



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO,
ANÁLISIS QUÍMICO Y DIGESTIBILIDAD *In situ*
DE VARIEDADES DE SOYA
FORRAJERA EN EL TRÓPICO SECO**

QUE PRESENTA:

ING. HÉCTOR MANUEL TORRES PACHECO

PRESENTADA COMO REQUISITO

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

CUAJINICUILAPA, GUERRERO, FEBRERO DE 2022.



LA TESINA TITULADA **COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, ANÁLISIS QUÍMICO Y DIGESTIBILIDAD *in situ* DE VARIEDADES DE SOYA FORRAJERA EN EL TRÓPICO SECO**, REALIZADA POR EL ALUMNO **ING. HÉCTOR MANUEL TORRES PACHECO**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ TUTORAL INDICADO Y APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

MAESTRO EN PRODUCCIÓN DE BOVINOS EN EL TRÓPICO

DIRECTOR



DR. ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA

CODIRECTOR



DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES MALDONADO PERALTA

ASESOR



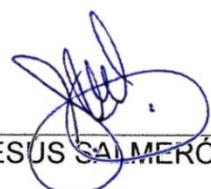
DR. MARCO ANTONIO AYALA MONTER

ASESOR



DR. PAULINO SÁNCHEZ SANTILLÁN

ASESOR



M.C. JESÚS SALMERÓN ERDOSAY

CUAJINICUILAPA, GUERRERO; FEBRERO DE 2022.

DEDICATORIAS

En primer lugar, dedico el presente trabajo a mi familia, a mi esposa y compañera de vida Jessica Alvarado Candela, por apoyarme de forma incondicional no solo durante todo este proceso, si no durante la vida misma. A mis pequeños Roxana Zoé y Ángel Jaziel, por formar parte importante durante el trabajo de campo en la parcela, ya que fueron mi brazo derecho durante los muestreos del presente estudio, mi admiración y orgullo para ustedes. A mi pequeño Jesús Manuel el ultimo de mis hijos, por llegar a darle un nuevo sentido a nuestras vidas, por ser quien ilumina nuestro hogar con todas sus travesuras.

A mis padres, la Sra. María del Carmen Pacheco Solano y el Sr. Héctor Torres López, por el simple y sencillo hecho de regalarme la vida, porque con su ejemplo me enseñaron a no rendirme ante las adversidades y superarme cada día, por su amor incondicional, por apoyar mis proyectos de vida y por su lealtad.

AGRADECIMIENTOS

A ti señor Dios padre todopoderoso, porque nunca me has abandonado, porque a pesar de alejarme de ti siempre me esperas con todo ese amor que solo tú señor sabes dar a tus hijos, porque eres bueno y misericordioso. Gracias, señor por regalarme la paciencia, la sabiduría y fortaleza para poder culminar este proyecto.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca No 1007313 para la realización de mis estudios de la presente maestría, de no haber sido así, difícilmente hubiera podido por cuenta propia solventar gastos. Sin duda es un gran apoyo.

A la Maestría en Producción de Bovinos en el trópico (MPBT), institución que me brindó esta gran oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, así como también a quienes contribuyeron para la creación de esta, porque a pesar de ser de reciente creación el nivel académico con que cuenta es de excelente calidad. Lo cual me ha llevado a exigirme y romper mis propios límites.

A mi director de tesina, el Dr. Adelaido Rafael Rojas García, por compartir sus conocimientos y experiencia conmigo durante todo el proceso en la realización del presente trabajo, por su disponibilidad.

A la Dra. María de los Ángeles Peralta Maldonado codirectora de tesina, por la disponibilidad que siempre mostró en cada una de las consultas que le hice durante el trabajo de campo.

Al Dr. Paulino Sánchez Santillán por el gran apoyo brindado durante la realización del trabajo de campo en el laboratorio y prueba *In situ*. Así como la revisión del documento de tesina.

Al Dr. Marco Antonio Ayala Monter, porque siempre estuvo atento a cada uno de los llamados a reuniones con el comité para la revisión de mis avances del presente trabajo.

Al M.C. Jesús Salmerón Erdosay, mi asesor externo, el creador de las variedades de soya forrajera evaluadas en el presente estudio, por facilitarme la semilla, por su asesoría en el trabajo de campo, desde la preparación del terreno, siembra, manejo agronómico y cosecha, por responder en todo momento mis llamadas telefónicas para consultar cualquier duda durante todo este proceso. Gracias, maestro.

A mis compañeros de generación: Ulises Remo, José Fernando y Silverio, más que compañeros son considerados mis amigos, porque nos tocó convivir durante estos dos años, en las buenas y no tan buenas, supimos superar las adversidades, supimos trabajar en equipo y eso nos ayudó a hacer menos pesada la carga de trabajo, gracias por su amistad compas, estoy seguro de que nos esperan muchas cosas buenas.

A todos mis profesores de la maestría, mi más sincero agradecimiento porque me brindaron su conocimiento, su experiencia, su disponibilidad, gracias por las llamadas de atención, por sus consejos, por escucharme, por corregirme, porque cada uno me enseñó algo nuevo y contribuyeron en mi desarrollo profesional.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
JUSTIFICACIÓN	3
HIPÓTESIS	4
OBJETIVOS	5
General	5
Específicos.....	5
LITERATURA CITADA	6
CAPÍTULO 2	9
Resumen	9
1. Introducción	10
2. Materiales y métodos	11

2.1. Lugar de estudio	11
2.2. Variedades de soya forrajera	11
2.3. Parcelas experimentales.....	12
2.4. Manejo agronómico.....	12
2.5. Rendimiento de materia seca	13
2.6. Altura de planta.....	13
2.7. Radiación interceptada	13
2.8. Composición morfológica.....	14
2.9. Plantas por m ²	14
2.10. Peso por tallo	14
2.11. Tasa de crecimiento.....	14
2.12. Relación hoja:tallo.....	14
2.13. Análisis bromatológico	15
2.14. Digestibilidad <i>in situ</i>	15
2.15. Análisis estadístico.....	16
3. Resultados y discusión	16
4. Conclusiones.....	38
5. Literatura citada.....	38

CAPÍTULO 3	49
PRIMERA ESTANCIA PROFESIONAL.....	49
Resumen.....	49
Introducción	50
Objetivos.....	51
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	52
Conclusión	55
Recomendaciones e implicaciones.....	55
Literatura citada	56
Evidencias.....	57
SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL.....	58
Resumen.....	58
Introducción	59
Objetivos.....	61
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	62
Conclusión	67
Recomendaciones e implicaciones.....	67
Literatura citada	68

Evidencias.....	69
TERCER ESTANCIA PROFESIONAL	70
Resumen.....	70
Introducción	71
Objetivos	72
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	73
Conclusión	78
Recomendaciones e implicaciones	78
Literatura citada	79
Evidencias.....	81
CURSO-TALLER A PRODUCTORES.....	82
Resumen.....	82
Introducción	83
Objetivos	84
Desarrollo de las actividades efectuadas.....	84
Conclusión	86
Recomendaciones e implicaciones	86

