuente diaria de proteína (Graupera, 1984).

El incremento del nitrógeno comúnmente es observado con el aumento en la productividad, tanto de biomasa vegetal, así como la ganancia de peso de los animales. En cuanto al potencial de las leguminosas para fijar nitrógeno al suelo, varía con la especie, el manejo y método de estimación. Para darse una idea, estas pueden llegar a suministrar entre 60 y 180 kg/ha de nitrógeno, lo cual reduce los costos y la necesidad de aplicación de fertilizantes (Henzell, 1962). Por ejemplo con *Leucaena leucocephala* se pueden obtener 110 kg de N/ha/año (Halliday y Somasegaran, 1982).

En el trópico se ha desarrollado investigación en el manejo de especies leguminosas forrajeras para establecerse como fuentes de proteína como una alternativa en la alimentación animal. Entre ellas se mencionan a géneros y especies como *Desmodium*, *Centrosema*, *Stylosanthes*, *Arachis pintoi*, *Calopogonium muconoides*, *Cratylia argéntea*, *Dioclea guainensis*, *Flemingia macrophylla*, *Leucaena leucocephala* y *Pueraria phaseoloides* en condiciones de trópico húmedo y subhúmedo. Se ha encontrado que tienen adaptabilidad para el trópico húmedo y sólo seis de ellas se adaptan bien en condiciones de trópico sub-húmedo (Giraldo, 1991; CIAT, 1992b). Romero y González (1998) reportan que en Atenas, Costa Rica, se utilizaron diferentes fuentes de proteína probando dos leguminosas y comparándolas con pollinaza, encontrándose que las leguminosas pueden ser una opción más viable y menos costosa para la alimentación de ganado productor de leche.

2.3 Problemas de uso de las leguminosas

Existen factores a considerar para el uso de leguminosas tropicales, entre ellos el pH del suelo, tipo de leguminosa, disponibilidad de germoplasma (semilla), la persistencia y la precipitación (Kretschmer, 1988). También los factores anti-nutricionales deben ser considerados, pues sustancias como los taninos pueden afectar el nivel de consumo de las leguminosas, así como el bajo aprovechamiento de la proteína (Carulla, 1994). En exceso, los taninos pueden actuar como antimicrobiales que pueden afectar la tasa de fermentación ruminal, además de limitar el consumo por sabores desagradables para el rumiante (Valerio, 1990).

Bajas concentraciones de taninos condensados (20-45 g/kg de materia seca) disminuyen la degradación ruminal de la proteína, debido a la reducción de poblaciones de bacterias proteolíticas; sin embargo, altas concentraciones de taninos condensados (>55 g/kg de materia seca) reducen el consumo voluntario y digestibilidad (Min *et al.*, 2003; Stürm *et al.*, 2007). Los taninos pueden ayudar en la mejora del aprovechamiento de la proteína al escapar de la degradación en el rumen, por lo que se convierte en

sobrepasante, siendo una fuente importante de proteína de alta calidad biológica para el rumiante (Preston y Leng, 1987; Galindo *et al.*, 1989)

2.4 Las especies de leguminosas forrajeras

Entre las especies más importantes de leguminosas forrajeras para el trópico se tienen a *Stylosanthes guianensis* (stylo), *Pueraria phaseoloides* (kudzú), *Centrosema macrocarpum* (centro) y el *Arachis pintoii* (cacahuate forrajero). A continuación se detallan algunas de sus características.

2.4.1 *Arachis pintoii*

Es originaria de Brasil y tiene atributos como persistencia, respuesta a la carga animal, calidad nutricional, aporte de proteína degradable y sobrepasante, fijación de nitrógeno, utilización como cobertura, recuperación de suelos degradados y mejora del comportamiento productivo de animales (Rojas-Bourrillón, 2005). La inclusión del *A. pintoii* en la dieta del ganado, ha favorecido la respuesta animal tanto en crecimiento como en producción de leche. En trabajos donde se usó como monocultivo, demostró bajar en un 50% la cantidad de concentrado durante la fase de post-destete (Rojas-Bourrillón *et al.*, 1999). Sus producciones de materia seca como se evidencia en algunas regiones de Costa Rica, pueden ser de 6.6 y 7.1 t MS/ha (Cab *et al.*, 2008).

También existen limitaciones en su utilización como lo son falta de capacitación de los productores en asociación con gramíneas, incompatibilidad con periodos cortos de recuperación de la pastura acompañante, requerimiento adicional de grandes cantidades de energía en la dieta, cuidado a la altura de corte o pastoreo (Rojas-Bourrillón, 2005). Esta leguminosa cuenta con taninos condensados que pueden variar con periodo de corte. Por ejemplo, Moreno *et al.* (1990) mencionan que se pueden encontrar cantidades de taninos condensados de 74.1 g/Kg MS a corte de 6 meses de establecidas y 85.8 g/Kg MS a cortes efectuados a 28 días.

2.4.2 *Centrosema macrocarpum*

Leguminosa perene originaria de América tropical de hábito de crecimiento rastrero, que se adapta a diferentes condiciones ambientales contrastantes desde semiáridas hasta calientes o húmedas, con buena adaptación a suelos ácidos (Schultze-Kraft *et al.*, 1997). Se utiliza como cultivo de cobertera en frutales para reemplazar la aplicación de nitrógeno en forma química (Bogantes y Agüero, 1998). En México, esta leguminosa ha demostrado su alta adaptabilidad pero también su vulnerabilidad a plagas como los defoliadores y enfermedades ocasionadas por *Rhizoctomia* (Schultze-Kraft *et al.*, 1997). Su contenido de proteína cruda a los días 40 y 60 de corte, es similar al de la alfalfa (Amadu, 1971). Presenta taninos condensados a concentraciones de 23 g/kg MS (Schultze-Kraft *et al.*, 1997).

2.4.3 *Pueraria phaseoloides*

Leguminosa nativa del Sudeste Asiático, Malasia e Indonesia, ahora dispersa por el trópico húmedo. Crece en regiones hasta con 800 mm de lluvias, tolera el encharcamiento, aunque es susceptible a la sequía (Pareta y Valdés, 1990). Se adapta a suelos de diferentes texturas, aunque no a las arcillas muy pesadas. Su germinación y desarrollo en los primeros estadios de la planta son lentos; una vez establecida se desarrolla muy rápidamente pudiendo formar una cubierta densa en 3 a 4 meses, de aquí su empleo como cultivo de cobertera (Reynolds, 1994). En investigaciones realizadas en Costa Rica a cortes cada 60 días se obtuvieron producciones de 7.4 t/ha/año (Roig, 1989). Esta leguminosa cuenta con buen rendimiento y adaptación, el problema es su palatabilidad moderada y su baja resistencia al pastoreo indiscriminado (Cameron, 1986). Contiene taninos condensados que varía entre 24.2 g/kg MS en periodo lluvioso y 2 g/kg MS en el periodo seco derivado que la mayor concentración de estos se encontró en la hoja (Ruiloba, 1990).

2.4.4 *Stylosanthes guianensis*

El género *Stylosanthes* tiene más de 30 especies tropicales en África y Brasil, sin embargo, el género *guianensis* es originaria de Brasil (Pérez, 1998). Es herbácea perenne con una raíz principal que puede alcanzar 1 m de profundidad. Sus tallos son pubescentes en forma de ramas y se tornan postrados bajo pastoreo y leñosos en la base a medida que maduran (Bernal, 1994). Puede prosperar con una precipitación anual de 2500 mm, pero sobrevive con 650 mm de lluvia y una estación seca de 7 a 8 meses (Pareta y Valdés, 1990). Es una leguminosa muy tolerante a las condiciones de baja fertilidad y sequía, que puede crecer en suelos ácidos (Pareta y Valdés, 1990). Puede producir 6660 MS kg/ha a una frecuencia de corte de 56 días (Ciotti *et al.*, 2002). Tiene concentraciones de taninos condensados de 35 g/kg MS (Valerio, 1990). *Stylosanthes guianensis* tiene un período de producción que se extiende a finales de otoño, no teniendo producción en invierno; con las primeras lluvias y temperaturas en primavera su producción de biomasa vuelve a incrementarse (Ciotti *et al.*, 1995). Esta especie ha sido utilizada también para el control biológico de garrapatas en ganado (Sutherst *et al.*, 1998).

2.5 Adopción de tecnología por parte de los productores

Gran parte del aumento en la producción y en la competitividad en los países desarrollados se ha debido a los procesos de profesionalización de sus productores y agro empresarios (Ramírez, 2005). Los problemas de la adopción para la introducción de leguminosas en condiciones tropicales, es la falta de información sobre su utilización e integración a los sistemas de alimentación (Holmann y Lascano, 1998a); así mismo, a la baja disponibilidad de semilla (Enriquez y Quero, 2006).

Una inadecuada asociación entre gramíneas y leguminosas conduce a una incompatibilidad, que ocasiona que las gramíneas proliferen más que las leguminosas, disminuyendo la oportunidad de supervivencia y establecimiento (Roberts, 1979), lo

cual contribuye a que las asociaciones se muestren como un problema para los productores. Holmann y Lascano (1998a), mencionan que los esfuerzos de introducir las leguminosas a condiciones tropicales, solo se han quedado en intentos aislados por los centros de investigación, aunado a que la adopción y el intercambio de información entre investigadores han sido escasos. Esto ha ocasionado una baja eficiencia en el proceso de generación de tecnologías al respecto.

Según la FAO (2003), existen factores para considerar a la introducción de una tecnología:

- Que el productor consiga una reducción del costo unitario,
- Que la tecnología aplicada aumente la eficiencia y eficacia del proceso productivo,
- Que sea adaptable a la disponibilidad de mano de obra y las necesidades alimentarias,
- Que no sea influenciado frente a los riesgos derivados de los factores climáticos y plagas,
- Que estas sean apropiadas para los productos que suelen producir y utilizables para cualquier estrato,
- Reduzcan o estabilicen el precio de los productos básicos,
- Que sean sustentables desde el punto de vista de los recursos tierra, agua y biodiversidad.

Los grandes fracasos en la adopción de tecnología por parte de los productores han sido el desconocimiento de sus necesidades. Para De Schutter (1986) existen tres pasos en la adopción de tecnología.

El primero es el cambio de conocimiento, en el cual se les presenta a los productores la tecnología.

En este paso se le muestra al productor nueva información, que puede o no asimilar; sin embargo con esto no se asegura la adopción (De Schutter, 1986).

El segundo cambio ocurre en la actitud de los productores; aquí se pretende rebasar la demostración, para iniciar con poner a prueba la nueva tecnología. En esta fase se pretende una reacción asertiva del productor hacia la novedad, que lo estimula a la reflexión sobre las ventajas y desventajas de la nueva tecnológica; aunque siempre cabe la posibilidad que la reacción sea negativa.

La adopción tecnológica está relacionada con un tercer cambio, asociado al ajuste del pensamiento del productor, posterior al eventual cambio de actitud ante la nueva tecnología que el productor acepta. El productor que voluntariamente adopta la nueva tecnológica, lleva su comportamiento hacia la aplicación.

En la última fase, el productor ya puso a prueba el cambio y ahora usa la tecnología de forma cotidiana (Elberg, 1992). Si existe rentabilidad y satisface sus necesidades el productor mantendrá su uso de la tecnología; sin embargo, el enfoque no contempla la interacción de que el productor se involucren de lleno en el proceso de investigación-extensión (Cardona, 1984).

Un estudio de adopción de tecnología permite obtener información que es útil para afinar la generación de tecnología (CIMMyT, 1993). De la misma forma este estudio brinda información sobre las ventajas y desventajas de tecnologías utilizadas, así como sus cambios que han realizado los productores y su motivo del cambio (Sagastume *et al.*, 2006). Todo esto se relaciona con la adopción de nuevas especies forrajeras, como parte de las innovaciones tecnológicas en la unidad de producción. Por tal motivo, necesitan ser considerados para promover los cambios productivos en las regiones donde se aplican.

2.6 Conclusión de la revisión de literatura

De esta revisión, el estudio de las leguminosas en todo el mundo es una de las prácticas más difundidas, siendo las de clima templado entre ellas la alfalfa y los tréboles las más estudiadas. En el caso de las leguminosas tropicales se ha demostrado que la aplicación de ellas solas, en asociación con algunas gramíneas y en bancos de proteína, ayudan al incremento de las ganancias de peso (Pérez *et al.*, 2001b) y al aumento de producción láctea en las explotaciones (Romero y González, 1998), pero para el caso de México son pocos los estudios en la evaluación agronómica de estas. En específico en el estado de Puebla es poca la difusión de ellas en las unidades de producción pecuarias para la parte tropical. Su aprovechamiento es limitado y hace falta que se introduzcan a los sistemas de producción para coartar la dependencia a los concentrados comerciales promoviendo sustentabilidad a estos sistemas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El estudio se realizó en el sitio experimental “Las Margaritas” perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el Municipio de Hueytamalco, Puebla, en las coordenadas 20°00' 27.18" N y 97°18' 13.28" O.

La región tiene una altitud sobre el nivel del mar de 450 a 500 m; el clima es clasificado como Af (c), con una temperatura media anual de 21°C y una precipitación pluvial promedio de 3000 mm anuales y 90% de humedad relativa (COTECOCA, 2001). El suelo está clasificado como arcilloso, de un pH 4.4.

3.2 Material evaluado

Se utilizaron 4 especies de leguminosas tropicales (Cuadro 2). Estas variedades fueron establecidas en julio del 2008.

Cuadro 2. Material vegetal utilizado y su distribución de las parcelas dentro de los bloques, en el diseño experimental

ESPECIE	Bloques			
	I	II	III	IV
<i>Arachis pintoii</i>	1	1	2	1
<i>Centrosema macrocarpum</i>	2	3	4	4
<i>Pueraria phaseoloides</i>	3	4	3	2
<i>Stylosanthes guianensis</i>	4	2	1	3

En la Figura 1 se muestran las especies de leguminosas evaluadas: *Arachis pintoi* (cacahuate forrajero), *Pueraria phaseoloides* (kudzú), *Stylosanthes guianensis* (stylo) y *Centrosema macrocarpum* (centro). Estas especies fueron seleccionadas porque presentaron mejor adaptación, lo cual fue visto en un experimento exploratorio previamente en donde la *Clitoria ternatea* y *Macroptilium atropurpureum* no prosperaron.

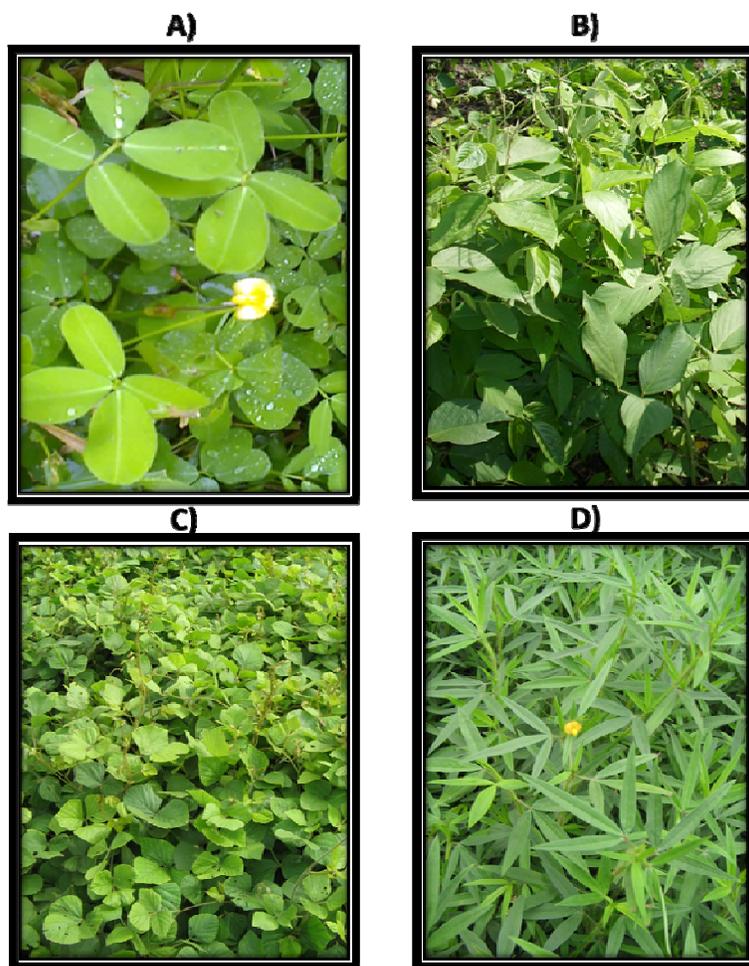


Figura 1. *Arachis pintoi* (A), *Centrosema macrocarpum* (B), *Pueraria phaseoloides* (C), *Stylosanthes guianensis* (D).

3.3 Establecimiento de parcelas experimentales

La preparación inició con la limpieza del terreno, eliminando la vegetación presente con chapoleadora mecánica. Posteriormente se preparó de manera convencional (barbecho, rastra y tabloneo). Se delimitó el área con cerco de alambre de púa para

proteger el área de la entrada de animales mayores que pudieran consumir el material de estudio. Se realizó una sola aplicación de fertilizante con la fórmula 00-80-60 de N-P-K/ha al voleo. Utilizando superfosfato de calcio triple y cloruro de potasio.

Siembra: Previo a la siembra, se les realizó una prueba de germinación a las semillas y se escarificaron a 75°C durante tres minutos.

La siembra se realizó al voleo y la densidad de siembra fue de 35 kg de semilla/ha, con excepción de *A. pinto* el cual se estableció vegetativamente; el tapado de la semilla se llevó a cabo con ramas.

3.4 Control de malezas y manejo de los cortes

Control de malezas: Se realizaron los deshierbes en los callejones durante todo el tiempo del experimento, pero dentro de las parcelas se dieron 2 deshierbes en época de lluvias.

Al inicio del experimento se dio un corte de uniformización, después se siguió una frecuencia de corte cada 56 días, el periodo comprendió de mayo del 2009 a marzo de 2010.

3.5 Variables evaluadas

Altura: se tomó la altura con flexómetro desde la base del suelo hasta la parte más alta de la planta.

Producción de forraje: Se cortó un cuadrante de un metro cuadrado dejando una altura de 10 cm para *Arachis pinto* por su forma de crecimiento y de 15 cm para las demás leguminosas. El forraje se puso en una bolsa, se pesó y se tomó una sub-muestra que se metió a secado en una estufa de aire forzado a 75°C hasta alcanzar peso constante, para posteriormente determinar la materia seca.

Hoja y tallo: Una vez cortada la muestra se pesó y se subdividió en dos submuestras, una para materia seca y otra para determinar las proporciones de hoja y tallo.

Para determinarlas las variables de fibra insoluble en detergente neutro (FDN), fibra insoluble en detergente ácido (FDA), digestibilidad de la materia seca *in vitro* (DIVMS) y Proteína cruda (PC), se utilizó el material vegetal seco (hoja y tallo), el cual fue molido en un molino ciclónico marca FOSS TECATOR con gradilla de 1 milímetro.

Fibra detergente neutro: La determinación de FDN se realizó por duplicado en un analizador de fibra ANKOM 200/220, utilizando los protocolos de ANKOM Technology (ANKOM, 2006) excluyendo el paso con alfa-amilasa y el de acetona.

Fibra detergente ácido: La determinación de FDA se realizó por duplicado en un analizador de fibra ANKOM 200/220, utilizando los protocolos de ANKOM Technology, (ANKOM, 2006) excluyendo el paso con alfa-amilasa y el de acetona.

Digestibilidad *in vitro*: fue mediante la técnica de dos etapas pepsina-celulasa (Jones y Hayward, 1975; Clarke *et al.*, 1982; Klein y Baker, 1993), adquiriendo las enzimas de la compañía SIGMA-ALDRICH. La pepsina (1:10000 de mucosa de estómago porcino) fue disuelta en 0.125N de ácido clorhídrico a una proporción de 6.66 g/litro. La celulasa Onozuka RS de *Trichoderma viride* (≥ 5000 unidades/g de sólido) se disolvió en buffer acetato (4.1 g de acetato de sodio anhidro y 2.9 ml de ácido acético por litro de agua destilada) manteniendo una proporción celulasa:muestra de 1:100 (Clarke *et al.*, 1982). Se utilizó 0.3 g de materia seca por muestra colocándose en bolsas ANKOM F57, por duplicado. Primeramente se realizó la etapa de digestión con pepsina y luego de la celulasa, durando cada una 48 horas en un incubador de agitación orbital a 50°C y a 80 revoluciones por minuto.