Literatura citada	87
Evidencias.....	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (kg de MS ha ⁻¹) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.....	17
Cuadro 2. Altura de la planta (cm) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	19
Cuadro 3. Plantas por m ² de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	21
Cuadro 4. Radiación interceptada (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	22
Cuadro 5. Composición morfológica (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades de corte.....	24
Cuadro 6. Peso de tallo (g) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	25
Cuadro 7. Relación hoja:tallo de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	28
Cuadro 8. Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	29
Cuadro 9. Materia seca (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	30
Cuadro 10. Cenizas (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	32
Cuadro 11. Materia orgánica (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	33

Cuadro 12. Proteína cruda (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	34
Cuadro 13. Fibra detergente neutro (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	35
Cuadro 14. Fibra detergente ácido (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.	36
Cuadro 15. Digestibilidad <i>In situ</i> de la materia seca (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Barbecho en la preparación del terreno.	57
Figura 2. Rastreo del terreno con rastra de tiro.....	57
Figura 3. Surcado y trazo del terreno.	57
Figura 4. Siembra del cultivo.....	57
Figura 5. Aplicación de fertilizante foliar.....	57
Figura 6. Aplicación de fertilizante granulado.....	57
Figura 7. Control de malezas manual.	57
Figura 8. Muestreo del cultivo.	57
Figura 9. Asistencia técnica a productores.	57
Figura 10. Sala de ordeño tipo tandem.	69
Figura 11. Alimentación de becerros lactantes.	69
Figura 12. Inseminación artificial a calor detectado.	69
Figura 13. Diagnóstico de gestación vía rectal.....	69
Figura 14. Elaboracion de queso Oaxaca.	69
Figura 15. Campos agrícolas con cultivos de soya.	69
Figura 16. Germinación y emergencia de la plántula	81
Figura 17. Trasplante de plántula.....	81
Figura 18. Muestreo del cultivo.	81

Figura 19. Medición de la variable materia seca	81
Figura 20. Obtención la variable de proteína cruda.....	81
Figura 21. Medición de digestibilidad <i>In situ</i>	81
Figura 22. Palabras de bienvenida.....	88
Figura 23. Explicación sobre comportamiento productivo de soya forrajera.	88
Figura 24. Explicación sobre ensilado de mango de desecho.	88
Figura 25. Recorrido por parcela experimental.	88
Figura 26. Explicación sobre comportamiento de las cuatro variedades.	88
Figura 27. Participación de proveedores y conclusión del evento.....	88

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

El uso de forrajes en la alimentación de bovinos es una fuente de nutrientes barata (Salones, 2018) y su calidad nutricional es determinante para su alimentación (Sosa-Montes *et al.*, 2020). En México, se han estudiado forrajes en los distintos climas y topografías; sin embargo, se siguen buscando nuevas especies y líneas genéticas que pudieran incluirse en la dieta de los animales (Salones, 2018). En zonas tropicales, la producción ganadera mejora cuando se dispone de forraje de alto valor nutritivo, que satisfaga los requerimientos nutricionales; y qué, por su amplia productividad y calidad, una alternativa viable serían las leguminosas anuales o perennes (Sosa-Montes *et al.*, 2020). Dentro de ellas se encuentra la soya (*Glycine max* L.) forrajera, pero estudios sobre esta son limitados debido a que los que existen se encuentran enfocados a la producción de grano (Romero y González, 2013).

La soya es originaria de la parte oriental del continente asiático, considerada como la principal fuente de proteína para la subsistencia de muchas generaciones en China y en otros países orientales (Japón, Corea, etc.). El cultivo de soya en el siglo XIX se extendió por el Extremo Oriente, Europa, el norte de África, Australia, América del Norte, América Latina y otras regiones del mundo (Granda, 1982).

A nivel mundial, se produce en promedio de 202,621,000 t por año; del cual Estados Unidos, Argentina y Brasil representan 80% de la producción (Vanessa y Valarezo, 2014). En México, durante 2007 se sembraron 73,357 ha de soya, de las que se obtuvieron 88,371.29 t de semilla (Tosquy-Valle *et al.*, 2010). Tamaulipas es la principal entidad productora de soya en México; en 2015, produjo 29% del valor total y ocupó 49% de la superficie del país dedicada a la soya (García *et al.*, 2018). La soya se utiliza como ingrediente en la formulación de una multitud de alimentos concentrados y productos industriales (Wilson, 2008).

La planta de soya se puede utilizar como forraje en la nutrición animal, ya que la parte vegetativa contiene más proteína y es de excelente calidad en comparación con las gramíneas, además es abundante en minerales esenciales (Olave y Castellar, 1987). Dentro de los géneros y especies de la familia de las leguminosas, la soya se caracteriza por ser una planta de buen rendimiento de materia seca (MS), consumo, digestibilidad, producción de semilla y alto valor nutritivo (Roche *et al.*, 1990); sin embargo, el rendimiento depende de la variedad, de los componentes morfológicos y fisiológicos; por ello, es importante conocer el material que se introduce y la amplitud de su variabilidad (Machado y Núñez, 1989).

Actualmente, hay instituciones como la Universidad de Florida que tienen programas orientados al desarrollo de variedades de soya; Açıkgöz *et al.* (2013) evaluaron las variedades Derry, Donegal y Tyrone y tuvieron rendimientos que oscilan entre 5,216 y 7,118 kg ha⁻¹; así mismo, estos autores realizaron estudios en tres lugares diferentes con climas mediterráneos en Turquía, demostraron que la soya manejada para forraje presenta 9,300 y 11,300 kg ha⁻¹ en promedio, a 75 y 89 días de edad de la planta respectivamente; además, contiene 13.3% de proteína cruda (CP), 8.2% de proteína degradable y 60.6% de digestibilidad *in vitro* de la MS.

La producción eficiente y rentable de forraje de soya se logra con una variedad adaptada a las condiciones climáticas de la región. Por tanto, es importante la evaluación de materiales que se adapten a la zona y tenga buenos rendimientos de biomasa y calidad nutrimental (Tobía *et al.*, 2006). En el estado de Guerrero desde 1990, el Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGRO) opera un programa de mejoramiento genético de soya, con el objetivo de producir grano y forraje (De los Santos *et al.*, 2016). Estos se caracterizan por el uso de mutagénesis y selección recurrente, con la misión de crear nuevas variedades que presenten resistencia genética a plagas y enfermedades, así como alto contenido de proteína, rendimiento de grano y forraje (Salones, 2018).

JUSTIFICACIÓN

La soya es un cultivo que tiene buena adaptación a las regiones tropicales de México. Se cultiva en condiciones de riego en el sur de los estados de Sonora y Sinaloa, y bajo condiciones de temporal en el sur de Tamaulipas, el este de San Luis Potosí y las regiones del Soconusco, Chiapas y Las Huastecas, Veracruz (Tosquy-Valle *et al.*, 2010). Mientras que, en el estado de Guerrero, los estudios sobre soya forrajera aún son escasos.