Proteína cruda: Para determinar la proteína el material vegetal fue sometido al método MicroKjeldahl (A.O.A.C., 1975) el cual es un tratamiento oxidativo con H₂SO₄ concentrado p.a. (98%), en presencia de un catalizador (K₂SO₄). Del sulfato amónico

formado se liberó el amoníaco por tratamiento alcalino y éste se transportó con ayuda de una destilación en corriente de vapor a un recipiente con H_3BO_3 , se agregó NaOH al 40% antes de encender el balón Kjeldahl y se realizó una titulación con una solución valorada de H_2SO_4 0,2 N, hasta lograr el viraje del indicador Mortimer al color inicial rojo.

3.6 Cuestionarios

Se realizó una encuesta en la que se aplicaron 60 cuestionarios (Ver Anexo A) en las Asociaciones Ganaderas Locales de los Municipios de Ayotoxco de Guerrero (44), Hueytamalco (1), Tenampulco (5) y San José Acateno (10), aplicados a productores que se dedican a la actividad pecuaria. Las preguntas estuvieron relacionadas con el perfil del productor, tales como edad, años en la actividad ganadera y participantes en las explotaciones; además de aquella información referente a sus unidades de producción y la percepción en el aprovechamiento de las leguminosas de clima tropical y su inclusión en los sistemas de producción existente.

3.7 Diseño experimental

La unidad experimental correspondió a parcelas con dimensiones de 3 m de ancho por 7 m de largo, rodeadas de una zona de amortiguamiento de 2 m en toda la periferia de la superficie. Para la prueba de medias se utilizó la prueba de Tukey aceptando significancia con $\alpha = 0.05$.

Se utilizaron dos modelos experimentales, uno para analizar cada corte y otro para el análisis global de todos los cortes. El diseño experimental utilizado para el análisis por corte fue en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para la evaluación de todos los cortes y variedades se utilizó un modelo de parcelas divididas.

3.8 Análisis estadístico

El modelo lineal que se utilizó para los cortes fue el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = Variable estudiada

μ = Es la media poblacional

β_j = Es el efecto del bloque j

τ_i = Es el efecto de la variedad

ε_{ij} = Error experimental ij

El modelo lineal para el análisis conjunto de todos los cortes fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + C_j + \delta_{ji} + V_k + (CV)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable estudiada

μ = Media poblacional

β_i = Efecto del i-esimo bloque

C_j = Efecto de corte en su nivel i (parcela grande)

δ_{ji} = Error asociado del corte

V_k = Efecto de la variedad en su nivel k (parcela chica)

$(CV)_{ik}$ = Efecto de la interacción corte*variedad a nivel j,k

ε_{ijk} = Error aleatorio asociado con la variedad. E(b)

Para todas las variables evaluadas, se hicieron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$ mediante el paquete estadístico SAS versión 2000.

IV. RESULTADOS

4.1 Datos meteorológicos durante el periodo de estudio

Las temperaturas promedio máximas, mínimas y precipitación pluvial acumulada durante el trabajo de investigación se muestran en la Figura 2. Las máximas temperaturas se presentaron de mayo a agosto y las temperaturas más bajas se registraron durante los meses de diciembre y enero. Estas bajas temperaturas repercutieron negativamente en el crecimiento de las especies en el tiempo asignado para el corte seis, por lo que no se pudo realizar el muestreo correspondiente en la fecha asignada.

La mayor presencia de precipitación se dio durante los meses de septiembre y octubre; específicamente en la cuarta semana de septiembre y la tercera de octubre. En la misma Figura se pueden observar los cortes correspondientes por mes durante todo el periodo de experimentación.

4.2 Altura de planta

La altura fue diferente entre especies a través de los diferentes cortes realizados ($P < 0.001$). En general hubo una tendencia a disminuir a medida que se aproximaron a la estación fría. En los cortes 1 y 6 *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* fueron las especies que tuvieron las mayores alturas. En el corte 2 a las especies mencionadas se les unió *Stylosanthes guianensis*, quien también dominó en los corte 3 y 5. En todos los casos, el *Arachis pintoi*, fue la especie con el menor altura por el tipo de hábito de crecimiento (Figura 3).

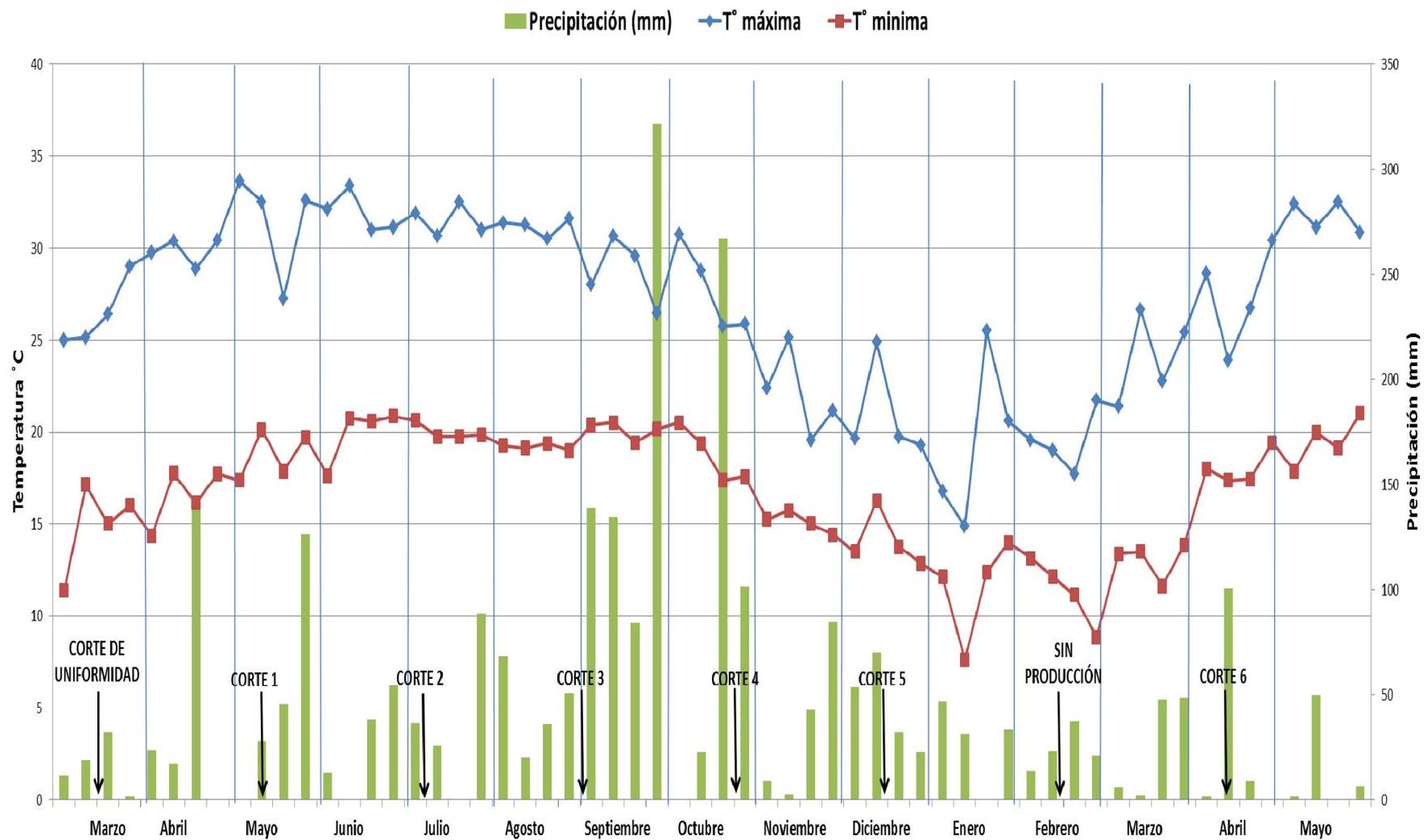


Figura 2. Temperatura y precipitación registradas de marzo 2009 a mayo de 2010 del sitio experimental "Las Margaritas" del INIFAP en el municipio de Hueytamalco, Puebla.

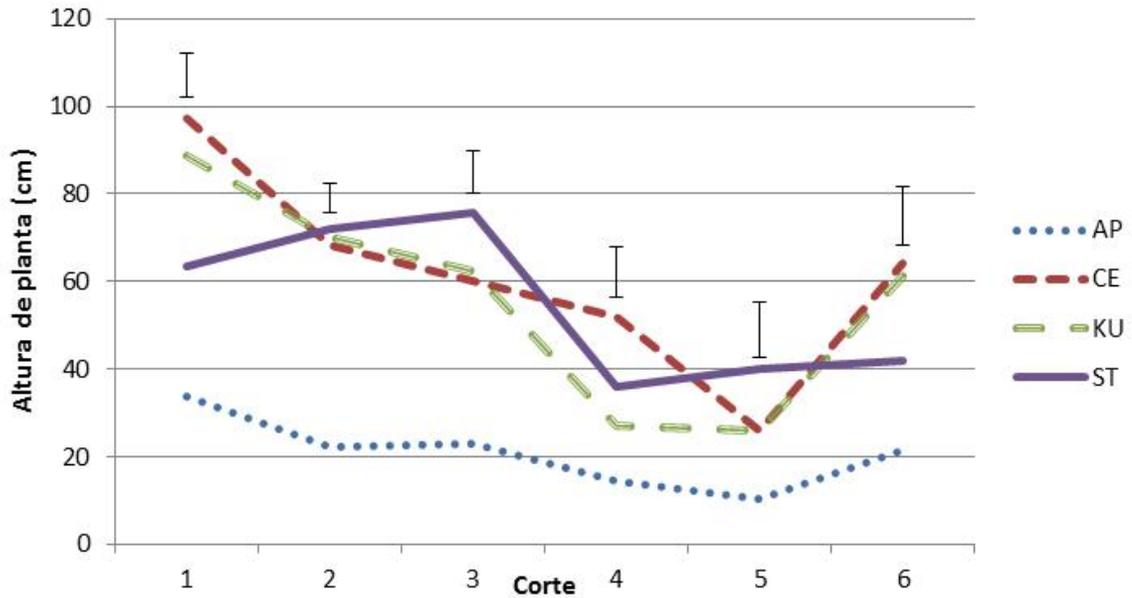


Figura 3. Altura de planta por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pinto*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

En promedio, las especies fueron diferentes en altura de planta ($P < 0.0001$) como se muestra en la Figura 4. *Centrosema macrocarpum* fue la especie con la mayor altura de planta (61.2 cm); mientras que *Stylosanthes guianensis* y *Pueraria phaseoloides* mostraron tener un comportamiento similar. *Arachis pinto* fue la que presentó menor altura de todas ellas.

En lo que respecta a los cortes, las mayores alturas se presentaron en el corte uno ($P < 0.0001$) correspondiente al mes de mayo (Figura 5).

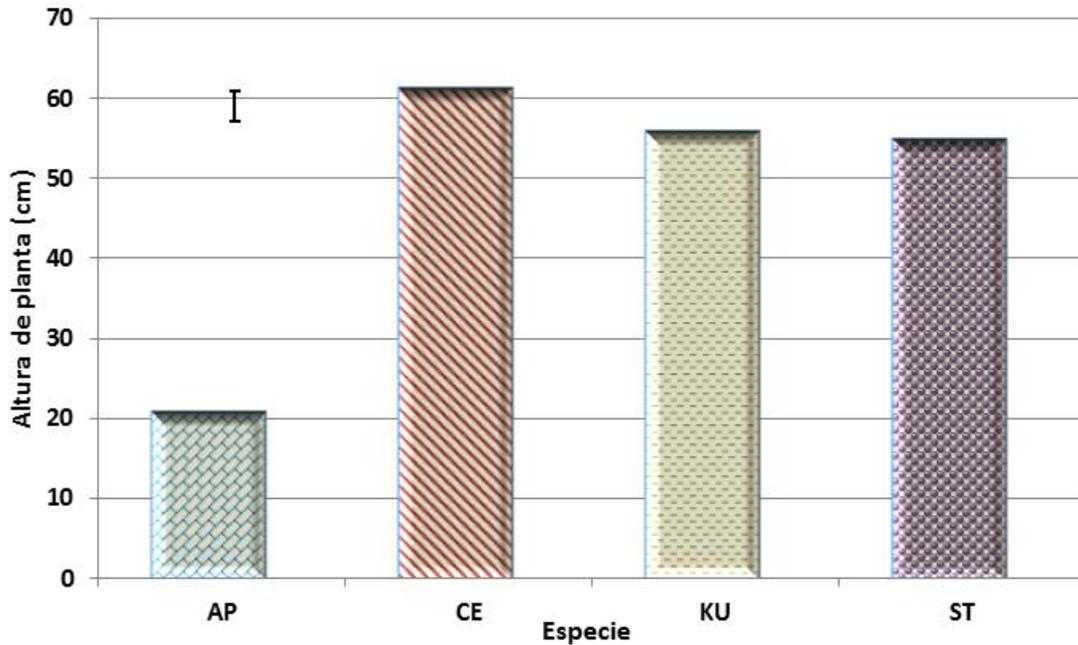


Figura 4. Altura de planta promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. La barra representa la diferencia mínima significativa.

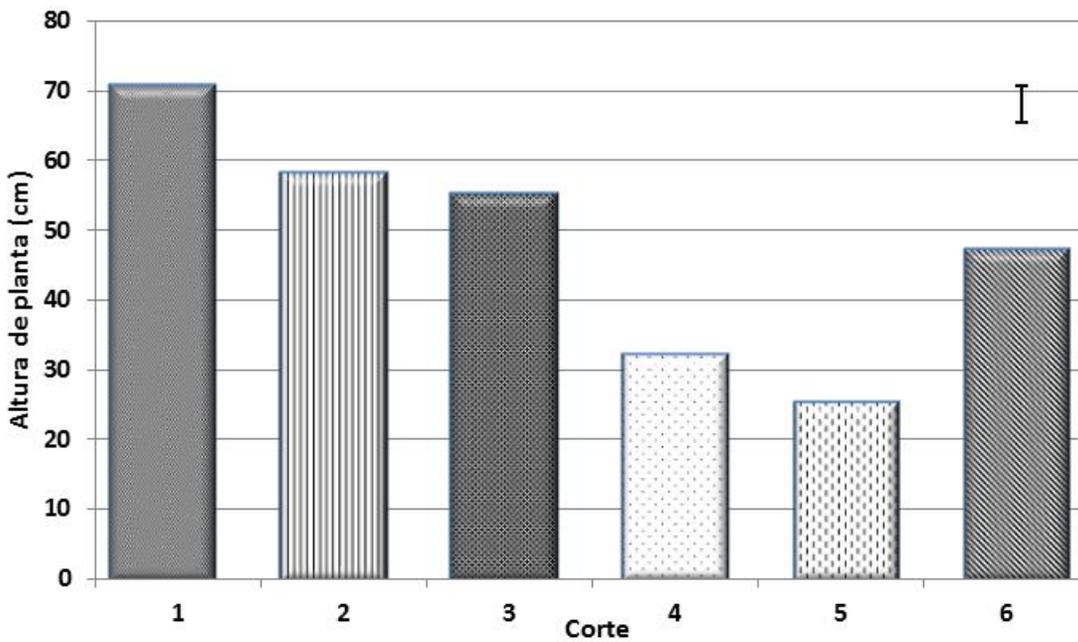


Figura 5. Altura de planta de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.3 Cobertura

En la variable de cobertura, en los cortes 1 y 5 no se encontraron diferencias entre las especies ($P>0.05$). Sin embargo, en los demás cortes hubo una diferencia marcada ($P<0.003$). En general, *Arachis pintoii*, *Stylosanthes guianensis* *Centrosema macrocarpum* fueron las que demostraron mejor cobertura ($P<0.04$). Aunque al final de la estación, *Arachis pintoii* mostró superioridad ($P<0.05$) en esta variable (Figura 6).

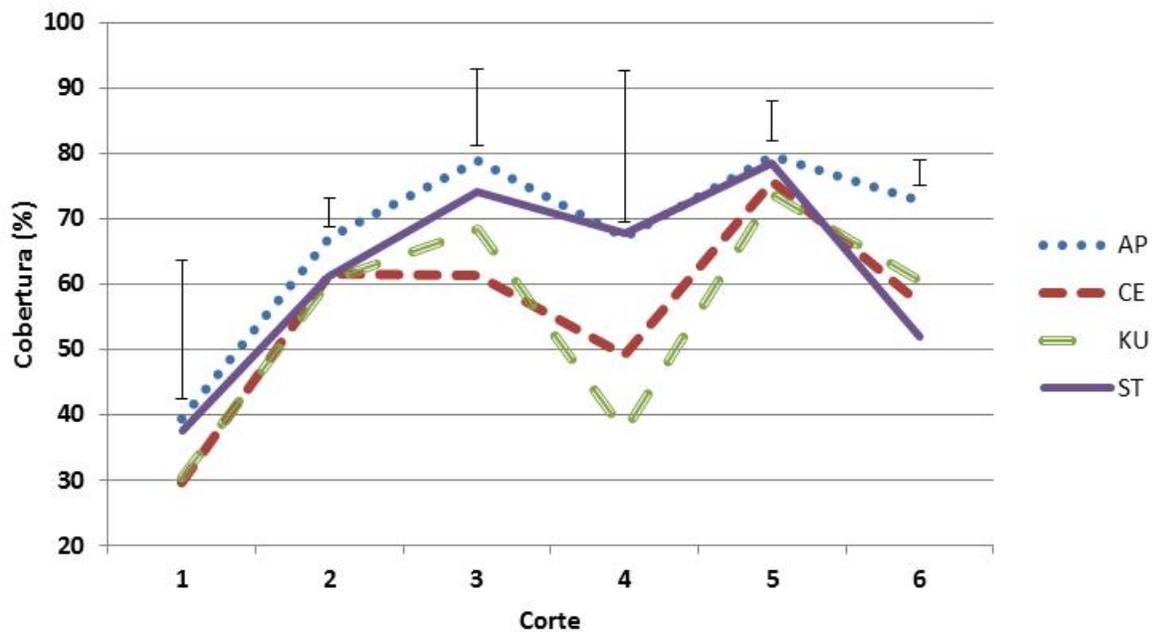


Figura 6. Cobertura por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

En el análisis global, en promedio, la cobertura entre especies fue diferente ($P<0.0001$). Como se muestra en la Figura 7, la especie con mayor cobertura fue *Arachis pintoii*, seguida por *Stylosanthes guianensis*, con coberturas de 67.5% y 61.8% respectivamente. Entre cortes, los que mostraron tener diferencias en cobertura, fueron el 5 y 3, siendo de 76 y 70%, respectivamente (Figura 8).

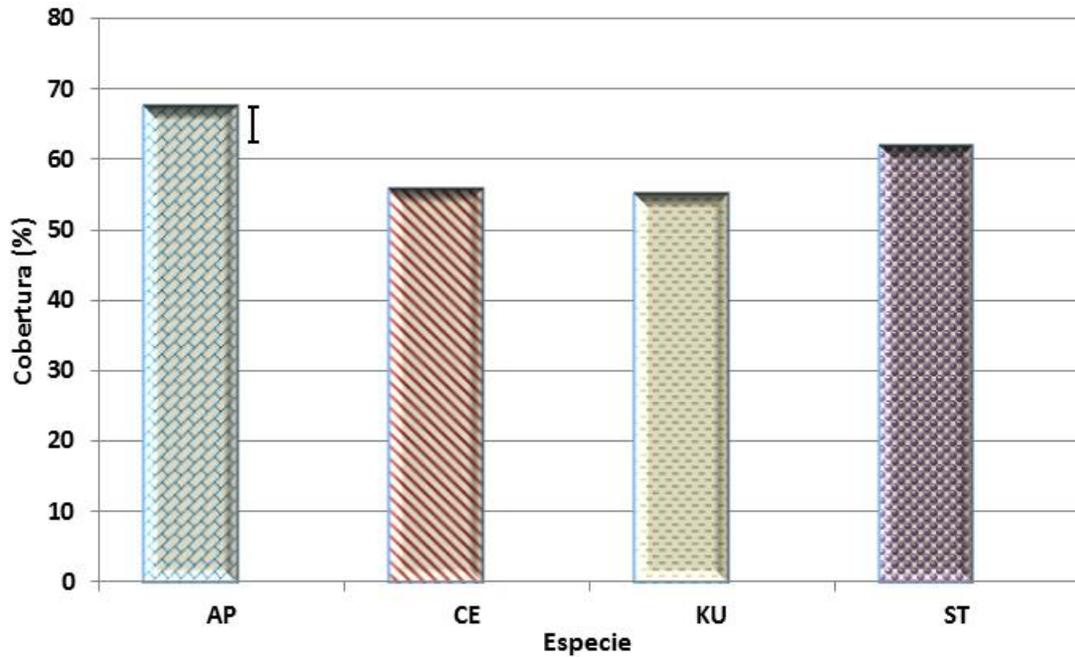


Figura 7. Cobertura promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. La barra representa la diferencia mínima significativa.

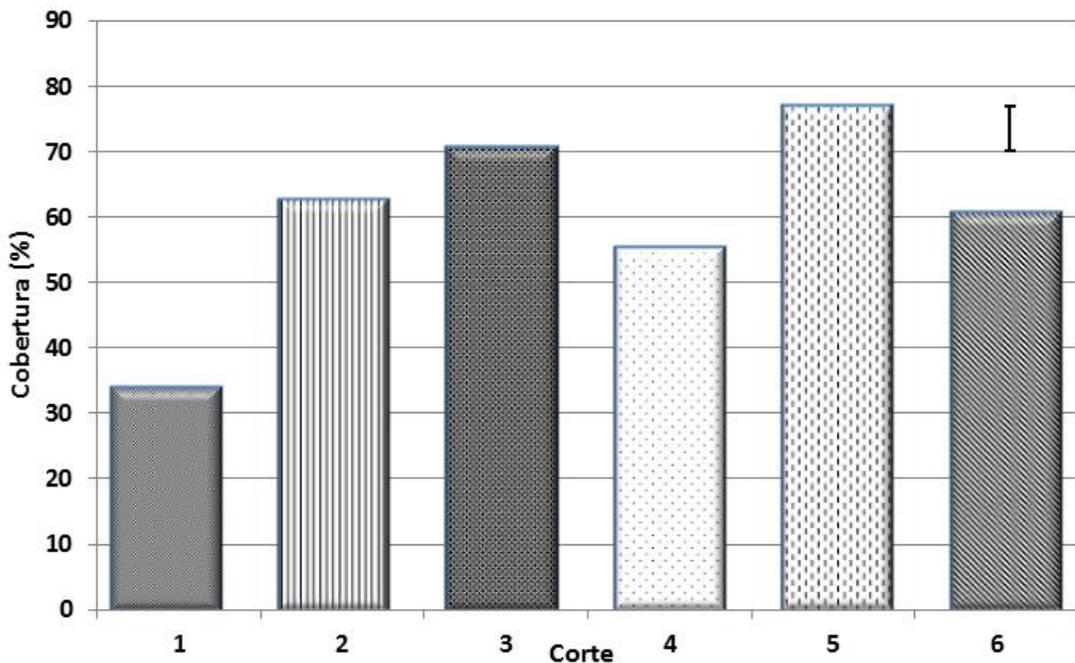


Figura 8. Cobertura de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.4 Rendimiento de materia seca (MS)

A través de los cortes, se observaron diferentes comportamientos entre las especies (Figura 9) para rendimiento de materia seca ($P < 0.024$). En el corte 1 y 2 el mayor rendimiento de materia seca fue similar para *Stylosanthes guianensis*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema macrocarpum*, en el corte 3, el *Centrosema macrocarpum* y *Stylosanthes guianensis* fueron las de mayor producción ($P < 0.0010$), en el corte 4, las especies con mayor producción fueron *Arachis pintoi* y *Centrosema macrocarpum* ($P < 0.0041$), en el corte 5, *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* fueron las especies con producciones más altas en materia seca ($P < 0.0017$), en el último corte, *Arachis pintoi*, *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* fueron la especies con la mayor producción de materia seca ($P < 0.0002$). En la mayoría de los cortes, el *Arachis p.* fue la leguminosa que menos rendimiento de materia seca presentó.

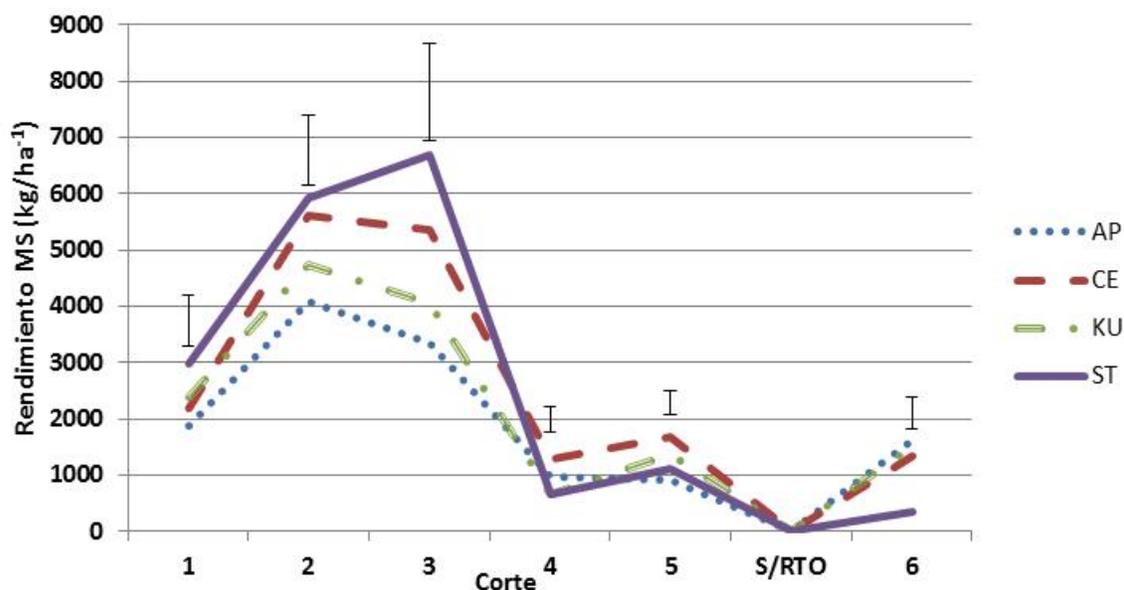


Figura 9. Rendimiento de materia seca por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*, **S/RTO** Sin rendimiento. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

Al hacer el análisis global, las especies presentaron diferente comportamiento ($P < 0.0001$) en producción de materia seca. En la Figura 10, se observa que las

especies con mayor producción de materia seca fueron *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum* que produjeron 2,953 y 2,910 kg/ha promedio por corte en el periodo evaluado. Hubo interacción entre especie por corte ($P < 0.0001$). En relación a los cortes donde se produjeron las mayores cantidades de materia seca fueron el 2 y 3 con producciones promedio de 5,085 y 4,868 kg/ha, respectivamente (Figura 11).

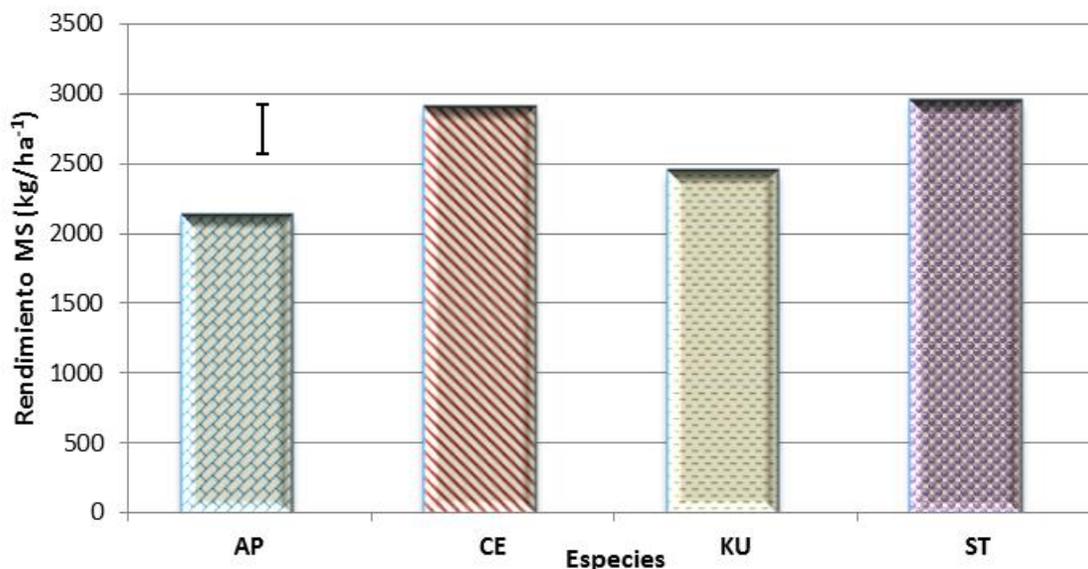


Figura 10. Rendimiento promedio de materia seca de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.5 Producción de hoja

La producción de hoja fue variable a través del periodo experimental (Figura 12). En los cortes 1, 2, y 6 no se encontraron diferencias entre especies ($P > 0.05$), más si en los cortes 3, 4 y 5 ($P < 0.05$). En el corte 3 las especies que más hoja produjeron fueron las especies *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*. En el corte 4 las especies con mayor producción fueron *Centrosema macrocarpum* y *Arachis pintoi*. Para el corte 5 *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* fueron las que más produjeron por unidad de superficie.

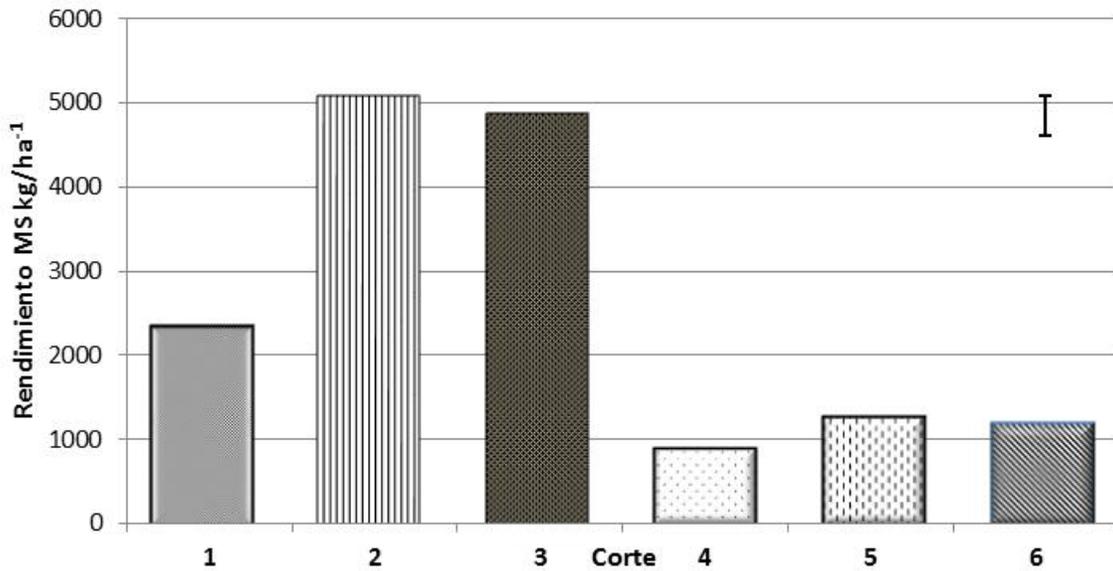


Figura 11. Rendimiento de materia seca de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. La barra representa la diferencia mínima significativa.

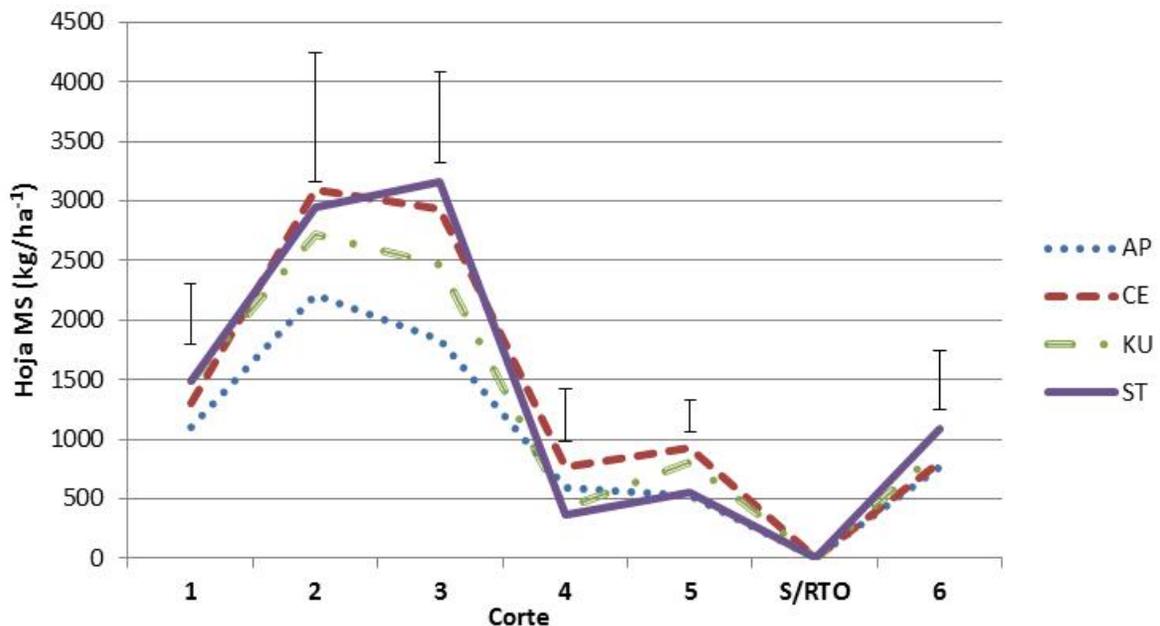


Figura 12. Producción de hoja por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pinto*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*, **S/RTO** Sin Rendimiento. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

El resultado promedio de producción de hoja incluyendo los datos de todo el ciclo fue diferente ($P < 0.0001$) entre especies (Figura 13). Las especies sobresalientes ($P \leq 0.05$) fueron *Centrosema macrocarpum*, *Stylosanthes guianensis* y *Pueraria phaseoloides*. En promedio, la especie con menor producción de hoja fue el *Arachis pintoii*. En relación a los cortes (Figura 14), estos fueron diferentes ($P < 0.05$). En los cortes 2 y 3 hubo mayor producción de hoja (2,741 kg y 2,597 kg ha⁻¹), respectivamente.

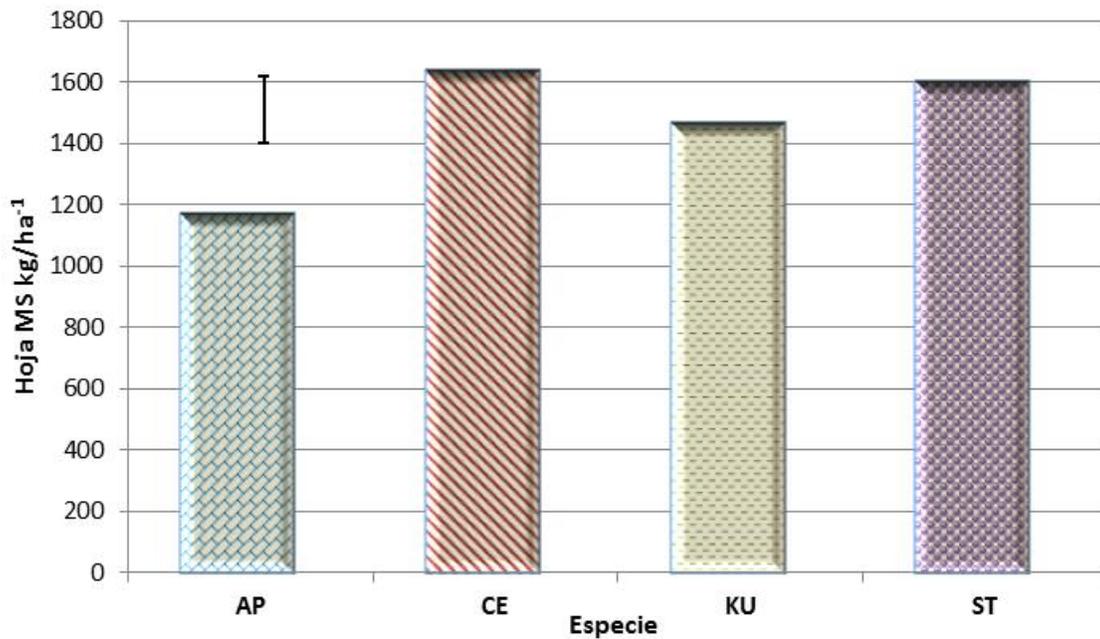


Figura 13. Producción de hoja promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. La barra representa la diferencia mínima significativa.

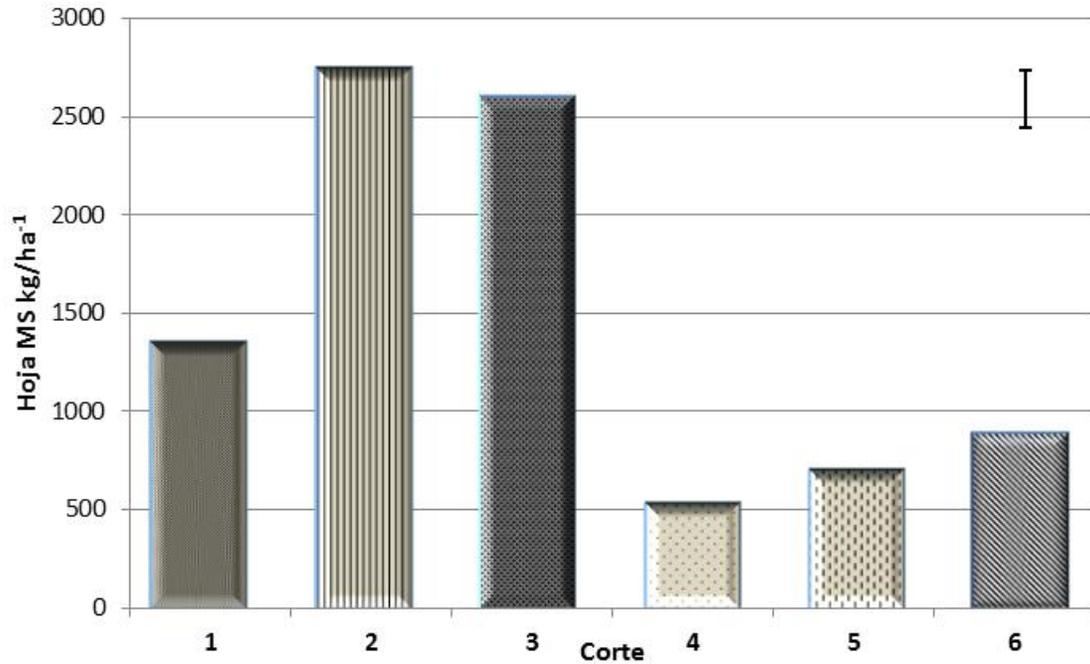


Figura 14. Producción de hoja de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (±)La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.6 Producción de tallo

La producción de tallo (Figura 15) entre especies fue fluctuante durante los cortes efectuados ($P < 0.01$). Hubo una predominancia de *Centrosema macrocarpum* y *Stylosanthes*. *Arachis pintoii* también mostró mayor proporción de tallo en el corte seis, lo que indica una interacción con la época del año. En general hubo una tendencia similar para las otras especies en el corte seis.

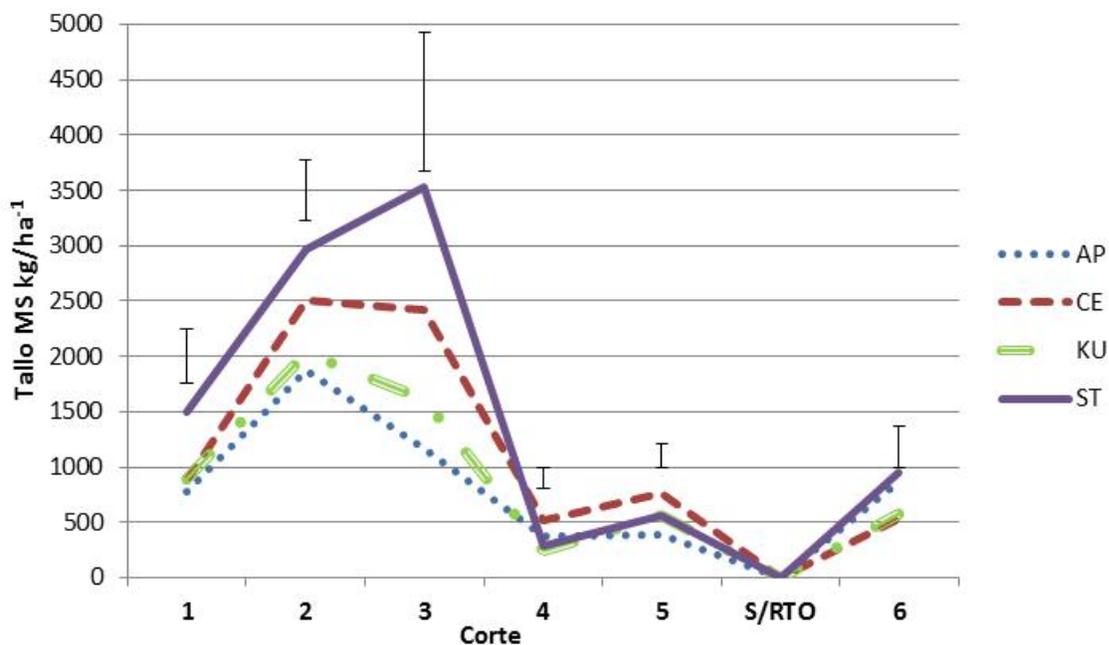


Figura 15. Producción de tallo por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pinto*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*, **S/RTO** Sin Rendimiento. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

El resultado promedio de la producción de tallo para todo el ciclo por corte se muestra en la Figura 16. Las especies tuvieron comportamiento diferente ($P < 0.001$), destacando en promedio *Stylosanthes guianensis* ($P \leq 0.05$) que fue la más productora de tallo y *Arachis pinto* con la menor producción de todas ellas.