Lo anterior aunado a que en la región Costa Chica del estado existe un temporal de lluvias marcado de junio a octubre. A partir del mes de diciembre inicia la época de estiaje, siendo crítico de marzo a mayo. Los pequeños productores de ganado bovino regularmente no cuentan con la solvencia económica para prevenir esa deficiencia de forraje, debido al elevado costo de producción y conservación de forrajes, provocando que sus rendimientos en carne y leche no sean suficientes para lograr una actividad redituable económicamente.

A pesar de todas las bondades que el cultivo de soya ofrece, faltan estudios de comportamiento en campo, análisis bromatológicos, y digestibilidad, así como de variedades que se adapten al trópico seco. Por lo que este trabajo generará datos de comportamiento agronómico, análisis químico y digestibilidad *In situ* sobre cuatro variedades de soya forrajera para realizar las recomendaciones pertinentes a los ganaderos con respecto a su uso como fuente de forraje en diferentes edades de corte, en época de lluvia.

HIPÓTESIS

Las variedades de soya forrajera Salcer[®], Ojo de tigre, Valente y Albina presentan diferente comportamiento productivo, calidad química y digestibilidad *In situ* en las diferentes etapas fenológicas de cultivo en la comunidad de El Pitahayo, Cuajinicuilapa, Guerrero que corresponde a la Costa Chica.

OBJETIVOS

General

Evaluar el comportamiento productivo, calidad química y digestibilidad ruminal *In situ* en cuatro variedades de soya forrajera a distintas etapas fenológicas en el trópico seco.

Específicos

- Evaluar las características agronómicas de las variedades Salcer[®], Ojo de tigre, Valente y Albina de soya forrajera a los 26, 33, 40, 47, 54, 61, 68, 75, 82 y 89 d de edad de la planta en el trópico seco.
- Analizar las características químicas de las variedades Salcer[®], Ojo de tigre, Valente y Albina de soya forrajera a los 26, 40, 54, 68 y 82 d de edad de la planta en el trópico seco.
- Determinar la digestibilidad ruminal *In situ* de las variedades Salcer[®], Ojo de tigre, Valente y Albina de soya forrajera a los 26, 40, 54, 68 y 82 d de edad de la planta en el trópico seco.

LITERATURA CITADA

- Açikgöz, E., Sincik, M., Wietgreffe, G., Sürmen, M., Çeçen, S., Yavuz, T., Erdurmuş, C., y Göksoy, A. T. (2013). Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes. *Turkish journal of agriculture and forestry* 1, 22–32. <https://doi.org/10.3906/tar-1204-58>
- De los Santos, R. M., Bobadilla, S. E. E., Salmerón, E. J., Galicia, A. H. H., Álvarez, A. C. J., Salones, M. M. Q y Vieyra, A. R. (2016). El forraje de soya (*Glycine max* L.) como alternativa en la alimentación de rumiantes: características agronómicas y costos de producción [sesión de conferencias]. *Reunión nacional de investigación pecuaria*, 1, 589-591
- García, F. F., Domínguez, J. A., Galván, V. A. y Sánchez, M. N. (2018). La gobernanza de la cadena de valor de la soya en el sur de Tamaulipas (México): mapeando los procesos. *Agroalimentaria*, 24, 113–131. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1992/199260579007/html/index.html%0A%0A>
- Granda, G. (1982). *América latina y España en la economía mundial de la soya. Notas de estudio (Serie estudios y perspectivas)* Comisión económica para América latina y el Caribe en Santiago de Chile-Madrid. <http://hdl.handle.net/11362/35672>
- Machado, R. y Nuñez, C. A. (1989). Variabilidad morfológica en soya y algunas características que influyen sobre el rendimiento de forraje. *Pastos y Forrajes*, 12(3), 209–217. <http://www.ihatuey.cu/>
- Olave, B. M. y Castellar, P. N. (1987). Determinación de la calidad nutricional del forraje de soya (*Glycine max* L. Merr), previamente conservado mediante ensilaje y henificación. *Acta Agronómica*, 37(1), 66–79. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/14812

-
- Roche, R., Vega, S., Hernández, J. E., Alonso, F. (1990). Evaluación inicial de variedades de soya (*Glycine max* L. Merri) para la producción de forraje en la época poco lluviosa. *Pastos y Forrajes*, 13(2), 127–136. <http://www.ihatuey.cu/>
- Romero, A., Ruíz, R., y González, M. (2013). Evaluation of seven soybean (*Glycine max*) cultivars under the edaphoclimatic conditions of the Majibacoa municipality, las tunas. *pastos y forrajes*, 36(4), 464–467. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v36n4/pyf06413.pdf>
- Salones, M. M. (2018). *Características agronómicas, nutricionales y económicas de diferentes variedades del forraje de soya*. [tesis de licenciatura no publicada, Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero]. Repositorio institucional CSAEGRO.
- Sosa, M. E., Alejos, F. J. I., Pro, M. A., González, C. F., Enríquez, Q. J. F. y Torres, C. M. G. (2020). Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 24. 211-220. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2371>
- Tobía, C. Villalobos, E. y Rico, E. (2006). Uso del forraje de soya (*Glycine max* L. Merr.) variedad Cigras 06 en la nutrición de los rumiantes. *X Seminario de pastos y forrajes*, 1, 77–86. <https://www.researchgate.net/publication/228602149>
- Tosquy-Valle, H. O., Esqueda-Esquivel, V. A., Zetina-Lezama, R. y Ascencio-Luciano, G. (2010). Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, 21(1), 63–72. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100007&lng=en&tlng=es
- Vanessa, M. y Valarezo, A. (2014). *Evaluación del crecimiento y valor nutricional de la soya para forraje (Glycine max) utilizando Biol como abono obtenido con microorganismos nativos* [tesis de licenciatura, Departamento de Ciencias de

la Vida]. Repositorio Dspace.
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7943>.

Wilson, R. F. (2008). Genetica y genomica de la soya. (1^a ed., vol. 2). Primera editorial: Gary Stacey. https://doi.org/10.1007/978-0-387-72299-3_1

CAPÍTULO 2

Resumen

Por su amplia productividad y calidad, las leguminosas pueden ser usadas en los sistemas de producción animal. Evaluar comportamiento productivo, calidad química y digestibilidad ruminal *In situ* de diferentes variedades de soya forrajera en diferentes etapas fenológicas en el trópico seco. La evaluación se realizó en la localidad de El Pitahayo, Cuajinicuilapa, Guerrero, México en un periodo que abarcó del 01 de septiembre de 2020 al 28 de febrero de 2021. La siembra de las variedades de soya se hizo en parcelas y se dividió en 3 bloques; dentro de cada bloque se dividió en 4 parcelas de 10 x 10 m. Los tratamientos fueron las variedades de soya; Salcer[®], Ojo de Tigre, Valente y Albina evaluadas en un análisis de crecimiento de 89 d. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca, tasa de crecimiento, altura de la planta, radiación interceptada, relación hoja:tallo, plantas m², composición morfológica, peso de tallo, porcentaje de materia seca total, proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, cenizas, materia orgánica y digestibilidad *In situ*. La variedad que obtuvo el mayor rendimiento fue Ojo de tigre con 5,562 kg MS ha⁻¹, mientras que el menor fue Salcer[®] con un promedio de 4,626 kg MS ha⁻¹ (p<0.05). La radiación interceptada aumentó conforme pasó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 61 después de la siembra con un promedio de 96 %, el cual se mantuvo hasta el día 68 después de la siembra. La variedad Salcer[®] en promedio obtuvo el mayor contenido de proteína cruda con 17.70 % y la menor Albina con 15.62 % (p > 0.05). La variedad de soya Ojo de tigre mostro mayor rendimiento de materia seca, mientras que Albina al obtener a los 61 d de corte el 95 % de radiación interceptada podría recomendarse para esta región al tener características de calidad y cantidad.