En relación a los cortes, estos fueron diferentes en producción de tallo por unidad de superficie ($P < 0.001$). Los cortes 2 y 3 alcanzaron producciones de 2,344 y 2,182 kilogramos por hectárea respectivamente (Figura 17). Las mayores producciones se dieron en los cortes de primavera y verano, y las menores en otoño e invierno.

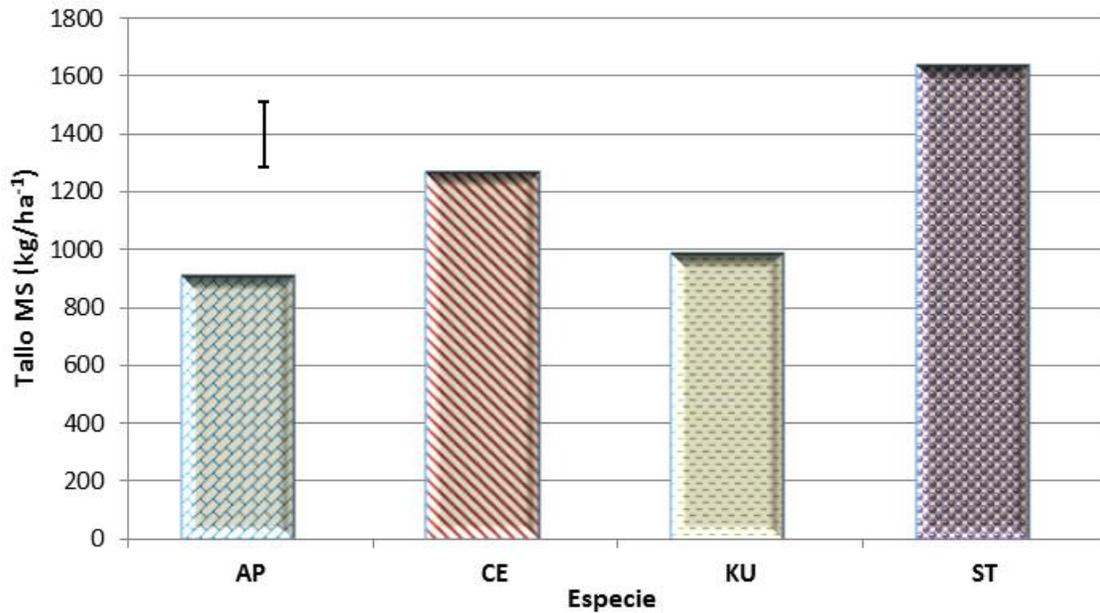


Figura 16. Producción de tallo promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoj*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa.

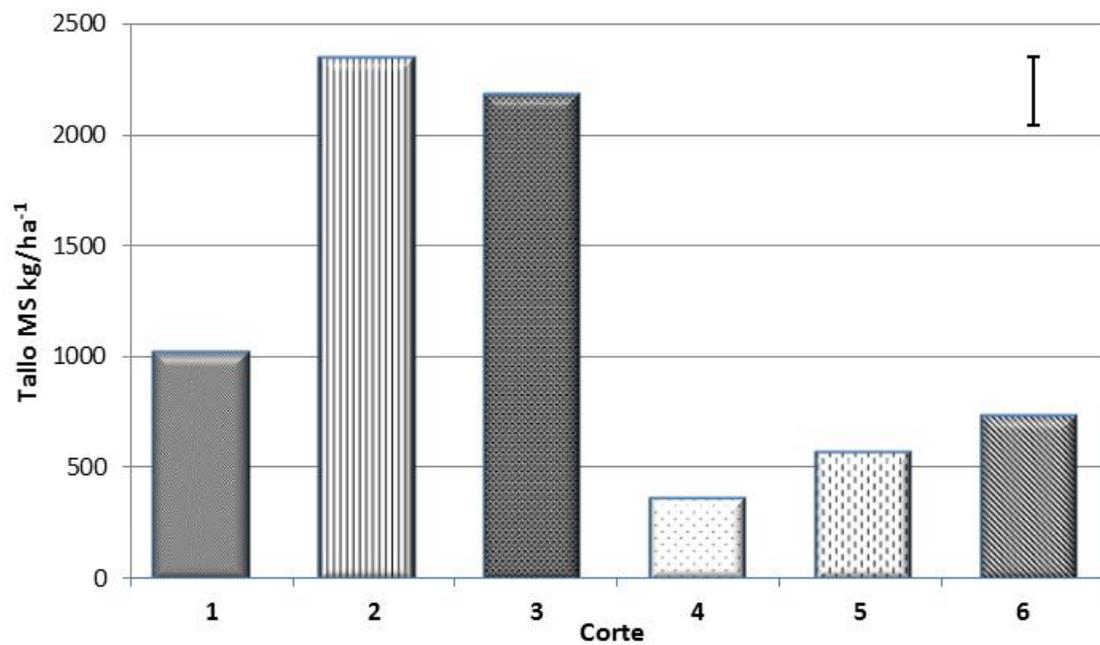


Figura 17. Producción de tallo de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.7 Relación hoja:tallo

En relación a la relación hoja/tallo (Figura 18), en los corte 1, 3 y 6 las especies mostraron diferencias ($P < 0.008$). *Stylosanthes guianensis*, presentó los valores más bajos y fue igualado en el corte 6 por *Arachis pintoi*.

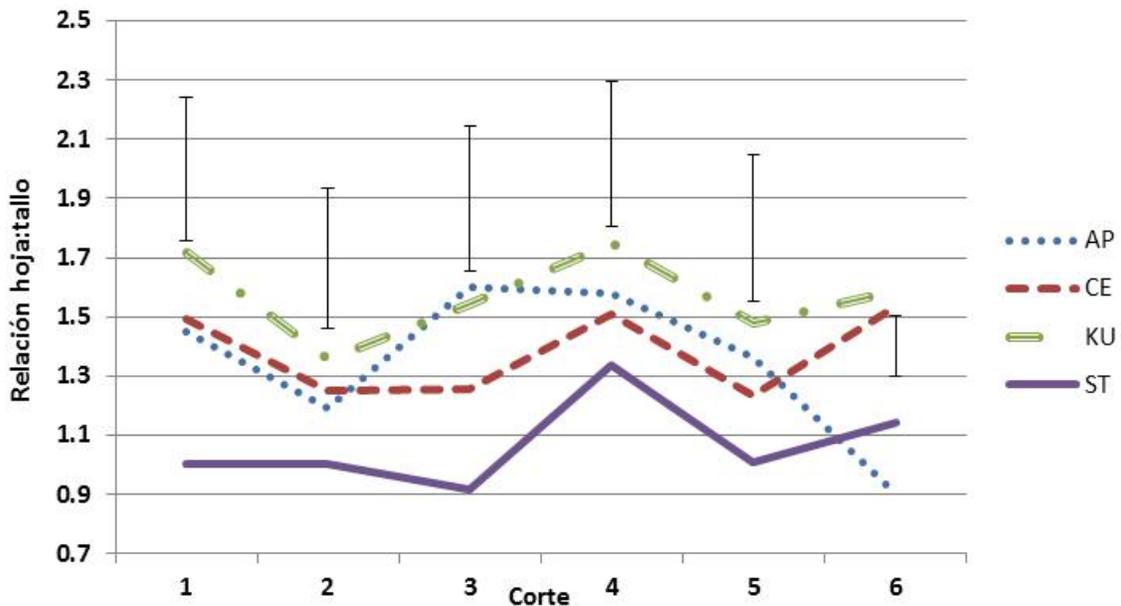


Figura 18. Relación hoja:tallo por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

En promedio, al hacer el análisis global, los resultados obtenidos para esta variable entre especies, fue diferente ($P < 0.0001$). La especie con la mejor relación hoja/tallo fue la *Pueraria phaseoloides* (Figura 19).

En relación a los cortes, el 1 y 4 presentaron las relaciones más altas con 1.5 y 1.4, respectivamente. Siendo las mayores diferencias durante el otoño y primavera (Figura 20).

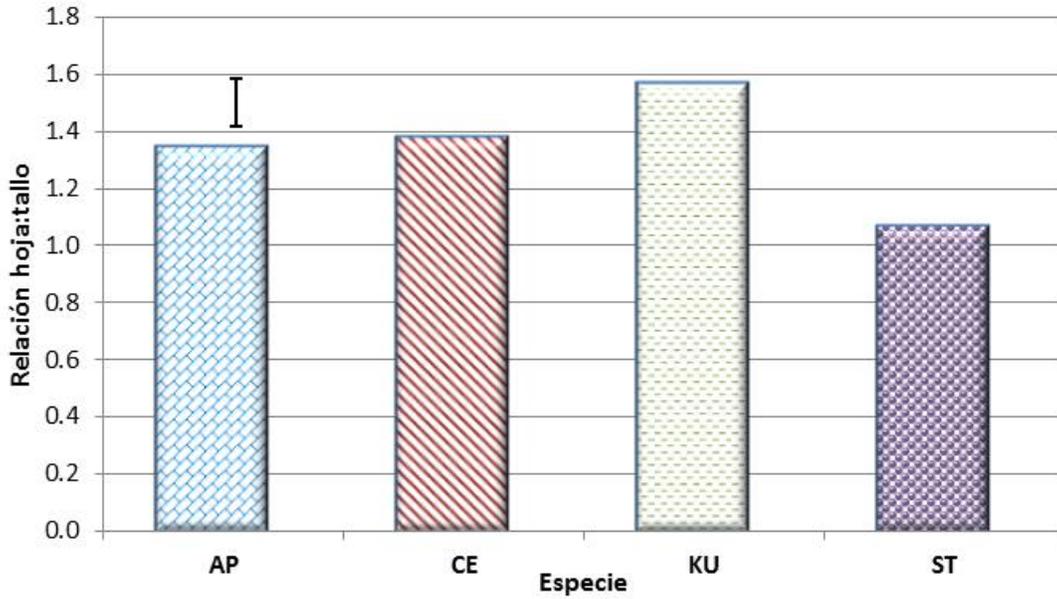


Figura 19. Relación de hoja:tallo promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoj*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa.

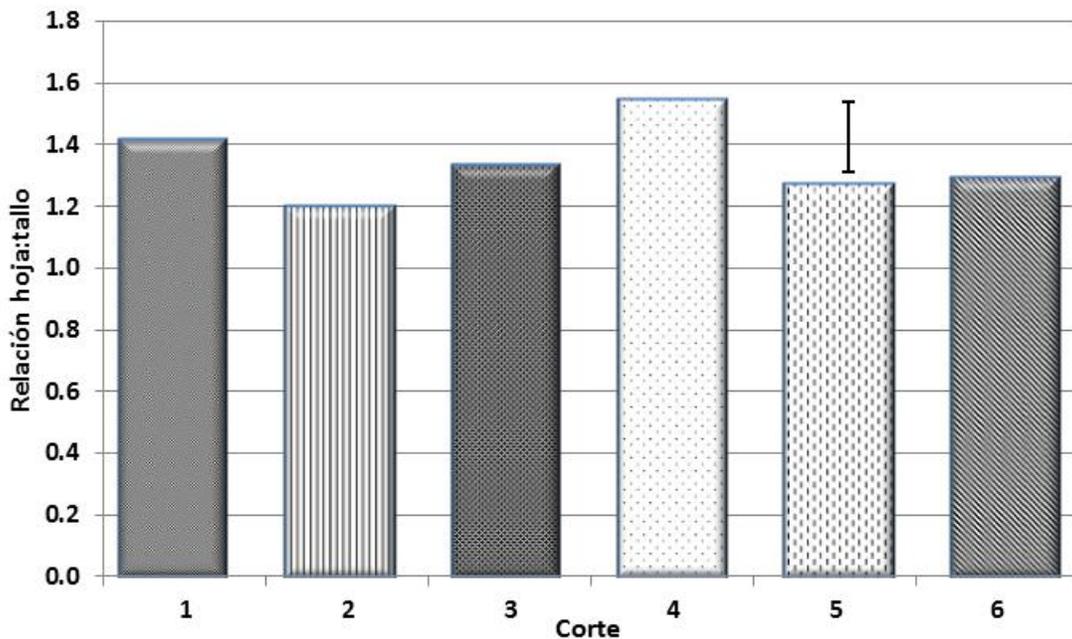


Figura 20. Relación de hoja:tallo de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa por corte.

4.8 Fibra detergente neutro (FDN)

El porcentaje de FDN de 4 leguminosas tropicales por corte se muestra en la Figura 21. Se encontraron diferencias entre especies ($P < 0.005$) en los cortes 1, 2, 3, 4 y 6. Esta diferencia estuvo básicamente dada por *Arachis pintoi*, especie que en general mantuvo los valores de FDN bajos, con excepción del corte 4 y del 6, donde *Stylosanthes guianensis* y *Pueraria phaseoloides* lo igualaron.

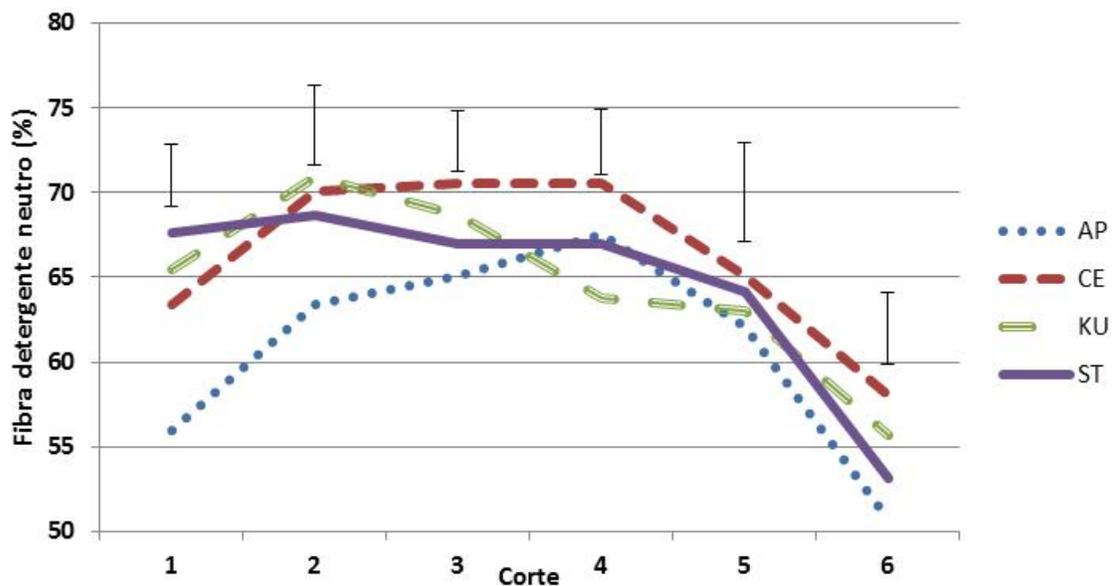


Figura 21. Porcentaje FDN por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

La FDN promedio por corte por especie, se muestra en la Figura 22. Las diferencias entre especies fueron claras ($P < 0.0001$). La especie con la mayor cantidad de FDN fue *Centrosema macrocarpum* que alcanzó un valor promedio por corte de 66.2% y la menor FDN fue *Arachis pintoi* con 60.8%. En relación a los cortes, los mayores porcentajes de FDN fueron para 2, 3 y 4, con porcentajes de 68.2%, 67.8% y 67.2% (Figura 23), respectivamente resultados que se dieron en verano y otoño.

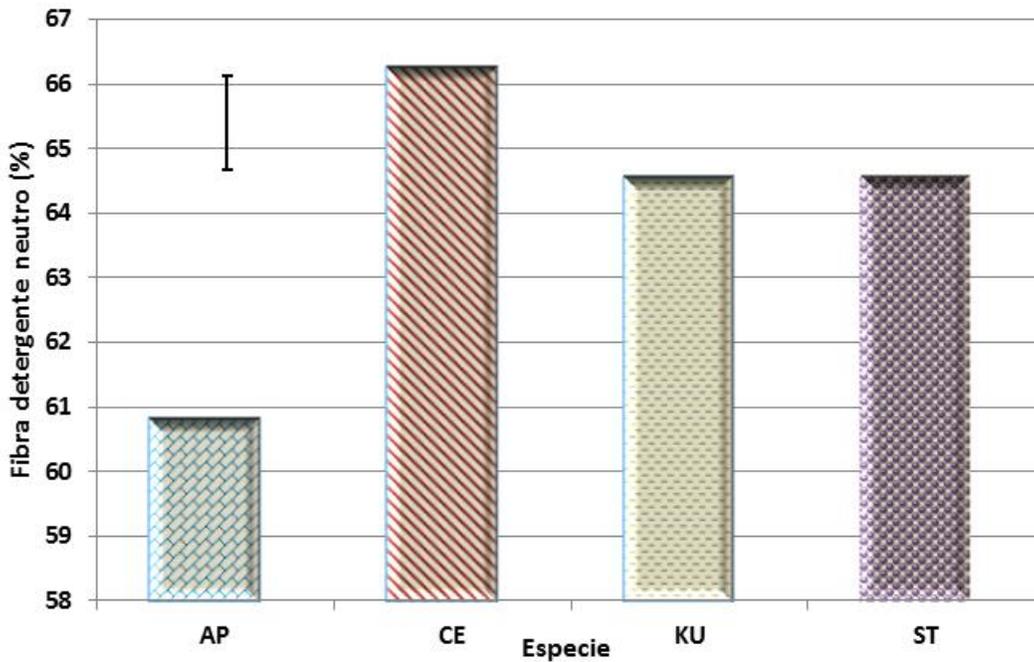


Figura 22. Porcentaje de FDN promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoj*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (x) La barra representa la diferencia mínima significativa.

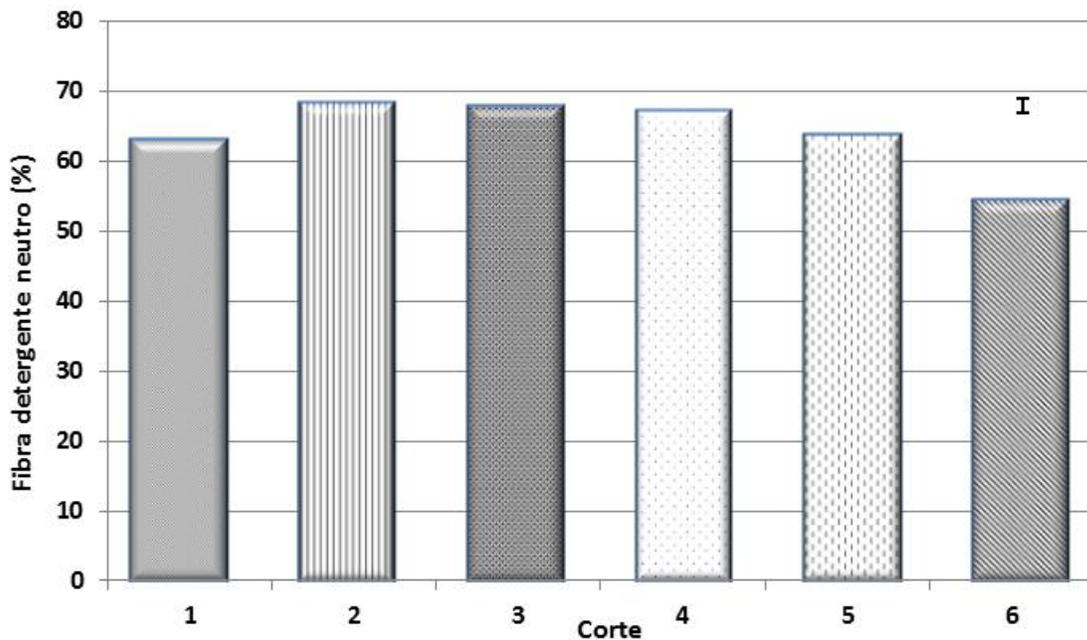


Figura 23. Porcentaje de FDN de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (x) La barra representa la diferencia mínima significativa por corte.