Palabras clave: leguminosas, rendimiento, bromatológico, digestibilidad *In situ*

1. Introducción

En las regiones tropicales de México las praderas se componen principalmente de gramíneas forrajeras (Olivares *et al.*, 2005) y algunas leguminosas perennes, como el huaje, cultivado en bancos de proteína (Pamo *et al.*, 2007; Rojas García *et al.*, 2021) o asociado con gramíneas (Jiménez *et al.*, 2002; Benítez-Bahena *et al.*, 2010). El estado de Guerrero es productor de ganado (SAGARPA, 2018); sin embargo, existe el problema de prolongadas sequías y el manejo inadecuado de los potreros.

Para mitigar esta situación recientemente se han introducido algunas gramíneas mejoradas (Maldonado-Peralta *et al.*, 2020; Torres-Salado *et al.*, 2020; Ventura-Ríos *et al.*, 2021), faltando aún la búsqueda de alternativas de leguminosas forrajeras nativas o introducidas que aporten calidad y rendimiento de materia seca. De tal forma que la producción animal de manera tradicional ha generado un impacto negativo en los ecosistemas naturales (Benítez-Bahena *et al.*, 2010); considerando como opciones el uso de leguminosas anuales; tal es el caso de la soya forrajera (*Glycine max* L. Merr.).

La soya es una leguminosa anual que produce forraje y grano con alta calidad nutrimental (Pagano y Miransari, 2016). Las vainas de este cultivo presentan hasta 24% de proteína y las hojas hasta 20.2%; con rendimientos de materia verde entre 19 y 30 t ha⁻¹ y de grano hasta de 3,500 kg ha⁻¹ (Tobía y Villalobos, 2004; Tobía *et al.*, 2011; Hernández *et al.*, 2013). Es apetecible para el ganado, disminuye el uso de concentrados y por consiguiente es considerado un cultivo rentable, mejora la calidad del suelo y se pueden obtener varias cosechas al año (Teixeira *et al.*, 2016).

Estudios realizados en diferentes cultivares de soya, sembrados a distintas densidades y tiempos, mostraron que el rendimiento de grano se ve afectado por la época de siembra y la densidad poblacional de las plantas, lo que permite a los productores mejorar la producción (Enciso-Maldonado *et al.*, 2021) y el rendimiento

cuando se cultiva en áreas de diferente tamaño (Vega y Andrade, 2000). En las diferentes regiones del estado de Guerrero y tal vez de todo el país, existe la necesidad de realizar estudios agronómicos y caracterización química en soya cultivada a diferentes densidades y épocas del año para maximizar la producción de forraje y grano, considerando que el sur este de México presenta condiciones tropicales óptimas de temperatura para producirla durante todo el año. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar comportamiento productivo, calidad química y digestibilidad ruminal *In situ* de diferentes variedades de soya forrajera en diferentes etapas fenológicas en el trópico seco.

2. Materiales y métodos

2.1. Lugar de estudio

La evaluación de comportamiento productivo y digestibilidad *In situ* se realizó en la localidad de El Pitahayo, Cuajinicuilapa, Guerrero, México. En un periodo que abarcó del 01 de septiembre de 2020 al 28 de febrero de 2021. Las coordenadas geográficas son 16° 32' 5.49" N y 98° 30' 28.87" O (PIGM, 2009). El análisis químico se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicada en la cabecera municipal de Cuajinicuilapa. La cual abarcó un periodo del 26 de septiembre al 04 de diciembre de 2020. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media de 26°C, precipitación anual de 1100-1300 mm y a 50 msnm (PIGM., 2009).

2.2. Variedades de soya forrajera

Las variedades que se evaluaron fueron Salcer[®], Ojo de Tigre, Valente y Albina. Estas se desarrollaron en el Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGro) mediante diferentes

procesos de selección. La variedad Salcer® es la única registrada en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS); el resto se encuentran en proceso de evaluación.

2.3. Parcelas experimentales

La siembra de las variedades de soya se hizo en parcela y se dividió en 3 bloques; dentro de cada bloque se dividió en 4 parcelas de 10 x 10 m. Entre cada bloque y cada parcela se dejó un callejón de 1 m y las variedades dentro de cada bloque se distribuyeron al azar.

La unidad experimental se caracterizó por tener un suelo limo-arenoso con una pendiente de 15 cm. El terreno se acondicionó para la siembra con labranza convencional: 1 barbecho, 2 rastreos, 1 surcado y trazo.

2.4. Manejo agronómico

La siembra se realizó el 07 de septiembre de 2020 correspondiente a la época de lluvia y la densidad de población fue de 230,000 semillas ha⁻¹. La semilla se depositó en el lomo del surco, a doble hilera. El arreglo topológico fue 80 cm entre surcos, 10 cm entre hileras y 12 cm entre semillas.

La fertilización química fue a 20 y 30 d después de la siembra; la fórmula fue 60-40-00 (N-P-K) y la fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio (FERTIQUIM®) y de fósforo se utilizó fosfato diamónico (DAP 18-46; FERTIQUIM®) aplicándolo a chorrillo a 5 cm de separación del tallo. Para la fertilización foliar se aplicó Gro Greem 20-30-10 (CAMPBELL®) y Supra® Fe (ARVENSIS®) como fuente de hierro aplicado con una bomba aspersora de mochila de motor (HONDA®) a los 20, 30 y 40 d después de la siembra.

Para el control de plagas se realizaron 3 aplicaciones de insecticida cipermetrina (CIMA®) con una dosis de 1 mL L⁻¹ de agua para control de *Coccinella*, el insecticida

se asperjó con bomba de mochila de motor (HONDA®). En dos ocasiones se aplicó un control de malezas químico y manual; para el control químico se aplicó herbicida de contacto no selectivo (PARAQUAT®) dirigido directamente a la maleza (2 mL L⁻¹ de agua) y la aplicación fue con una bomba aspersora de mochila manual con campana en la boquilla. El control manual fue con azadón. Los muestreos agronómicos se realizaron a los 26, 33, 40, 47, 54, 61, 68, 75, 82 y 89 d de edad de la planta.

2.5. Rendimiento de materia seca

Un día antes de cada corte en cada parcela se tomaron al azar 2 muestras con 3 plantas cada una. Las plantas se separaron por componentes (hoja, tallo y vaina), se pesaron en una báscula granataria digital (METALTEX®) y se secaron a 55°C hasta peso constante en estufa de aire forzado (Faithful®, WGLL-230BE, China). Posteriormente, se pesaron para calcular el rendimiento de materia seca por hectárea (Rojas *et al.*, 2019).