4.9 Fibra detergente ácido (FDA)

Se encontraron diferencias entre especies para esta variable ($P < 0.005$) en todos los cortes (Figura 24). *Arachis pintoii*, fue la especie que menor FDA tuvo. En promedio, esta especie alcanzó 35%. Entre cortes, los menores porcentajes de FDA fueron el último corte con 37% FDA y en el 5 con 41% (Figura 25).

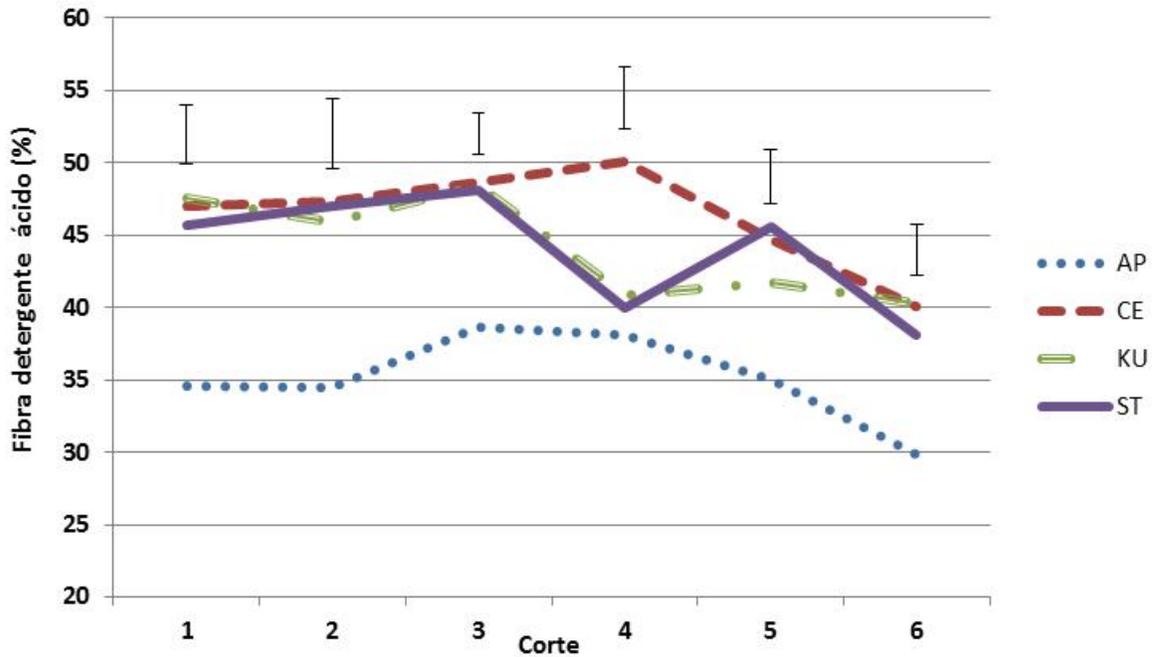


Figura 24. Porcentaje de FDA por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

La especie con la mayor cantidad de FDA fue el *Centrosema macrocarpum* que alcanzó un valor promedio por corte de 46.3% (Figura 25). En relación a los cortes el mayor porcentaje de FDA se reporta para el corte 3, con 45.9% (Figura 26).

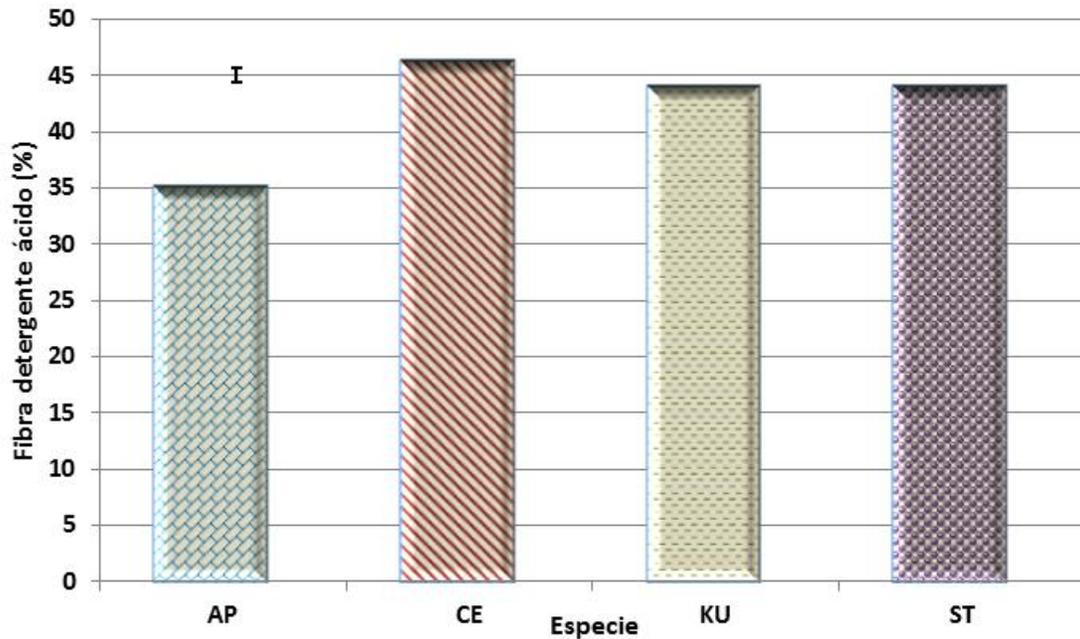


Figura 25. Porcentaje de FDA promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (x) La barra representa la diferencia mínima significativa.

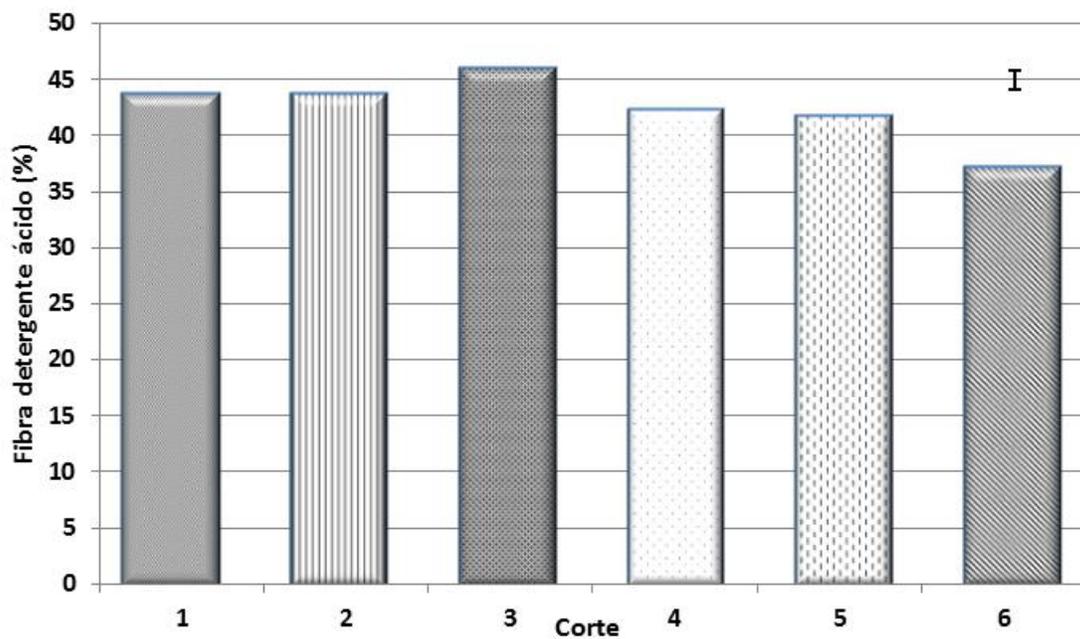


Figura 26. Porcentaje de FDA de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (x) La barra representa la diferencia mínima significativa por corte.

4.10 Digestibilidad *in vitro* (DIVMS)

Las especies fueron diferentes en digestibilidad ($P < 0.0001$) en cada uno de los cortes. *Arachis pintoi* en la mayoría de los cortes tuvo los valores más altos para digestibilidad, sólo igualado por *Stylosanthes guianensis* en el corte 1 y 4 (Figura 27).

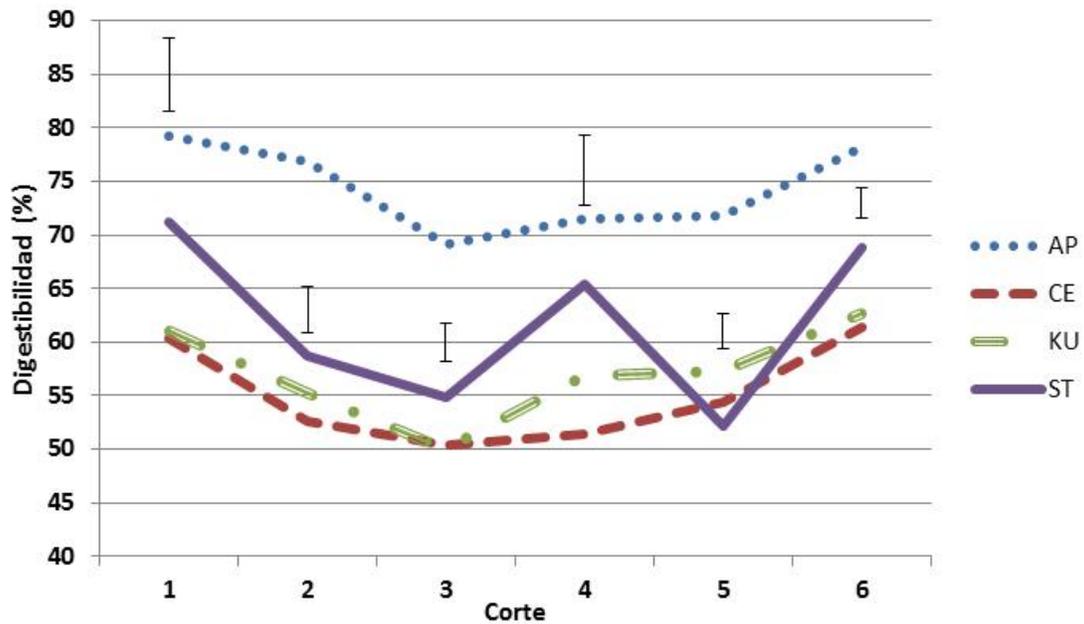


Figura 27. Digestibilidad *in vitro* por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

En el análisis conjunto, los resultados muestran que existieron diferentes comportamientos entre especies ($P < 0.0001$). *Arachis pintoi* alcanzó una digestibilidad promedio por corte de 74%, la cual fue más alta ($P \leq 0.05$) en relación a las demás especies (Figura 28). En lo referente a los cortes, las mejores digestibilidades fueron en los cortes 1 y 6, mientras que en el corte 3 se tuvo la menor digestibilidad (Figura 29).

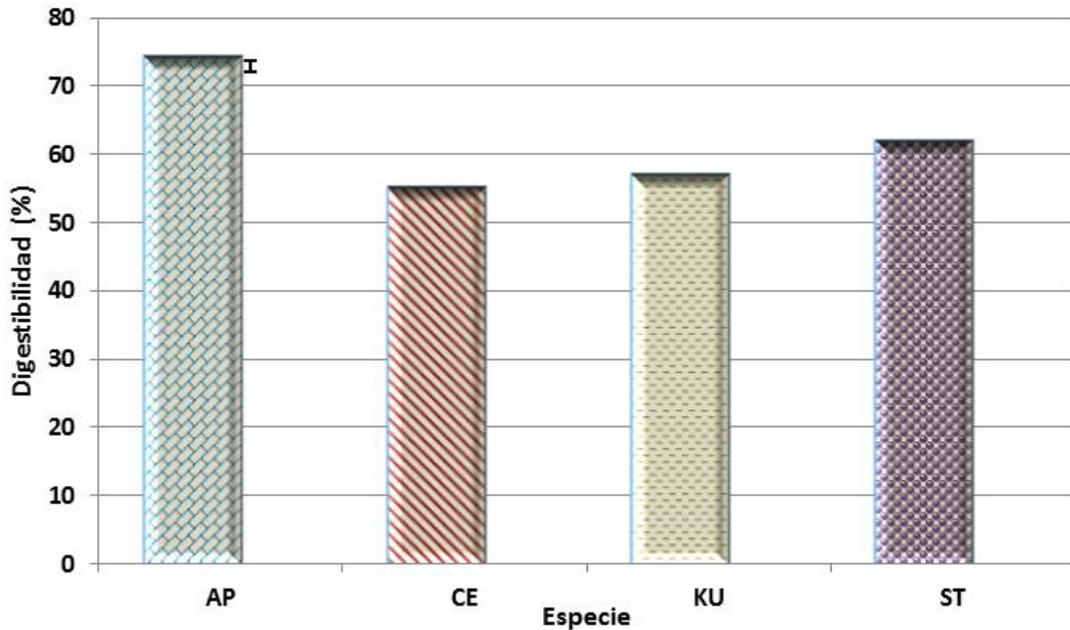


Figura 28. Porcentaje de digestibilidad *in vitro* promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (I) La barra representa la diferencia mínima significativa.

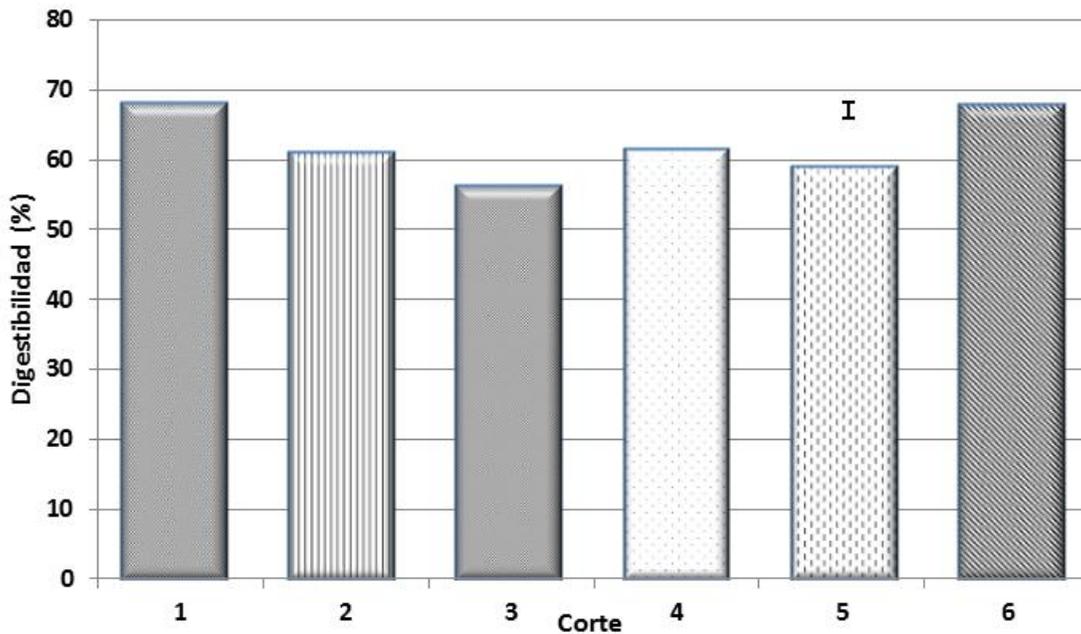


Figura 29. Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (I) La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.11 Proteína cruda (PC)

La concentración de PC fué diferente en los cortes del 2 al 5 ($P < 0.0022$), presentando valores más bajos *Pueraria phaseoloides* en la mayoría de ellos, sobresaliendo *Centrosema macrocarpum* en el corte 4 y *Arachis pintoii* junto con la especie anterior en el 5 (Figura 30).

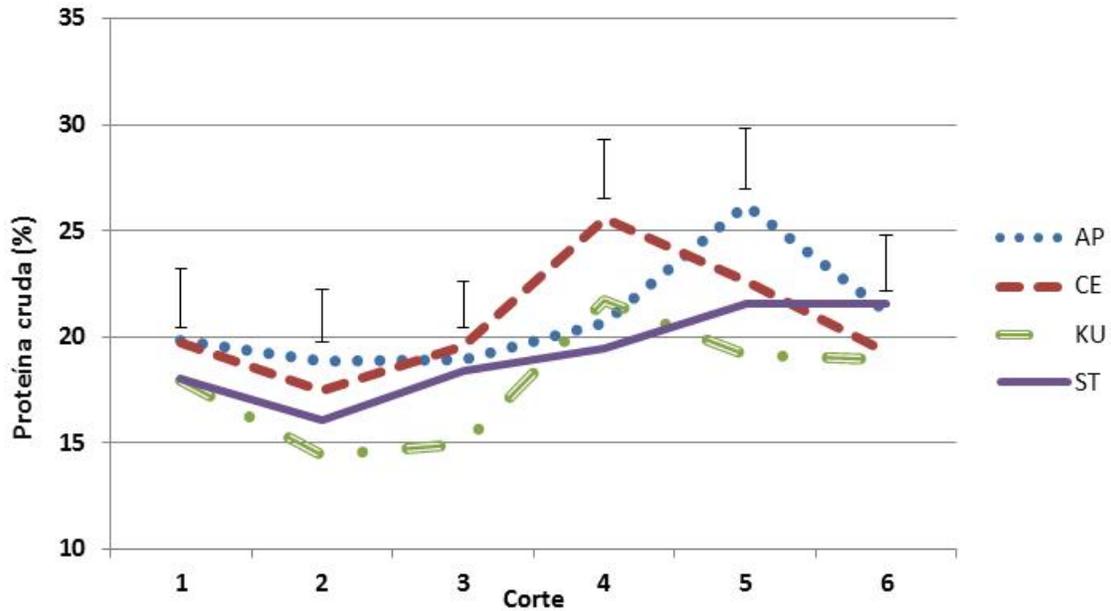


Figura 30. Porcentaje de proteína cruda por corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoii*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. Las barras representan la diferencia mínima significativa por corte.

En promedio las diferencias entre especies fueron contrastantes ($P < 0.0001$). Las especies con el mejor comportamiento fueron *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum* con 20.9% y 20.7% de proteína cruda, respectivamente, y la más baja fue *Pueraria phaseoloides* con 17.8% (Figura 31). Entre los cortes existió también diferencia ($P < 0.0001$), encontrándose la mayor cantidad de proteína en los cortes 5 y 4 con 22 y 21% (Figura 32).

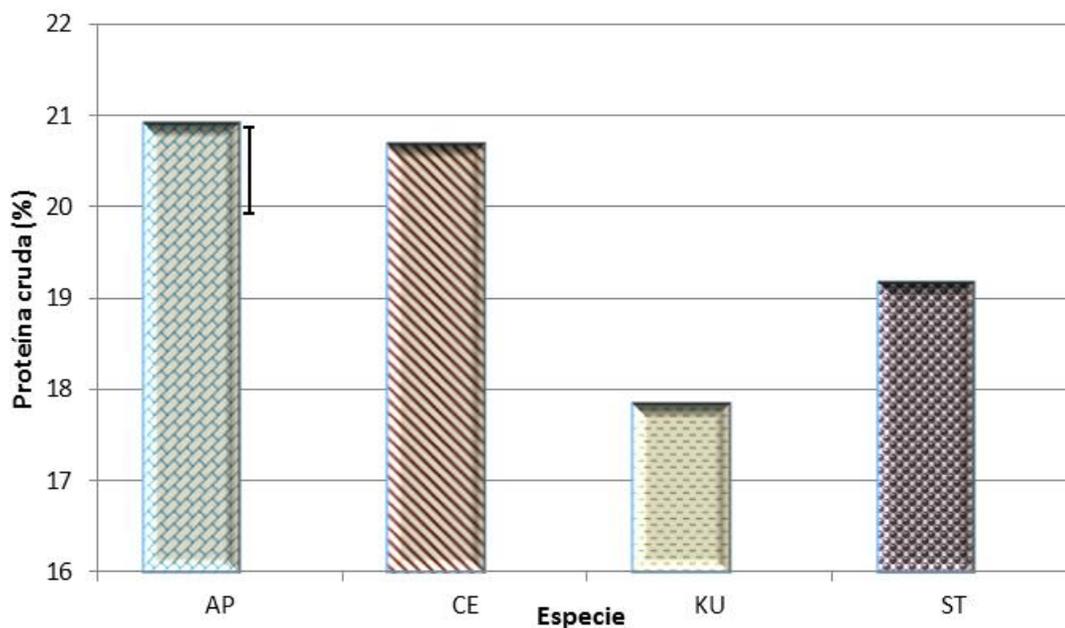


Figura 31. Porcentaje de proteína cruda promedio de seis cortes en cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. **AP** *Arachis pintoi*, **CE** *Centrosema macrocarpum*, **KU** *Pueraria phaseoloides*, **ST** *Stylosanthes guianensis*. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa.