2.6. Altura de planta

Las lecturas de 20 plantas se tomaron al azar en cada parcela experimental un día antes de cada corte y se utilizó un flexómetro (TRUPER®) de 3 m.

2.7. Radiación interceptada

Por cada parcela experimental, se tomaron 5 lecturas bajo la metodología descrita por Rojas *et al.* (2016). Esta consistió en colocar en el suelo una regla de madera de 100 cm de bajo del dosel con orientación sur-norte y se contabilizaron los cm sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal.

2.8. Composición morfológica

El peso seco de cada componente (hoja, tallo y vaina) se utilizó para calcular la composición morfológica por porcentaje (Rojas *et al.*, 2019).

2.9. Plantas por m²

Al inicio del experimento se colocaron estacas de madera para delinear 1 m² de manera aleatoria en cada parcela experimental. En cada muestreo se contó el número de plantas y se obtuvo la densidad de población por hectárea (Rojas *et al.*, 2019).

2.10. Peso por tallo

El peso por tallo se obtuvo de los datos generados en rendimiento de materia seca de las tres plantas.

2.11. Tasa de crecimiento

Se obtuvo en cada corte, la tasa de crecimiento se obtuvo dividiendo la edad de la planta (días) entre el rendimiento de materia seca (kg).

2.12. Relación hoja:tallo

Los datos originados a partir de la composición morfológica sirvieron para calcular la relación hoja:tallo, con la siguiente fórmula:

$$\text{hoja:tallo} = h / t$$

Donde:

hoja:tallo = relación hoja: tallo

h = peso seco de hoja (kg MS ha⁻¹)

t = peso seco de tallo (kg MS ha⁻¹)

2.13. Análisis bromatológico

Se determinó el análisis químico en las variedades de la soya forrajera (Salcer®, Ojo de tigre, Valente y Albina) a una edad de 26, 40, 54, 68 y 82 d. Las muestras se deshidrataron en una estufa (Riossa HCF-41 México) a 60°C durante 24 h para determinar MS (AOAC, 2005). Las muestras se molieron en una criba de 1 mm en un molino Thomas-Wiley Mill (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, USA). La proteína cruda (PC, método 920.105) y cenizas (Ce, método 942.05) se determinaron según AOAC (2005). La materia orgánica (MO) se calculó al restarle a 100 el porcentaje de cenizas. Para determinar fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se utilizó el método propuesto por Van Soest *et al.* (1991).

2.14. Digestibilidad *in situ*

Se determinó digestibilidad *In situ* en las variedades de la soya forrajera (Salcer®, Ojo de tigre, Valente y Albina) a una edad de 26, 40, 54, 68 y 82 d. bajo la metodología descrita por Rosero y Posada (2007). Para esto se utilizó un bovino hembra (Suiz-bu) con un peso vivo de 450 kg provista de cánula ruminal permanente. El bovino se alojó en corral individual techado, equipado con comedero y bebedero. Para la evaluación de cada variable se realizó un periodo de adaptación de 7 d, donde se ofreció una ración de 50% planta completa de maíz molida y 50% de la planta completa con una edad de 89 d de una variedad de soya. La evaluación de las muestras duró 72 h. El agua se ofreció a libre acceso. Para garantizar la permanencia de la muestra en la parte ventral del rumen se usó una cadena de hierro galvanizado (modificada en un extremo con un gancho de seguridad) con un diámetro de 1.5 cm y 1 m de largo, la cual se fijó al tapón de la cánula ruminal.

En bolsas de poli-seda a peso constante (10 x 20 cm; poro de 40 µm) se colocaron 3 g de muestra. Las bolsas se sellaron con cinchos de plástico (100 mm de largo x 2.5 mm de ancho). Las bolsas se incubaron en rumen por 72 h; estas se remojaron

en agua a 39 °C por 10 min antes de colocarlas en rumen. Una vez que se extrajeron de rumen se enjuagaron inmediatamente con agua corriente fría hasta que el agua de enjuague fue clara. Las bolsas con residuo se secaron a 55 °C por 72 h y se pesaron para determinar desaparición de materia seca por diferencia de peso.

2.15. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un diseño de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones. El procedimiento utilizado fue PROC GLM de SAS (2011), donde los efectos de días de corte y sus interacciones, se consideraron como fijos. La comparación múltiple de medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

3. Resultados y discusión

El rendimiento de materia seca (MS) de cuatro variedades de soya en diferentes edades de corte en la época de lluvia se observa en el Cuadro 1. El rendimiento de MS aumentó conforme aumentó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 75 después de la siembra con un promedio de 9,422 kg MS ha⁻¹; posteriormente, disminuyó independientemente de la variedad hasta el día 89 con un promedio de 7,033 kg MS ha⁻¹ ($p<0.05$). La variedad con mayor rendimiento fue Ojo de tigre con 5,562 kg MS ha⁻¹, mientras que el menor fue Salcer® con un promedio de 4,626 kg MS ha⁻¹ ($p<0.05$). Sin embargo, la variedad Albina fue la que obtuvo el mayor rendimiento en el día 75 con 12,542 kg MS ha⁻¹ ($p<0.05$).

Aponte *et al.*, (2015) reportan valores similares de 10 líneas de soya forrajera en Puerto Rico; con rendimientos a los 54 y 68 d de 5,300 y 6,573 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Tobia *et al.*, (2006) registran evaluaciones hechas en Venezuela y Costa Rica rendimientos que van de 5,000 a 13,000 kg MS ha⁻¹ a los 75 d, parecidos a los de esta investigación. Sin embargo, Vaiman *et al.*, (2010) obtuvieron resultados menores de rendimiento de MS a los que se reportan en este ensayo con

una variedad de soya forrajera; con rendimientos de MS de 2,159 kg MS ha⁻¹ a los 54 d.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca (kg de MS ha⁻¹) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedio
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	292Eb	524Da	279Db	418Eab	378
33	940DEa	1387CDa	932Cda	1119Dea	1,095
40	1,618CDEa	2,369BCDa	1,922BCDa	2,497Dea	2,102
47	2,611BCDEa	3,060ABCDa	2,868BCDa	3,978CDEa	3,129
54	5,802ABCa	6,829ABCDa	5,648ABCa	5,590BCDa	5,967
61	5,418ABCDa	6,105ABCDa	6,341ABa	6,152BCDa	6,004
68	8,303Aa	8,192ABCa	8,141Aa	8,700ABCa	8,334
75	7,492Aa	9,498Aa	8,157Aa	12,542Aa	9,422
82	6,378ABCa	8,329ABa	7,756Aa	9,562Aba	8,006
89	7,410Aba	9,331Aa	10,205Aa	11,845Aa	7,033
Promedio	4,626	5,562	5,225	5,174	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$);
ABCDE= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Por su parte Wilson *et al.*, (2011) evaluaron en Brasil el rendimiento de una variedad de soya en diferentes densidades de población y profundidad de abono. Reportaron rendimientos de 5,634 kg MS ha⁻¹ en promedio a los 68 d, siendo inferiores a los que se obtuvieron en el presente estudio en el mismo día de cosecha. En Turquía, Açıkgöz *et al.*, (2013) evaluaron el rendimiento de MS de tres variedades de soya forrajera a los 54, 68 y 82 d, obtuvo máximos rendimientos de 8,467.3, 11,356.1 y 14,225.1 de kg MS ha⁻¹, respectivamente; los cuales superan a los reportados en el

presente estudio. Por lo tanto, se demuestra que el rendimiento de MS de soya forrajera varía dependiendo la línea, variedad y fecha de corte.