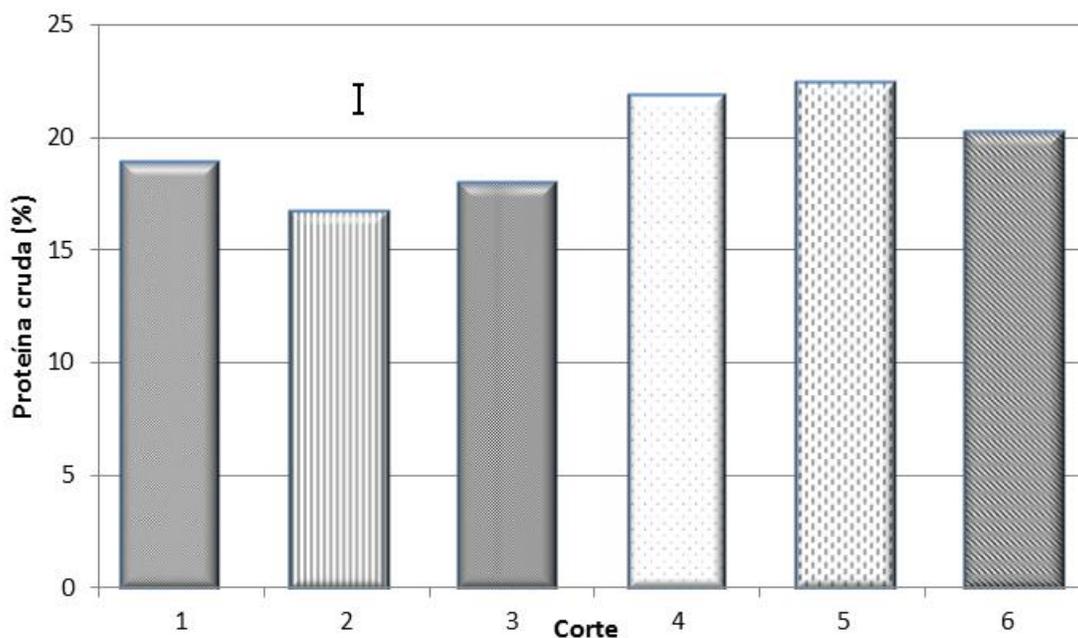


Figura 32. Porcentaje de proteína cruda de cada corte de cuatro leguminosas tropicales evaluadas en Hueytamalco, Pue. (■) La barra representa la diferencia mínima significativa.

4.12 Comparación de la materia seca con el porcentaje de la proteína cruda y la digestibilidad *in vitro*.

Al integrar la producción de la materia seca con los porcentajes de proteína y digestibilidad, se encuentra que *Arachis pintoi* aunque es la especie con mayor porcentaje de digestibilidad y contenido de proteína, su producción de la materia seca es baja en comparación con las demás especies estudiadas, siendo *Stylosanthes guianensis* la que mejor se comportó durante el tiempo evaluado (Figura 33).

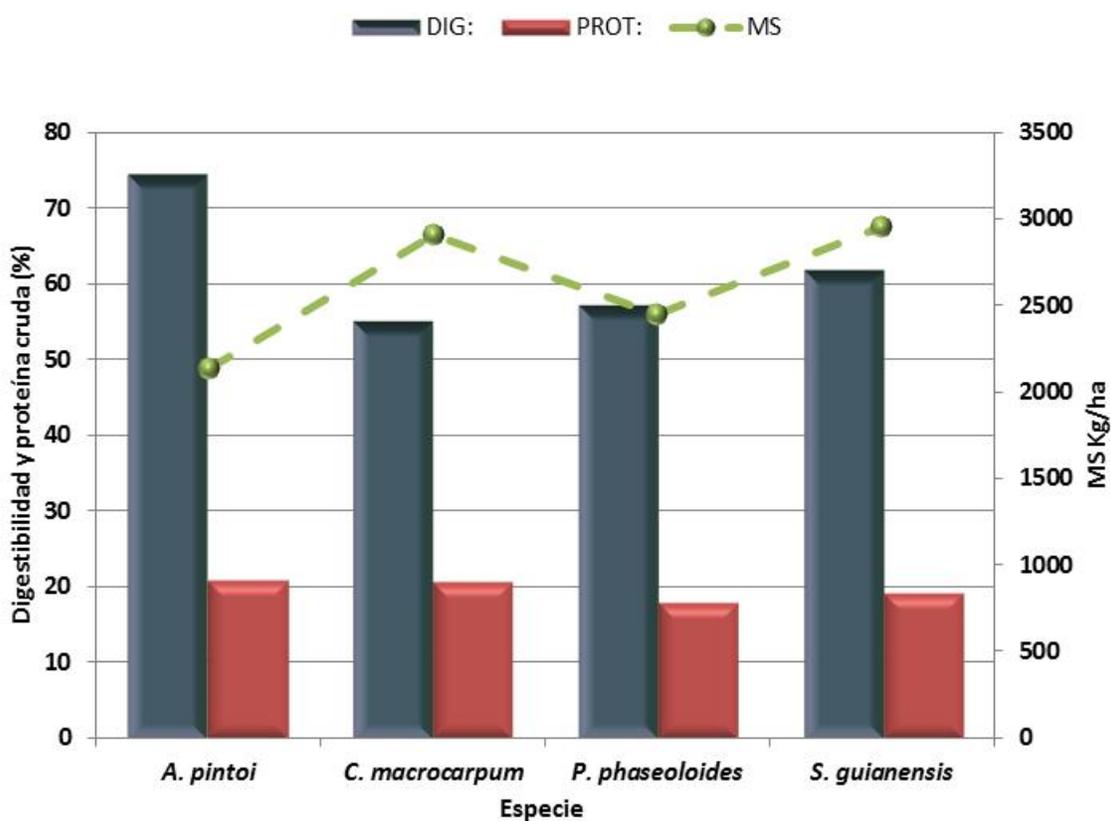


Figura 33. Comparación de la materia seca con el porcentaje de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de cuatro leguminosas tropicales.

4.13 Percepción de los productores en relación al conocimiento sobre las leguminosas

Los productores entrevistados tuvieron una edad promedio de 50 años con un intervalo de 22 a 73 años. Las edades menos presentes se ubicaron en un intervalo de 22 a 30 años, por lo que se considera una población madura (Figura 34A).

La actividad a la que se dedican los productores es básicamente ganadera y la llevan realizando entre 3 a 50 años (Figura 34B). El 41% tienen entre 11 y 20 años como ganaderos, y pocos (12%) con menos de 10 años. Poseen en promedio 21 hectáreas, y sólo el 12% tiene más de 40 hectáreas (Figura 34C). El número de personas que participan en los ranchos es de 1 hasta 9 (Figura 34D), predomina de 1 a 3 (55%) y en menor proporción (10%) de 7 a 9 participantes, en función de la mano de obra se considera que son explotaciones pequeñas.

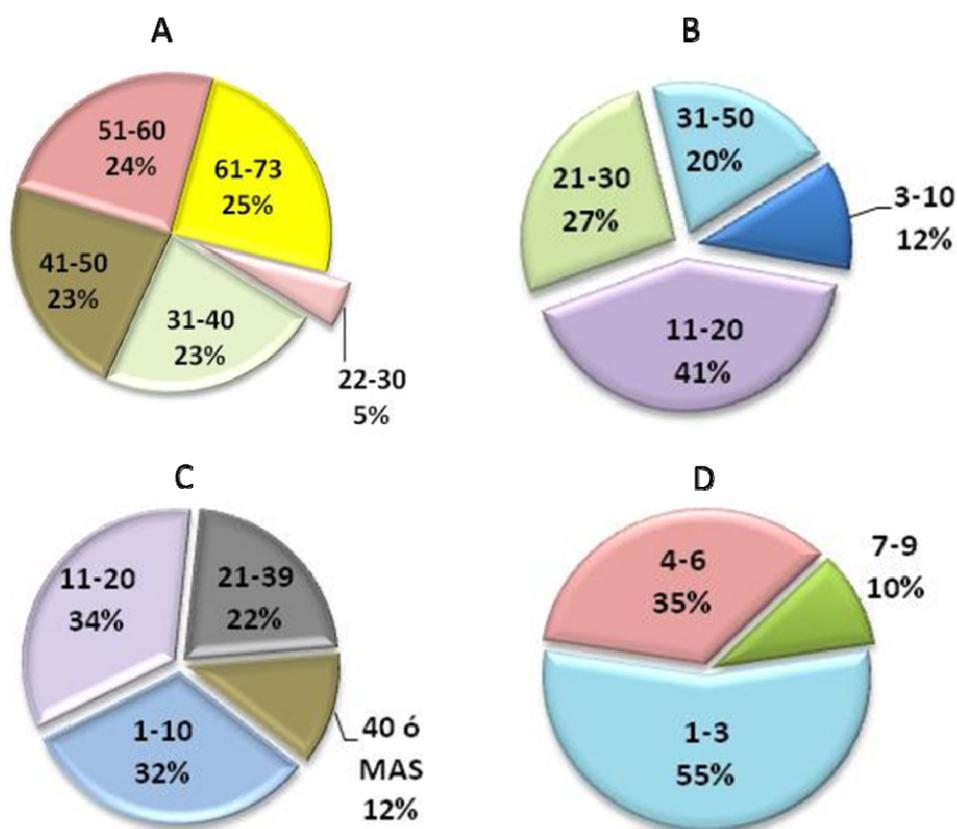


Figura 34. Edad de los productores (A), años en la actividad agropecuaria (B), porcentaje de hectáreas de las unidades de producción (C) número de personas que participan en las unidades de producción (D).

La finalidad de las explotaciones es la producción de bovinos doble propósito con el 96%. Está se caracteriza por la producción de leche y carne, combinando el ordeño con el amamantamiento de los becerros hasta el destete. Existen unidades que tiene doble propósito y solo una parte pequeña retiene los becerros (4%) para la engorda o finalización.

Las unidades de producción pecuarias muestreadas tienen diferentes razas de ganado. El 95% de ellas tienen cruza de razas europeo/cebuina (CZ) en diferentes grados de absorción, solo el 3% de las unidades cuentan con ganado puro de la raza Brahman, y el 2% cuenta con la craza Holstein/Cebú (HF/CB) especializada para la producción de leche (Figura 35A). El número de hembras en las unidad de producción va de 1 a más de 70, encontrándose la misma proporción en unidades que van de 1 a 20 y 21 a 40 (Figura 35B). En la mayoría de las explotaciones (82%) se cuenta con 2 sementales y sólo el 13% con 3 a 6 sementales (Figura 35C). En 48% de las unidades se cuenta con 10 crías (Figura 35D).

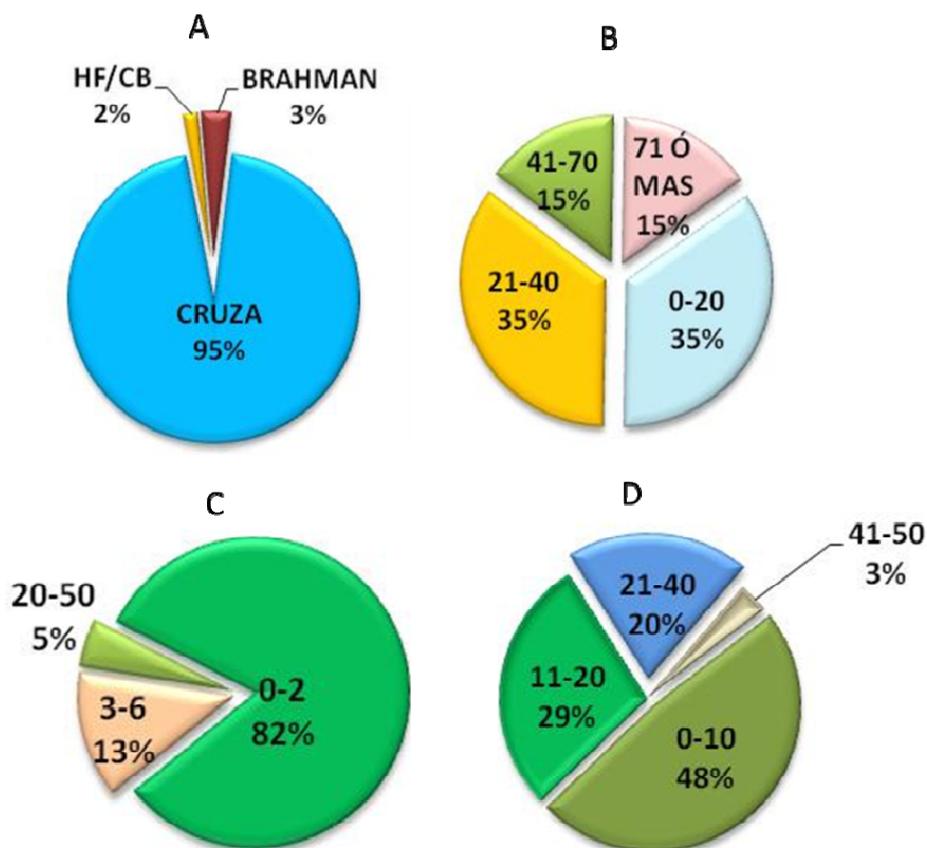


Figura 35. Razas (A), número de hembras (B), número de machos (C) y número de crías de las unidades en las unidades de producción (D) %.

En las explotaciones ganaderas existe una población de equinos (12%), distribuidos en 3% hembras, 7% machos y 2% crías (Figura 36), estos son utilizados principalmente como transporte, carga y tracción animal.

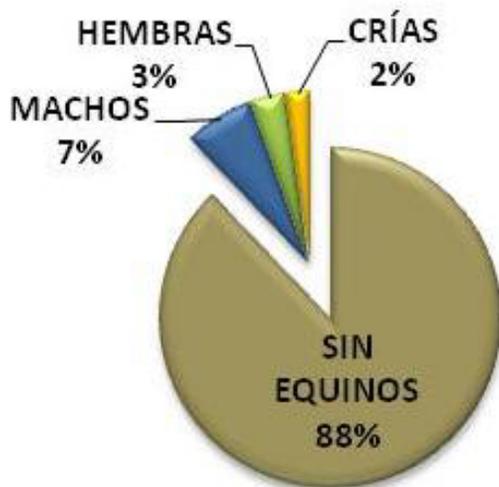


Figura 36. Porcentaje de explotaciones que cuentan con equinos y su composición por sexo.

Al cuestionar a los productores acerca de si ellos saben que algunas de las plantas que existen en sus potreros son leguminosas o si conocen alguna leguminosa de la región, el 70% de los productores comenta que lo único que conocen son los pastos de la región (Figura 37).

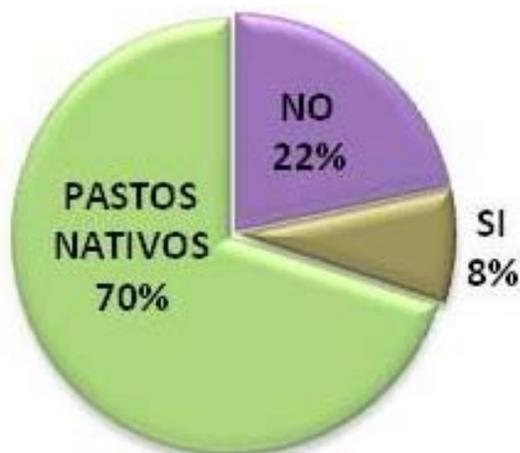


Figura 37. Conocimiento acerca de las leguminosas nativas (%).

El 92% de los productores entrevistados dice no conocer ninguna leguminosa forrajera, el 7% comenta conocer leguminosas pero de clima templado como lo son las alfalfas y el 1% conoce al *Arachis pintoi* como leguminosa tropical (Figura 38A). Los productores comentan que su mayor conocimiento es sobre pastos nativos y la única leguminosa nativa (Figura 38B) que conocen es el cocuite (*Gliricidia sepium*). El 8% que conoce alguna característica de las leguminosas y comentan saber que aportan alta proteína a la dieta de los animales (Figura 38C) y la a mayoría de los productores comentan no conocer algo acerca de las leguminosas y sus formas de aprovechamiento, el 7% los productores que comentaron tener algún conocimiento mencionaron que adquirieron este mediante la asistencia a días demostrativos y el 1% ha recibido algún asesoría sin especificar la fuente (Figura 38D).

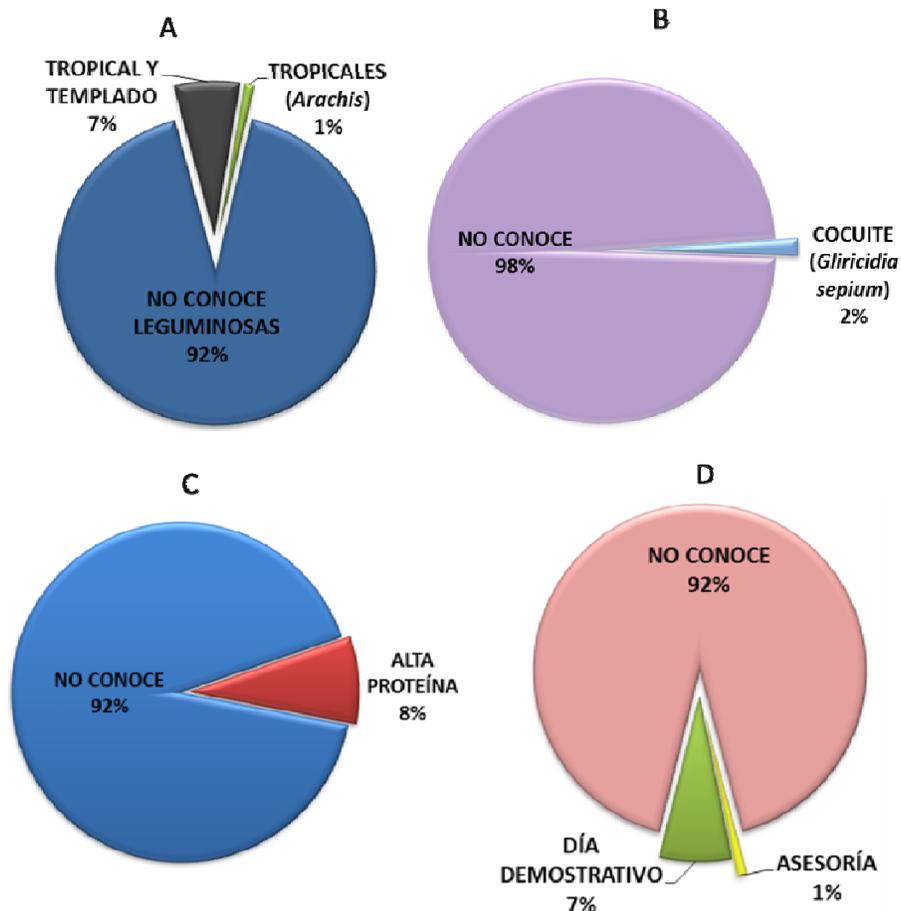


Figura 38. Conocimiento sobre leguminosas tropicales (A), sabe si existe alguna leguminosa en su unidad de producción (B), conoce alguna característica de estas (C) y donde adquirió información acerca de las leguminosas (D).

Al preguntar a los entrevistados que si alguno ha sembrado alguna leguminosa, el 100% respondió nunca haber sembrado. Al cuestionar por qué no han sembrado leguminosas, la respuesta más repetida fue, no conocemos como sembrarla (Figura 39A) y al mencionar cuales eran los motivos para no sembrar las leguminosas, fue el desconocimiento de las características o sus usos. Otro, es la falta de conocimiento en el aprovechamiento de ellas, y una parte menor, pero importante, es que para la zona lo único que se siembran son pastos y el conocimiento acerca de ellos se ha dado de generación en generación para condiciones de pastoreo (Figura 39B).