La altura de la planta de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades de corte en la época de lluvia se observa en el Cuadro 2. La altura de la planta aumentó conforme pasó la edad de la planta en promedio independientemente de las cuatro variedades de soya. La máxima altura de la planta se reportó a los 82 d con 114 cm; posteriormente, disminuyó independientemente de la variedad hasta el día 89 con una altura de 109 cm. Los menores valores de altura de la planta se registraron en promedio de los días 26 hasta los 54 d cm ($p < 0.05$). En promedio, las variedades que obtuvieron la mayor altura fueron Valente y Ojo de tigre con 87 cm y menores Salcer® y Albina con 86 cm. Sin embargo, la variedad que obtuvo la mayor altura de la planta fue Valente a los 68 d con 117 cm y la menor Salcer® a los 26 d con 30 cm.

Tosquy *et al.* (2009) reportaron valores inferiores al presente estudio en dos variedades de soya en el trópico de México a diferentes densidades de siembra. A los 61 d obtuvo alturas de 44.17 a 53.93 cm, dependiendo de la densidad de población. En Cuba, Romero *et al.* (2013); evaluaron siete variedades de soya y a los 60 d después de la siembra obtuvo alturas de plantas de 48.57 cm. Açıkgöz *et al.*, (2013) reportaron altura de la planta promedio de 86.7 cm a los 54 d de edad de la planta de soya y alcanzó los 152.9 cm a los 82 d; estos resultados coinciden con los que se reportaron en el presente estudio a los 54 d, pero a los 82 d los valores que se reportaron en el presente estudio son inferiores. Por otro lado, Hernández *et al.*, (2013) evaluaron nueve variedades de soya forrajeras en Venezuela y reportaron alturas en promedio de 67.4 cm a los 75 d, los cuales son inferiores a lo que se encontraron en el presente estudio. Basurto *et al.*, (2016) evaluaron las mismas variedades de soya forrajera que el presente estudio en condiciones de clima diferente, la variedad que obtuvo una mayor altura en promedio fue Ojo de tigre con 95.1 cm, lo cual coincide con lo que se obtuvo en el presente estudio, ya que Ojo de tigre y Valente promediaron 87 cm de altura.

Cuadro 2. Altura de la planta (cm) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	Promedios
26	30Fa	32Fa	32Fa	32Fa	32
33	45Ea	45Ea	42Ea	45Ea	44
40	62Da	61Da	61Da	63Da	62
47	81Ca	81Ca	78Ca	80Ca	80
54	92Ba	94Ba	96Ba	91Ba	93
61	107Aa	112Aa	109Aa	108Aa	109
68	109Aa	115Aa	117Aa	108Aa	112
75	111Aa	110Aa	113Aa	108Aa	111
82	114Aa	115Aa	114Aa	111Aa	114
89	109Aa	109Aa	109Aa	110Aa	109
Promedios	86	87	87	86	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= Medidas con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Las plantas por m^2 de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades después de corte en la época de lluvia se observan en el Cuadro 3. En promedio, la cantidad de plantas por m^2 disminuyó conforme creció la planta de las cuatro variedades de soya; partiendo de 24 plantas por m^2 a los 26 días a terminar con 19 plantas por m^2 a los 89 d. Albina fue la variedad que mostró una mayor densidad de población durante todo el ciclo productivo en promedio ($p < 0.05$) con 25 plantas por m^2 , mientras que Salcer® mostró un menor número de plantas por m^2 con 16 plantas en promedio, por su parte Ojo de tigre y Valente mostraron valores similares con 22 y 21 plantas por m^2 respectivamente.

Por su parte, Forero *et al.*, (1986) evaluaron soya para forraje obteniendo una población de 36 plantas por m², densidad de población superior a los que se reportaron en el presente estudio, donde la densidad más alta es 25 plantas por m² de la variedad Albina. Roche *et al.*, (1990) evaluaron 74 variedades de soya forrajera con una densidad de población de 20 plantas por m² y reportaron rendimientos de hasta 4,360 kg de MS ha⁻¹ a los 65 d y 7,880 kg de MS ha⁻¹ a los 78 d; estos valores son inferiores a los que se reportaron en el presente estudio, ya que con ese mismo número de plantas a los 68 y 75 d se reportó un rendimiento de 9,422 y 8,006 kg de MS ha⁻¹, respectivamente.

Hintz y Albrecht (1992) en Estados Unidos evaluó tres variedades de soya forrajera con densidades de población de 28 y 89 plantas por m², obtuvo rendimientos similares con ambas densidades a los 75 días con 7,500 y 7,300 kg de MS ha⁻¹ en promedio respectivamente. Tobia y Villalobos (2004) utilizaron 19 plantas por m² en la siembra de una variedad de soya forrajera en Costa Rica y obtuvieron un rendimiento de 4,800 kg de MS ha⁻¹ a los 61 d, los cuales son inferiores a los que se reportaron en el presente estudio a esa misma edad. Tosquy *et al.*, (2010) evaluó dos variedades de soya con tres densidades de población 20, 30 y 40 plantas por m² y encontró las mejores características de desarrollo del cultivo y comportamiento agronómico a una densidad de 20 plantas por m². Gaso (2018) evaluó densidades de población de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 plantas por m² en diferentes ambientes y encontró el mejor rendimiento al final del ciclo en la densidad de 30 plantas por m². Mientras que en el presente estudio se reportó el mejor rendimiento en la densidad de población de 20 plantas por m² a los 75 d.

La radiación interceptada de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en época de lluvias se muestra en el Cuadro 4. La radiación interceptada aumentó conforme pasó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 61 con un promedio de 96 %, el cual se mantuvo hasta el día 68; posteriormente disminuyó independientemente de la variedad hasta el día 89 con un promedio de 84 %. La variedad Albina a los 68 d alcanzó 99 cm

($p < 0.05$) siendo la mayor, sin embargo, en promedio Albina mostró una menor radiación interceptada con 77 cm. El porcentaje recomendado de radiación interceptada es de 94 % y en el presente estudio se alcanza a los 54 d en promedio.