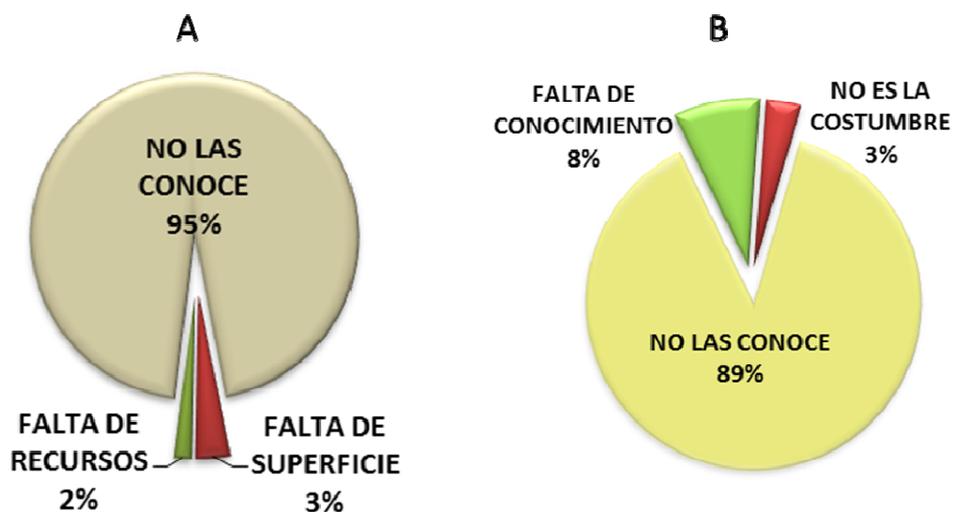


Figura 39. Razones por las cuales los productores no introducen leguminosas y no las siembran en sus unidades de producción (A), y no las siembran en sus unidades de producción.

El resultado muestra, que al preguntar a los productores si estarían dispuestos a sembrar alguna leguminosa tropical, el 82% respondió que sí está dispuesto. También se preguntó que necesitan para sembrar leguminosas forrajeras, la respuesta más repetida (55%) fue la necesidad de contar con la asesoría de personal con conocimiento para establecerlas, el 25% espera apoyo de gobierno para establecer leguminosas en sus terrenos, el 11% no establecería leguminosas y el 2% no las sembraría por no poseer superficie para ello (Figura 40).



Figura 40. Aptitudes para que el productor establezca leguminosas en las unidades pecuarias.

Los productores desconocen que es un banco de proteína y la forma de utilización. También la gran mayoría (97%) coincide en que no conocen algún cuidado para pastorear en las leguminosas establecidas.

Las características con las que deberían contar las leguminosas para poder introducirla a la unidad de producción, los productores expresaron (Figura 41) que debe ser buena forrajera, que la consuma el ganado, que se adapte bien al clima y que se recupere rápido del pastoreo; el 7% mencionó no saber.

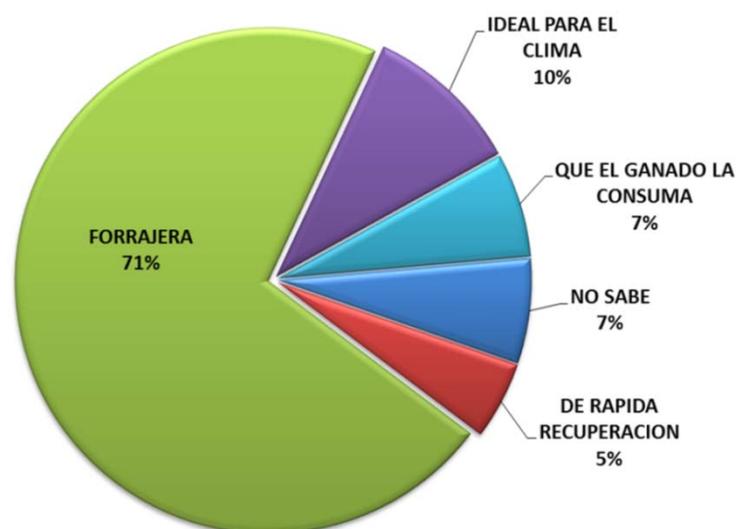


Figura 41. Características que deben tener las leguminosas para poder ser introducidas.

Una de las oportunidades para apoyar los sistemas de producción en condiciones tropicales, es contar con leguminosas más estudiadas en clima templado, como lo es la alfalfa, motivo por lo cual se le cuestionó al productor si le gustaría que hubiese alfalfa para clima tropical (Figura 42).

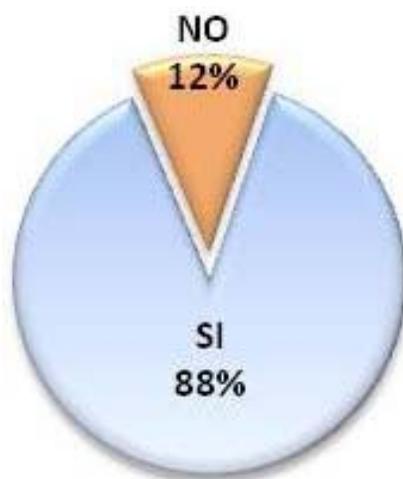


Figura 42. Aceptación a la existencia de alfalfa para condiciones tropicales.

V. DISCUSIÓN

5.1 *Arachis pinto*

El rendimiento de materia seca de *Arachis pinto* reportado en varias investigaciones se encuentra en el intervalo de 3,700 a 13,000 kg MS/ha/año (Argel, 1989; Hernández *et al.*, 1990; Pizarro y Rincón, 1995; Peters *et al.*, 2000; Rincón, 2001; Cab *et al.*, 2008; González y Chow, 2008). El amplio intervalo en producción en ésta especie se debe a que se han probado diferentes ecotipos y variedades, además de diferencias en precipitación acumulada y fertilidad de suelo. El resultado encontrado en la presente investigación fue de 12,826 kg MS/ha/año el cual se encuentra dentro del intervalo reportado. Cabe hacer notar que las condiciones ambientales del sitio donde se estableció esta especie son propicias para su cultivo.

En cuanto a la calidad nutritiva para *A. pinto*, en FDN se reporta un intervalo de 51.6 a 67.2% y para FDA de 36.2 a 40.9% (WingChing y Rojas, 2006; Nieves *et al.*, 2008). En la presente investigación el resultado encontrado para FDN fue de 60.8% y para FDA de 35.1%, resultados que se encuentran dentro o muy cercanos a los reportados. En digestibilidad se reportan valores entre 73 al 81% (WingChing y Rojas, 2006), intervalo en el que se situó el valor de digestibilidad que se encontró en la presente investigación el cual fue de 74.4% y que concuerda con la frecuencia de corte a 56 días que WingChing y Rojas (2006). En proteína cruda, el intervalo reportado va del 16.6 al 24.2% (Cárdenas *et al.*, 1999; Rincón, 1999; Rojas-Bourrillón *et al.*, 1999; Conejo, 2002; Avellaneda-Cevallos *et al.*, 2006; WingChing y Rojas, 2006; Nieves *et al.*, 2008), datos reportados para una frecuencia de corte entre 21 a 84 días. En la presente investigación los resultados para PC fueron de 20.9% concordando con los resultados que obtuvieron (WingChing y Rojas, 2006) a 56 días y (Nieves *et al.*, 2008) a 45 días.

5.2 *Centrosema macrocarpum*

El rendimiento de materia seca de *Centrosema macrocarpum* reportado en varias investigaciones se encuentra en el intervalo de los 4,100 a 19,194 kg MS/ha/año (Suarez *et al.*, 1985; Roig, 1989; Ramos-Santana y Tergas, 1990; Pírela-León *et al.*, 1997; Arévalo *et al.*, 2003; Sosa *et al.*, 2008). El resultado encontrado en la presente investigación fue de 17,462 kg MS/ha/año, que se sitúa dentro del intervalo reportado. El bajo valor reportado por Arévalo *et al.* (2003) se deriva en suelos ácidos muy degradados con nula fertilización, aunque la precipitación fue relativamente buena. En cuanto a la calidad nutritiva de esta especie no se tuvo información de referencia. Se encontró en la presente investigación un promedio para FDN de 66.3% y para la FDA un promedio de 46.3%. Para digestibilidad se reporta un intervalo de 43 a 73% (CIAT, 1984; Villaquirán y Lascano, 1986; Villarreal, 1994; Schultze-Kraft *et al.*, 1997). Estos resultados fueron encontrados a frecuencias de corte en un intervalo de 21 a 84 días, lo que puede explicar dicha variación. El valor encontrado de digestibilidad en la presente investigación fue de 55.1%, ubicándose dentro del intervalo reportado, así como para la frecuencia de corte. Para proteína cruda se reporta un intervalo de 18.0 a 26.4% (CIAT, 1984; Villaquirán y Lascano, 1986; Villarreal, 1994; Schultze-Kraft *et al.*, 1997). Los datos más bajos de PC fueron reportados por (Villarreal, 1994) al probar 4 accesiones del CIAT y obteniendo los valores más bajos en cortes a 84 días. En la presente investigación los resultados encontrados fueron de 20.7%, valor aceptable y comparable con lo reportado por los diferentes autores citados.

5.3 *Pueraria phaseoloides*

La producción de materia seca reportada en varias investigaciones para esta especie se encuentran en el intervalo de 5,812 a 19,050 kg MS/ha/año (Dias Filho y Serrão, 1982; Suarez *et al.*, 1985; Roig, 1989; Abaunza *et al.*, 1991; Pérez *et al.*, 2001a; Nascimento y da Silva, 2004; Padua *et al.*, 2006). El resultado encontrado en la

presente investigación fue de 14,704 kg MS/ha, el cual se encuentra próximo al valor superior reportado en la literatura. El valor más bajo reportado fue por Dias Filho y Serrão (1982) quienes sembraron en suelo ácido si fertilizar y con deficiencias de fósforo. El valor más alto fue reportado por Pérez *et al.* (2001a) quien sembró en un suelo de pH neutro y realizó frecuencia de corte a 35 días. En cuanto a la calidad nutritiva de esta especie, se reportan para FDN un intervalo de 51.5 a 68.4% (Ruiloba, 1990; Villarreal, 1994; Pérez *et al.*, 2001a; Nascimento y da Silva, 2004; Padua *et al.*, 2006). En el presente trabajo el valor encontrado fue de 64.5%, que concuerda con (Padua *et al.*, 2006). Para la FDA los valores reportados en otras investigaciones se encuentran en el intervalo de 39.4 a 42.6% (Nascimento y da Silva, 2004; Padua *et al.*, 2006). El valor encontrado en la presente investigación fue de 44.1%, siendo superior a lo reportado. En relación a la digestibilidad los valores reportados se encuentran en el intervalo de 42.2 a 62% (Ruiloba, 1990; Abaunza *et al.*, 1991; Villarreal, 1994; Pérez *et al.*, 2001a; Nascimento y da Silva, 2004; Padua *et al.*, 2006), en el presente trabajo la digestibilidad fue de 57.1%, resultado que se encontró ubicado en el intervalo reportado. En proteína cruda lo reportado en otras investigaciones se encuentra entre 13 a 28% (Abaunza, 1982; Ruiloba, 1990; Abaunza *et al.*, 1991; Villarreal, 1994; Pérez *et al.*, 2001a; Cardona *et al.*, 2002; Nascimento y da Silva, 2004; Padua *et al.*, 2006), resultados que han sido obtenidos con frecuencias de corte entre 21 a 84 días. El valor encontrado en la presente investigación fue de 17.8%, valor aceptable, si se compara con lo reportado por otros autores.

5.4 *Stylosanthes guianensis*

La producción de materia seca para esta especie de acuerdo a varios autores se encuentra en el intervalo de 6,661 a 16,816 kg MS/ha/año (Argel, 1989; Roig, 1989; Ciotti *et al.*, 1995; Ciotti *et al.*, 2002; Ciotti *et al.*, 2003; Tomei *et al.*, 2005). El valor más bajo fue reportado por Ciotti *et al.* (2002), quienes comentan que dicho valor se debieron a que los cortes fueron con frecuencias a los 45 días. El valor más alto fue reportado por Tomei *et al.* (2005) quienes establecieron en un clima subtropical

húmedo, con inviernos benignos y una precipitación promedio de 1800 mm, en un suelo de pH de 5.9. El valor encontrado en la presente investigación fue de 17,723 kg MS/ha/año.

En cuanto a calidad nutritiva de esta especie, se reporta para FDN un intervalo de 47.5 a 63.7% (Ladeira *et al.*, 2001; Domingo *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010), en el presente trabajo la FDN fue de 64.6%, siendo mayor a lo reportado. Para la FDA se reportan valores entre 33.3 a 50.1% (Ladeira *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010); para la presente investigación la FDA promedio fue de 44.0%, encontrándose en el intervalo reportado. Abaunza *et al.* (1991) reportan una digestibilidad *in vitro* de 60.8%; en el presente trabajo se obtuvo 61.9%, resultado similar a los autores previamente citados. En proteína cruda el intervalo que se reporta va de 9.8 a 24% en frecuencias de corte entre los 21 a 180 días (Abaunza, 1982; Abaunza *et al.*, 1991; Ciotti *et al.*, 1995; Ladeira *et al.*, 2001; Ciotti *et al.*, 2002; Ciotti *et al.*, 2003; Domingo *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010). Los datos más bajos de PC fueron reportados por (Ladeira *et al.*, 2001) probablemente porque el corte para la determinación fue realizado al 50% de floración. En la presente investigación fue de 21.5% el cual se encuentra dentro del intervalo reportado.

5.5 Percepción de los productores hacia la introducción de una especie de leguminosa forrajera en las explotaciones pecuarias

En los sistemas de producción animal del trópico el eslabón principal es el productor por las decisiones que toman en los recursos forrajeros a utilizar, el tipo de ganado a producir, venta y consumo de sus productos generados (Rivas, 2002). Se detecta que los productores (82%) están dispuestos a introducir en sus sistemas de producción cualquier leguminosa, lo que habla de la idea de cambiar los sistemas tradicionalistas. Martínez-García *et al.* (2010) comentan que la adopción, no está influida por el grado académico ni por los años en la actividad, tal y como se demostró en este estudio, ya que aun cuando existe un amplio intervalo en edades y años en la actividad, no existe negación por parte de los productores a probar las leguminosas. Hernández-Castro *et al.* (2008) comentan que la edad y superficies pequeñas influyen en la decisión de

adoptar una tecnología, lo cual contrasta con los resultados obtenidos en esta investigación ya que ni la edad ni la superficie fue motivo para rechazar la siembra de leguminosas.

El motivo por el cual los productores no siembran las leguminosas en sus unidades de producción son por falta de recursos financieros, puesto que requieren de apoyo de fuentes de financiamiento. Adicionalmente, las creencias y costumbres (desconocimiento de las especies), así como las particularidades de la unidad de producción (disponibilidad de superficie), influyen en que se lleve a cabo la adopción como lo menciona Rivera y Romero (2003) y Amaro *et al.* (2007).

Los productores están dispuestos a introducir nuevas tecnologías siempre y cuando estas proporcionen soluciones integrales a sus problemas (Castillo-Musito *et al.*, 2004). Por ejemplo, dado que las leguminosas fijan nitrógeno al suelo y proporcionan mayor cantidad de proteína al animal, las hace factibles de ser utilizadas en los sistemas de producción, esto concuerda con lo mencionado por los productores entrevistados, los cuales desean que las especies a introducir sean de alta producción y la consuman los animales.

Mientras más información se tenga sobre una determinada tecnología existe menor incertidumbre lo que podría influir en la rápida adopción de ésta (Monardes *et al.*, 1990). En este trabajo el 92% de los productores comenta no tener conocimiento de las leguminosas y su forma de utilización, lo cual según Monardes *et al.*, (1990) puede influir para la pronta adopción.

Rivera y Romero (2003) explican que los mejores medios para la transferencia de tecnología son las parcelas demostrativas, la asistencia técnica y la investigación en la parcela del productor, así lo demuestra el pequeño porcentaje que tuvo acceso a algún medio de difusión en los que hubo días demostrativos y asesorías brindadas.

Es posible que los procesos de adopción de tecnologías forrajeras sean métodos complejos y lentos en el tiempo. La decisión de adoptar algún nuevo material involucra una supervisión constante de los mismos en temporadas tempranas para asegurar el éxito de los productores (Rivas y Holmann, 1999).

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la mayor producción de materia seca la tuvieron *Stylosanthes guianensis* y *Centrosema macrocarpum* con 17,723 y 17,462 kg ha/año, respectivamente. Mientras que *Arachis pintoii* fue la especie que menor cantidad de materia seca produjo (12,826 kg/ha/año). *Arachis pintoii* tuvo una digestibilidad *in vitro* de 73%, que resultó ser mayor a las demás especies por presentar mayor proporción de hoja. La especie con menor digestibilidad fue *Centrosema macrocarpum* con 55%. Las especies que tuvieron la mejor cantidad de proteína cruda fueron *Arachis pintoii* y *Centrosema macrocarpum* las (20%), la especie con menor concentración fue *Pueraria phaseoloides* con 18%.

De acuerdo a la producción de materia seca, digestibilidad y proteína cruda *Stylosanthes guianensis* mostró ser la especie que mayor estabilidad tuvo durante el tiempo evaluado, por lo que pudiera tener grandes posibilidades de sustituir a cualquiera de las especies probadas e incluirse en los sistemas de producción de rumiantes de la región.

El conocimiento de los productores en relación a las leguminosas forrajeras herbáceas es mínimo. Se muestra la necesidad de desarrollar investigación y hacer gestión del conocimiento en los sistemas ganaderos del trópico para incidir positivamente. Para que se dé lo anterior, se necesita contar con gente especializada y lugares para que los productores conozcan, se capaciten, evalúen y adquieran material para la inclusión de éstas a los sistemas de producción en el trópico.

VII. RECOMENDACIONES

Derivado de todo el estudio y en pleno conocimiento que las leguminosas tropicales han sido ampliamente estudiadas con resultados exitosos con aporte nutricional al suelo y a los animales, se hace necesario continuar con:

Desarrollar modelos de capacitación participativa para los ganaderos de la parte tropical para acelerar la introducción, extensión y generalización de las tecnologías desarrolladas por los centros de investigación en estrecha colaboración con los productores y así lograr aumentos sustentables en la producción y productividad.

Convertir a los ganaderos como los principales promotores y generadores de las tecnologías y de sus beneficios.

Realizar estudios de pastoreo con los materiales que mostraron buena adaptación al medio ambiente y observar su producción forrajera, la respuesta productiva de los animales, así como el manejo de los sistemas productivos.

Identificar las principales limitantes en el establecimiento y el uso de estas, además de identificar la productividad estacionaria y el uso potencial.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C., 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. AOAC International Washington, D.C., USA.
- Abaunza, A.J.A., 1982. Growth and quality of tropical grasses and twelve tropical legumes under dry and rainy season conditions, Master Sc., New Mexico State University, Las Cruces, New Mexico, p. 128.
- Abaunza, M.A., Lascano, C.E., Giraldo, H., Toledo, J.M., 1991. Valor nutritivo y aceptación de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13, 2-13.
- Acuña, H., Figueroa, M., Barrientos, L., Cerda, C., 1997. Deficiencias nutritivas y nodulación en establecimiento de especies forrajeras del género *Lotus*, en suelos arcillosos. *Agrociencia* 13, 159-168.
- Albarrán, P.B., García-Martínez, A., Hernández, M.J., Rebollar, R.S., Rojo, R.R., Avilés, N.F., Espinoza, J.C.M., 2008. Caracterización del sistema de producción de leche en una comunidad campesina en el centro de México, IV Congreso Internacional de la Red SIAL, ALFATER 2008, Mar del Plata, pp. 1-23.
- Amadu, D.A., 1971. The productivity of five grasses and two legumes under fertilization and irrigation. Department of Animal Science, Universidad of Ghana, Legon, Ghana.
- Amaro, G.R., B., F.M.A., Hernández, A.L., L., O.C.M., 2007. Implementación de recomendaciones técnicas para la producción más limpia de derivados lácteos artesanales, en predios ganaderos del estado de Morelos, XLIII Reunión nacional de investigación pecuaria Sinaloa 2007, Sinaloa, México, pp. 1-377.
- ANKOM, T., 2006. Operator's manual. ANKOM Technology, Macedon, New York.
- Arévalo, L.A., Alegre, J.C., Fasabi, R., 2003. Efecto del fósforo sobre el establecimiento del *Centrosema macrocarpum* Benth dentro de una plantación de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en un ultisol del trópico húmedo. *Ecología Aplicada* 2, 93-97.
- Argel, J.P., 1989. Research advances of the tropical pasture program of CIAT for México, Central America and the Caribbean, In: Tergas, L.E., Valencia, E. (Eds.),

- Utilization of legumes for livestock production, IRI Research Institute Stamford, Belmopán, Belice, pp. 33-45.
- Avellaneda-Cevallos, J., Cansing, P., Vera, W., Vargas, J., Tuarez, J., Vivas, R., Montañez, O., Zambrano, S., 2006. El uso de maní forrajero (*Arachis pintoï*) y caña de azúcar en la dieta de los terneros Holstein x Sahiwal. *Livestock Research for Rural Development* 18.
- Barahona, R.R., Sánchez, P.S., 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Corporativo colombiano de investigación agropecuaria (CORPOICA)* 6, 22.
- Bayce, D., Grale, I., Rabaiotti, E., 1998. Recursos fitogenéticos de leguminosas nativas del Uruguay, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA, Montevideo, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA, Uruguay Montevideo, pp. 207-210.
- Bernal, E.J., 1994. Pastos y forrajes tropicales. Departamento de Publicaciones del Banco Ganadero, Colombia.
- Bogantes, A., Agüero, R., 1998. Manejo de malezas en Pejibaye. *Agronomía Mesoamericana* 9, 139-146.
- Cab, J.F.E., Enríquez, Q.J.F., Pérez, P.J., Hernández, G.A., Herrera, H.J.G., Ortega, J.E., Quero, C.A.R., 2008. Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoï* en Isla, Veracruz. *Técnica Pecuaria en México* 46, 317-332.
- Cameron, D.G., 1986. Tropical and subtropical pasture legumes. 12 Pueró (*Pueraria phaseoloides*): A much underused legume. *Queensland Agriculture Journal* 112, 227-230.
- Cárdenas, E.A., Maass, B.L., Peters, M., Franco, L.H., 1999. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoï* en Colombia. 2. Bosque muy húmedo-Premonyado (zona cafetalera), Caldas. *Pasturas Tropicales* 21, 42-59.
- Cardona, G.F., 1984. La participación de los grupos campesinos en los programas de desarrollo rural, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de Postgraduados, D.F., México, p. 170.

- Cardona, G.M., Sorza, D.J., Posada, L.S., Carmona, C.J., Ayala, S.S., Álvarez, L.O., 2002. Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15, 240-246.
- Carulla, J.E., 1994. Forage intake and N utilization by sheep as affected by condensed tannins, Doctoral Thesis, University of Nebraska, University of Nebraska, Lincoln, E.U.A.
- Castillo-Musito, J.A., Villanueva-Jiménez, J.A., Ortega-Arenas, L.D., 2004. Capacitación de productores en investigación-acción: estudio de caso del control biológico del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) en agroecosistemas de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 4, 15-20.
- CIAT, 1984. Calidad de pasturas y nutrición, Informe anual, Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia, pp. 253-275.
- CIAT, 1992a. Pastos para el tropical. Publicación Lowlands CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 211, 238.
- CIAT, 1992b. Pastures for the tropical lowlands. CIAT (Centro internacional de agricultura tropical), Cali, Colombia.
- CIMMyT, 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. Programa de economía México D. F.
- Ciotti, E.M., Castelan, M.E., Tomei, C.E., Monaco, I.P., Benítez, J.F., 2003. Respuesta de *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 a la fertilización con una dosis de fósforo. *INTA, Argentina* 32, 137-145.
- Ciotti, E.M., Castelán, M.E., Tomei, M.E., Benítez, J.A., 2002. Effect of sowing rate and cutting frequency on *Stylosanthes guianensis* yield and quality. *Revista Argentina de Producción Animal* 22, 3-4.
- Ciotti, E.M., Tomei, C.E., Castelan, M.E., Capurro, R.M., 1995. Evaluación preliminar de *Stylosanthes guianensis* en el nordeste de corrientes, Argentina. *Centro Internacional de Agricultura Tropical* 17, 45.
- Clarke, T., Flinn, P.C., Mcgowan, A.A., 1982. Low-cost pepsin-cellulase assays for prediction of digestibility of herbage. *Grass and Forage Science* 37, 147-150.

- Conejo, A., 2002. Producción de biomasa y valor nutricional de la línea de maní forrajero CIAT 18744A en la zona tropical húmeda de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, p. 69.
- COTECOCA, 2001. Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero (COTECOCA), SAGARPA, Delegación en el Estado de Puebla, Subdelegación Agropecuaria, SAGARPA, Puebla, pp. 1-2.
- De Schutter, A.I., 1986. Extensión y Capacitación Rurales. Trillas, México.
- Dias Filho, M.B., Serrão, S.E.A., 1982. Introdução e avaliação de leguminosas forrageiras na região de Paragominas, Pará. EMBRAPA-CPATU, Belém-Pará Brazil.
- Domingo, S.C.P., Luiz, J.M.A., Maurílio, J.A., Margarida, M.C., 2003. Características productivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília 38, 421-426.
- Elberg, U.P.M., 1992. Extensión agrícola: bases conceptuales, Mérida, Venezuela.
- Enriquez, Q.J.F., Quero, C.A.R., 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz, México.
- FAO, 2003. La tecnología, los recursos naturales y la reducción de la pobreza, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Galindo, W.F., Rosales, M., Murgueitio, E., Larrahondo, J., 1989. Sustancias anti nutricionales de las hojas de guamo, nacedero y matarratón. Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural 1, 37-48.
- Giraldo, V.L.A., 1991. Evaluación bajo pastoreo de la gramínea *Brachiaria brizantha* CIAT 6780 establecida sola o en asociación con *Arachis pintoii* CIAT 17434, manejadas bajo dos cargas animales en el trópico húmedo de Costa Rica, CIAT (Centro internacional de agricultura tropical), Universidad de Costa Rica Sistema de Estudios de Posgrado, Turrialba, Costa Rica.
- González, C.J.A., Chow, M.L.R., 2008. Comportamiento agronómico y productivo de nueve leguminosas herbáceas forrajeras, en el municipio de Muy Muy, Matagalpa,

- Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, pp. 1-70.
- Graupera, G.F., 1984. Agricultura y ganadería en los trópicos. Aedos Cornell University, Barcelona, España.
- Halliday, J., Somasegaran, P., 1982. Nodulation nitrogen fixation and *rhizobium* strain affinities in the genus *Leucaena*. *Leucaena Research in the Asian-Pacific region*, 27-32.
- Henzell, E.F., 1962. The use of nitrogenous fertilizers on pastures in the subtropics and tropics. *Commonwealth Bureau Pastures Field Crops Bull* 46, 161-172.
- Hernández-Castro, E., Martínez-Dávila, J.P., Gallardo-López, F., Villanueva-Jiménez, J.A., 2008. Aceptación de nueva tecnología por productores ejidales para el manejo integrado del cultivo de papayo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 8, 279-288.
- Hernández, T., Valles, B., Castillo, E., 1990. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 12, 29-33.
- Holmann, F., Lascano, C., 1998a. Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: el consorcio tropileche, In: Gonzalez-Stagnaro, Madrid-Bury, Soto, B.E. (Eds.), *Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito*, CIAT, Maracaibo, Venezuela.
- Holmann, F., Lascano, C., 2001. Sistema de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras: un proyecto ejecutado por el consorcio tropileche. CIAT International Livestock Research Institute, Cali, Colombia.
- Holmann, F., Lascano, C.E., 1998b. Una nueva estrategia para mejorar los sistemas de producción de doble propósito en los trópicos: El Consorcio Tropileche, (Eds.), *Primer Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito*, Maracaibo, Venezuela.
- INEGI, 2009. Cuéntame, información para niños y no tan niños. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- INEGI, 2010. Perspectiva estadística 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Puebla, pp. 1-99.

- Jones, D.I.H., Hayward, M.V., 1975. The effect of pepsin pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26, 711-718.
- Klein, L., Baker, S.K., 1993. Composition of the fractions of dry, mature subterranean clover digested *in vivo* and *in vitro*, Proceedings of the XVII International Grasslands Congress, New Zealand, pp. 593-595.
- Koppel, R.E.T., Ortíz, O.G.A., Ávila, D.A., Lagunes, L.J., Castañeda, M.O.G., López, G.I., Aguilar, B.U., Román, P.H., Villagómez, C.J.A., Aguilera, S.R., Quiróz, V.J., Calderón, R.R.C., 1999. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP-CIRGOC, Veracruz, México.
- Kretschmer, A.E.J., 1988. Consideraciones sobre factores que afectan la persistencia de leguminosas forrajeras tropicales. *Pasturas Tropicales* 10, 28-33.
- Ladeira, M.M., Rodriguez, N.M., Gonçalves, L.C., Borges, I., Benedetti, E., Teixeira, E.A., Lara, L.B., 2001. Consumo e digestibilidades aparentes total e parciais do feno de *Stylosanthes guianensis*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 53.
- Lamothe, Z.C., 2002. Manejo reproductivo de los bovinos de doble propósito, IX Curso internacional de reproducción bovina, UNAM FMVZ División de Educación Continua, pp. 27-31.
- Lascano, C.E., Ávila, P., 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13, 2-10.
- Lascano, C.E., Ávila, P., Ramírez, G., 1996. Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito. *Pasturas Tropicales* 18, 65-70.
- Lyons, R.K., Machen, R., Forbes, T.D.A., 2001. ¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales?. Cooperativa de Texas Extensión, Galveston, Texas, USA.
- Martínez-García, C.G., Thomas, D.P., Rehman, T., Sánchez, V.E., Castelán, O.O.A., Rayas, A.A.A., 2010. Adopción de tecnologías agrícolas por pequeños productores de leche del estado de México, considerando sus características socioeconómicas, del sistema y la importancia de las tecnologías para los

- productores, Los grandes retos para la ganadería: hambre, pobreza y crisis ambiental, U. A. Ch. C.P., Texcoco, Estado de México, p. 381.
- Min, B.R., Barry, T.N., T., A.G., McNabb, W.C., 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal Feed Science and Technology* 106, 3-19.
- Minson, D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc., New York.
- Monardes, A., Cox, T., Cox, M., Niño de Zepeda, A., Ortega, H., 1990. Evaluación de adopción de tecnología. Centro de Estudios para América Latina sobre Desarrollo Rural, Pobreza y Alimentación (CEDRA), Santiago, Chile.
- Moreno, I.R., Maass, B.L., Peters, M., A., C.E., 1990. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 1. Bosque seco tropical, Valle del Cauca. *Pasturas Tropicales* 21, 18-32.
- Nascimento, T.J., da Silva, I.d.F., 2004. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomasa de leguminosas para uso como cobertura de solo. *Ciência Rural* 34, 947-949.
- Nieves, D., Schargel, I., Terán, O., González, C., Silva, L., Ly, J., 2008. Estudios de procesos digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad fecal. *Revista Científica (Maracaibo)* 18, 271-277.
- Padua, F.T.d., Carvalho, A.J.C.d., Oliveira, d.S.T., Silva, R.N., Deus, N.D.d., 2006. Produção de Matéria seca e composição químico-bromatológica do feno de três leguminosas forrageiras tropicais em dois sistemas de cultivo. *Ciencia Rural* 36, 1253-1257.
- Pareta, J.J., Valdés, L.R., 1990. Ecosistemas y regionalización de pastos en Cuba, La Habana, Cuba.
- Pérez, C.R., 1998. Leguminosas herbáceas perennes una alternativa para la diversificación de las fincas citrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba.
- Pérez, P.J., Baldomero, A.Z., Mendoza, M.G.D., Bárcena, G.R., Hernández, G.A., Herrera, H.J.G., 2001a. Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana. *Técnica Pecuaria en México* 39.

- Pérez, P.J., Hernández, G.A., Gómez, V.A., 2001b. Los forrajes en México presente y futuro, Texcoco Edo. México.
- Peters, M., Maass, B.L., Franco, L.H., Cárdenas, E.A., 2000. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoii* en Colombia. *Pasturas Tropicales* 22, 2-28.
- Pírela-León, M.F., Faría-Marmol, J., Rodríguez, H., 1997. Evaluación del rendimiento de materia seca de accesiones de *Centrosema* sp. en una zona de bosque húmedo tropical. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5.
- Pizarro, E.A., Rincón, A., 1995. Experiencia regional con *Arachis* forrajero en América del sur, In: Kerridge, P.C. (Ed.), *Biología y agronomía de especies forrajes de Arachis*, CIAT, Cali, Colombia, pp. 155-169.
- Preston, T.R., Leng, R.A., 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics, Nueva Inglaterra, p. <http://www.penambulbooks.com/> (accesado el día 10 de mayo 2009).
- Ramírez, C.K., 2005. Desarrollo de capacidades para el sector rural. Portal de las américas, OEA Organización de los Estados Americanos.
- Ramos-Santana, R., Tergas, L.E., 1990. Establecimiento y adaptación de forrajes en un ultisol de Puerto Rico. 2. *Centrosema*. *Pasturas Tropicales* 12, 30-34.
- Reynolds, S.G., 1994. *Pasto y ganado bajo los cocoteros*. FAO, Roma, Italia.
- Rincón, A., 2001. Potencial productivo de ecotipos de *Arachis pintoii* en el Piedemonte de los llanos orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales* 23, 19-24.
- Rincón, C.Á., 1999. Maní forrajero (*Arachis Pintoii*), la leguminosa para sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, Orinoquía, Colombia.
- Rivas, R.L., 2002. Impacto económico de la adopción de pastos mejorados en América Latina Tropical, In: UNAM, C. (Ed.), *Simposio Internacional sobre Rentabilidad en las Empresas Ganaderas*, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Veracruz, México.
- Rivas, R.L., Holmann, F., 1999. Adopción temprana de *Arachis Pintoii* en el trópico húmedo: El caso de los sistemas ganaderos de doble propósito en el Caqueta, Colombia. *Pasturas Tropicales* 21, 1-16.

- Rivera, N.A., Romero, H.O., 2003. Evaluación del nivel de transferencia y adopción de tecnología en el cultivo de caña de azúcar en Córdoba, Veracruz, México. *Caña de Azúcar* 21, 20-40.
- Roberts, C.R., 1979. Algunas causas comunes del fracaso de praderas de leguminosas y gramíneas tropicales en fincas comerciales y posibles soluciones, In: Tergas, L.E., Sánchez, P.A. (Eds.), *Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos*, CIAT, Cali, Colombia, p. 524.
- Roig, C.A., 1989. Evaluación preliminar de 200 accesiones de leguminosas forrajeras tropicales en el ecosistema de bosque tropical lluvioso en Costa Rica, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE, Guapiles, Costa Rica, pp. 1-139.
- Rojas-Bourrillón, A., 2005. Ventajas y limitaciones para el uso del maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*) en la ganadería tropical, IX Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, pp. 88-99.
- Rojas-Bourrillón, A., Villarreal, M., Hidalgo, E., Quan, A., 1999. Validación del uso de maní forrajero (*Arachis pintoi*) para terneras de lechería I. reducción de concentrado y empleo del maní como única fuente forrajera en terneras jersey. *Agronomía Costarricense* 23, 7-11.
- Romero, F., González, J., 1998. Efecto de fuentes proteicas sobre la producción de leche de vacas alimentadas con raciones a base de caña de azúcar, In: CIAT, (Ed.), *International Livestock Research Institute, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, Costa Rica.
- Ruiloba, M.H., 1990. Bancos de Kudzú como fuente de proteína para la producción de leche en Panamá. *Pasturas Tropicales* 12, 44-47.
- Sagastume, N., Rodríguez, R., Obando, M., Sosa, H., Fishler, M., 2006. Guía para la elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua. Litografía López, S. de R. L. Tegucigalpa, Honduras, C. A., Tegucigalpa, Honduras.
- Schultze-Kraft, R., Clement, R.J., Keller, G.G., 1997. *Centrosema*: biología, agronomía y utilización. CIAT, Cali, Colombia.

- Silva, P.V., De Almeida, Q.F., Da Silva, M.E., Biazon, F.A., Torres, V.H., Rodrigues, L.M., 2009. Digestibilidad de nutrientes de alimentos voluminosos determinada pela técnica dos sacos móveis em eqüinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38, 82-89.
- Silva, P.V., De Almeida, Q.F., Morgado, D.S.E., Rodrigues, L.M., Marques, D.S.T., Torres, V.H., 2010. *In situ* caecal degradation of roughages in horses. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 349-355.
- Skerman, P.J., Cameron, D.G., Riveros, F., 1988. Tropical forage legumes. *FAO* 2, 100.
- Soest, P.J.V., 1982. Nutritional ecology of the ruminant, United States of America.
- Sosa, R.E.E., Cabrera, T.E., Pérez, R.D., Ortega, R.L., 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México* 46, 413-426.
- Stürm, C.D., Tiemann, T.T., Lascano, C.E., Kreuzer, M., Hess, H.D., 2007. Nutrient composition and *in vitro* ruminal fermentation of legume mixtures with contrasting tannin contents. *Animal Feed Science and Technology* 138, 29-46.
- Suarez, S., Franco, C., Rubio, J., 1985. Producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchiná, Colombia. *Pasturas Tropicales* 7, 17-18.
- Sutherst, R.W., Wilson, L.J., Reid, R., Kerr, J.D., 1998. A survey of the ability of tropical legumes in the genus *Stylosanthes* to trap larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Ixodidae). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28, 473-479.
- Thomas, R.J., 1995. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. *Plant and Soil* 174, 103-118.
- Tomei, C.E., Brito, M.N., Hack, C.M., Castelan, M.E., Ciotti, E.M., 2005. Efecto del agregado de fósforo sobre el rendimiento de *Stylosanthes guianensis* CV CIAT 184. *INTA, Argentina* 34, 19-27.
- UGRJ, 2010. Alimentos para vacas lecheras, Unión Ganadera Regional de Jalisco, p. <http://www.ugrj.org.mx> (accesado el día 4 de enero 2009).
- Valerio, C.S., 1990. Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Centro

- Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, pp. 1-85.
- Veiga, J.B., Serrao, E.A.S., 1990. Sistemas silvopastoris e producao animal nas tropicos umidos: Una experiencia da brasileira de la Amazonía. Pastagens/Sociedade Brasileira de Zootecnia, SBZ, FEALQ, Piracicaba, 37-68.
- Villaquirán, M., Lascano, C., 1986. Características nutritivas de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. Pasturas tropicales 8, 1-6.
- Villarreal, M., 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales 16, 27-31.
- WingChing, J.R., Rojas, B.A., 2006. Composición nutricional y características fermentativas del ensilaje de maní forrajero. Agronomía Costarricense 30, 87-100.

IX. Anexo



Anexo A.
Cuestionario

COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

PROYECTO: Evaluación de leguminosas forrajeras tropicales en Hueytamalco Puebla.

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información de productores pecuarios, con la finalidad de conocer qué tipo de forrajes proporcionan a su ganado y saber si se encuentran dispuestos a cultivar una nueva especie que complemente la dieta del animal.

La información proporcionada será utilizada única y exclusivamente con fines de estudio por lo que es **ABSOLUTAMENTE CONFIDENCIAL Y SU USO SERÁ ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS.**

I. DATOS GENERALES

Nombre del Productor _____

Nombre de la Explotación _____

Localidad y Municipio _____ Fecha _____

Edad _____ Actividad principal _____ Años en la actividad _____

Superficie destinada a la producción de forrajes _____ No. Participantes explotación _____

Finalidad explotación _____

1. ¿Qué tipo de ganado tiene en su unidad de producción?

	Bovino carne	Bovino leche	Bovino doble propósito	Ovino	Caprino carne	Caprino leche	Equinos
Raza							
Hembras							
Machos							
Crías							
Engorda							

11. Si eran especies desconocidas para Usted, contó usted con un curso de capacitación para introducirlas.

a) SI

b)NO

12. ¿Conoce las leguminosas forrajeras *Stylosanthes*, Kudzú, *Centrosema*, Cacahuate forrajero?

a) SI

b)NO

13. Si es afirmativo para alguna diga cuál o cuáles y si las ha sembrado en su terreno.

14. ¿Si su respuesta fue no, estaría dispuesto a establecer en su unidad de producción alguna de ellas y de qué dependería el hacerlo?

15. ¿Conoce que es un banco de proteína?

16. ¿Sabe que cuidados se deben de tomar para pastorear una leguminosa?

17. ¿Ha intentado establecer alguna leguminosa?

18. ¿Cómo le gustaría que fuera la leguminosa que estableciera?

19. ¿Conoce leguminosas nativas que consume su ganado?

20. En caso de sí ¿Cuáles?

21. ¿Procura que se reproduzcan las leguminosas nativas en sus potreros?

22. En caso de que sí ¿Qué hace?

23. ¿Porque cree que la gente no utiliza leguminosas en la alimentación animal?

24. ¿Le gustaría que hubiera una alfalfa adaptada al trópico?