Cuadro 3. Plantas por m² de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	20Aa	25Aa	23Aa	28Aa	24
33	20Aa	24Aa	22Aba	27Aa	23
40	17Ab	23Aab	22ABab	27Aa	22
47	17Aa	22Aa	22Aba	26Aa	22
54	16Aa	22Aa	21ABCa	26Aa	21
61	16Aa	21Aa	21ABCa	25Aa	21
68	15Aa	21Aa	21ABCa	23Aa	20
75	15Aa	21Aa	19BCDa	23Aa	20
82	14Aa	21Aa	19CDa	22Aa	19
89	14Ab	20Aab	18Dab	22Aa	19
Promedios	16	22	21	25	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= Medidas con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Vaiman *et al.*, (2010) evaluaron en Argentina la radiación interceptada de un cultivo de soya; reportaron valores de 85 % a los 89 d, siendo valores similares a los que se reportaron en el presente trabajo a la misma edad de la planta con 84 %. Giayetto *et al.*, (2011) en Argentina evaluaron el efecto de la radiación interceptada de maíz y soya intercalados; mencionan que la radiación interceptada influye directamente sobre las respuestas de los componentes de la planta y rendimiento. Por su parte,

Leguizamón y Verdelli (2011) evaluaron radiación interceptada en soya-maíz en sistemas de cultivos en franjas y monocultivo y obtuvo en promedio máximo 45 % de radiación interceptada, lo cual difiere de los promedios que se reportaron en el presente estudio posiblemente por la densidad de plantas y clima. Díaz *et al.*, (2008) evaluaron en Argentina el intercultivo maíz-soya y señala que la soya alcanzó el 95 % de radiación interceptada a los 54 d, lo cual coincide con lo que se reportó en el presente estudio con 94 % también a los 54 días de edad de la planta. Esteban (2018) evaluó diferentes densidades de soya y reportó 59.3 % de radiación interceptada a los 61 d, lo cual difiere con lo que se reportó en el presente estudio el cual presentó 96 % de radiación interceptada a los 61 d.

Cuadro 4. Radiación interceptada (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	31Da	28Da	28Da	23Da	28
33	58Ca	51Ca	51Ca	48Ca	52
40	70BCa	77Ba	71Ba	72Ba	73
47	93Aa	88ABa	93Aa	83ABa	89
54	94Aa	94Aa	94Aa	93Aa	94
61	96Aa	96Aa	98Aa	95Aa	96
68	96Aa	92Aa	99Aa	96Aa	96
75	93Aa	93Aa	91Aa	91Aa	92
82	92Aa	91Aa	91Aa	86ABa	90
89	85ABa	84ABa	83ABa	82ABa	84
Promedios	81	79	80	77	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$);
 ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

La composición morfológica de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en época de lluvias se muestra en el Cuadro 5. El mayor componente hoja lo obtuvo la variedad Valente con 73 % en el día 26 de siembra y el menor la variedad Salcer® con 14 % en el día de corte 89 ($p>0.05$). Por otra parte, la variedad de soya Albina en el día 61 de siembra obtuvo el mayor componente tallo con el 67 % y el menor la variedad Valente con el 27 % en el día de corte 26 ($p>0.05$). En cuanto a la cantidad de vaina en las cuatro variedades inicia en el día de corte 68 con un promedio de 8 %, sin embargo, las variedades que obtuvieron mayor porcentaje de vaina en el último día 89 fueron Salcer® y Albina con un promedio de 45 % de vaina ($p > 0.05$).

Por su parte, Hintz y Albrecht (1992) evaluaron el efecto de la densidad de siembra de 280,000 y 890,000 plantas ha^{-1} , espacio entre surcos de 20 y 75 cm, estados de madurez al corte de 54, 68, 82 y 96 d, sobre la repartición en materia seca de los componentes morfológicos, en tres variedades de soya, coinciden que la fracción hoja disminuye conforme avanzan los estadios de corte, de 708 g kg^{-1} a los 54 d a 168 g kg^{-1} a los 96 d; mientras que, la cantidad de tallos aumentó, alcanzando el máximo valor a los 82 d y posteriormente disminuyó a causa de la aparición de flores y frutos, ocurriendo la formación de vaina a los 82 d, comportamiento igual con lo reportado en esta investigación. Otros investigadores (Hintz y Albrecht, 1994; Acikgoz *et al.*, 2007) mencionaron que el efecto de la variedad de soya y densidad de siembra es de mínima magnitud en los componentes vegetales hoja y tallo de la planta como lo expresado en este estudio.

Cuadro 5. Composición morfológica (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades de corte.

Edad planta (días)	Variedades											
	Salcer®			Ojo de tigre			Valente			Albina		
	Hoja	Tallo	Vaina	Hoja	Tallo	Vaina	Hoja	Tallo	Vaina	Hoja	Tallo	Vaina
26	62Aa	38Cb	---	65Aa	35Cb	---	73Aa	27Cb	---	71Aa	29Db	---
33	55Aa	45Cb	---	57Ba	43Cb	---	58Ba	42Bb	---	61Aba	39Cb	---
40	54Aa	46Cb	---	52Ba	48Cb	---	52BCa	48Bb	---	48Bb	52Ba	---
47	48ABb	52Ba	---	47Cb	53BCa	---	45Cb	55Ba	---	47Bb	53Ba	---
54	41Bb	59ABa	---	40Db	60ABa	---	39Cdb	61ABa	---	38Cb	62Aa	---
61	36Bb	64Aa	---	36Eb	64ABa	---	37Cdb	63Aa	---	33Cb	67Aa	---
68	30Cb	60ABa	10CDc	30Eb	65Aa	5CDc	30Db	62Aa	8Cc	29Cdb	62Aa	8CDc
75	25Cb	56Ba	19Cc	28Fb	56Aa	15BCb	25Eb	57ABa	18BCc	26Cdb	50Ba	23BCb
82	20Dc	49Ba	31Bb	23Fb	50Ca	26ABb	21Ec	48Ba	30Bb	22Db	48BCa	29Bb
89	14Eb	41Cb	45Aa	18Gb	43Ca	39Aab	17Fb	42Ba	41Aa	16Ec	39Cb	45Aa
Promedios	39	51	11	40	52	9	40	51	10	39	50	11

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$);

ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

El peso del tallo de 4 variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en la época de lluvia se muestra en el Cuadro 6. El peso del tallo aumentó conforme pasó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 68 después de la siembra con un promedio de 78.38 g; posteriormente disminuyó independientemente de la variedad hasta el día 89 con un promedio de 63.96 g. La variedad que obtuvo el mayor peso de tallo fue Salcer® con un promedio de 48.18 g, mientras que el menor fue Ojo de tigre con un promedio de 41.23 g. Así también, Salcer® a los 68 d fue la variedad que obtuvo el mayor peso de tallo con 94 g.

Cuadro 6. Peso de tallo (g) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	1.67Da	2.17Ca	1Ca	1.33Ea	1.54
33	6.50Da	7.17Ca	5Ca	5.167Ea	5.96
40	13.17CDa	14.33Ca	13Ca	15.16DEa	13.92
47	24.83BCDa	21.17BCa	22BCa	27.50CDEa	23.88
54	61.83ABCa	55.33ABb	49ABc	43.50BCDc	52.42
61	64.67ABa	53.83ABb	58Ab	50.33BCb	56.71
68	94.00Aa	73.17Ab	73Ab	73.33ABb	78.38
75	82.67Aa	73.33Ab	71Ab	84.50Aa	77.88
82	67.17ABa	57.33ABb	60Ab	70.16Aba	63.67
89	65.33ABa	54.50ABb	69Aa	67.00Aba	63.96
Promedios	48.184	41.23	42.10	43.80	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$);
ABCDE= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Merino (2006) caracterizó morfológica y agronómicamente cuatro variedades de soya en Cuba y encontró a los 60 d después de la siembra pesos promedios de 5.22 g, los cuales son muy inferiores a los mostrados en el presente estudio. Maqueira *et al.*, (2016) realizaron un estudio del crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de soya y encontró pesos de tallos de hasta 9 g a los 89 d. Díaz *et al.*, (2003) evaluó cuatro variedades de soya forrajera en Cuba y reportó pesos de tallos promedio de hasta 77 g a los 90 d, los cuales son similares a los del presente estudio con 63.9 g a los 89 d. Tobia y Villalobos (2004) evaluaron la producción de forraje de una variedad de soya en condiciones tropicales adversas y reportaron pesos de tallo de hasta 100 g a los 89 d, los cuales son superiores a los reportados en el presente estudio. Hernández *et al.* (2013) estudiaron 10 variedades de soya forrajera en Venezuela y reportaron pesos promedios de 82 g a los 89 d; mientras que en el presente estudio el promedio es de 63.96 g a los 89 d.

La relación hoja:tallo de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en la época de lluvia se observa en el Cuadro 7. La relación hoja:tallo disminuyó conforme pasó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 61 después de la siembra. Inició con una relación hoja:tallo de 2.40 en promedio al día 26 después de la siembra y en el 61 llegó a 0.48 para mantenerse de esa manera hasta el día 68 ; posteriormente continuó en disminución hasta el día 89 después de la siembra con 0.39. Cabe destacar que la variedad que obtuvo una mayor relación hoja:tallo fue Albina con 0.93 en promedio, mientras que la de menor valor fue Salcer® y Ojo de tigre con 0.86 cada una.

Bianchi *et al.*, (2004) reportan valores superiores al evaluar una variedad de soya en 10 hectáreas para pastoreo a los 47, 53, 63 y 75 d, encontraron una relación hoja:tallo de 1.6 a los 63 d. Alatorre *et al.*, (2018) evaluaron tres leguminosas forrajeras herbáceas en condiciones de trópico seco en México y reportaron el promedio máximo de relación hoja:tallo de 1.6, el cual coincide con el promedio que se reportó en el presente estudio a los 33 d con 1.42 de relación hoja:tallo. Rojas *et al.* (2017) evaluaron en el altiplano de México el rendimiento de cinco variedades de

alfalfa de manera estacional y reportaron en los valores en promedios más altos de 1.55 de relación hoja:tallo en invierno, los cuales son similares a los que se reportaron en el presente estudio a los 33 d con 1.42 de relación hoja:tallo. Dávila *et al.*, (2011) al evaluar tres variedades de anís forrajero en Venezuela reportaron una relación hoja:tallo promedio de 2.3 con frecuencias de corte de 35 d, valores que son similares a los que se reportaron en el presente estudio a los 26 d de edad de la planta con una relación hoja:tallo de 2.4. Lagunes *et al.*, (2019) reportaron una relación hoja:tallo máximo de 1.45, al evaluar el rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas en el trópico de México, las cuales son similares a los valores que se reportan en el presente estudio con 1.42 a los 33 d.

La tasa de crecimiento de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en la época de lluvia se presenta en el Cuadro 8. La tasa de crecimiento aumentó conforme pasó la edad de la planta en promedio de las cuatro variedades de soya hasta el día 54; con un promedio de 111 kg MS ha⁻¹ día⁻¹; posteriormente disminuyó en el día 61; sin embargo, en el día 68 aumentó en promedio 123 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. En promedio, la mayor tasa de crecimiento se obtuvo a los 75 d después de la siembra con 126 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. La variedad Albina a los 75 d muestra mayor tasa de crecimiento con 167 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. Así como también en promedio Albina destacó del resto con una tasa de crecimiento de 95 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

Por su parte, Bodrero (2003) encontró que con una radiación interceptada de 95 % obtuvo 120 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ al evaluar factores genéticos y ambientales que influyen sobre el rendimiento de la soya en Argentina, así como también mencionó que condiciones favorables de temperatura, radiación solar, disponibilidad de agua, de nutrientes y buen estado estructural del suelo, contribuyen a una mayor tasa de crecimiento del cultivo, estos valores son similares a los que se reportaron en el presente estudio a los 54 d. Pergolini (2005) evaluó el efecto de la fertilización con N y S sobre el crecimiento y rendimiento del doble cultivo trigo y soya reportando tasas de crecimiento de hasta 150 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 68 d, los cuales son

superiores a los que se reportaron en el presente estudio con 126 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 68 d.

Cuadro 7. Relación hoja:tallo de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	Promedios
26	2.05Aa	2.13Aa	2.66Aa	2.77Aa	2.40
33	1.27ABCa	1.34Ba	1.40Ba	1.67Ba	1.42
40	1.40ABa	1.12BCa	1.12BCa	0.93Ca	1.14
47	0.92ABCa	0.91BCDa	0.82BCDa	0.91CDa	0.89
54	0.73BCDa	0.67CDa	0.65CDa	0.62CDEa	0.67
61	0.58DCa	0.57Da	0.59CDa	0.49DEa	0.56
68	0.50DCa	0.47Da	0.49CDa	0.47Ea	0.48
75	0.44Da	0.51Da	0.44CDa	0.51CDEa	0.48
82	0.40Da	0.45Da	0.43Da	0.47Ea	0.44
89	0.33Da	0.42Da	0.40Da	0.42Ea	0.39
Promedios	0.86	0.86	0.90	0.93	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Por su parte, Ressia *et al.* (2003) reportan tasa de crecimiento de 177 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ al evaluar el rendimiento y crecimiento de una variedad de soya con diferentes tipos de labranza los cuales son superiores a los que se reportaron en el presente estudio con promedio máximo de 95 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹. Martínez *et al.*, (2009) presentó tasa de crecimiento de 129.6 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 54 d al evaluar crecimiento y rendimiento de dos variedades de soya en Argentina, los cuales son superiores a los que se reportaron en el presente estudio con 111 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹. Martignone *et al.*, (2011) evaluó la respuesta al espaciamiento de cuatro

variedades de soya y reportó tasas de crecimiento de 174 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 75 d, los cuales son también superiores a los que se reportaron en el presente estudio con 126 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹.

Cuadro 8. Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	11Db	20Ba	11Cb	16Dab	15
33	29CDa	42ABa	28Ca	34CDa	33
40	41BCDa	59ABa	48Bca	62BCDa	53
47	56ABCDa	65ABa	61ABCa	85BCDa	67
54	108ABa	127Aa	105Aba	103ABCa	111
61	89ABCa	100ABa	104Aba	101ABCa	99
68	122Aa	120Aa	120Aa	128ABa	123
75	100ABCa	126Aa	109Aba	167Aa	126
82	78ABCDa	102ABa	95Aba	117ABa	98
89	83ABCDa	105ABa	115Aa	133ABa	109
Promedios	72	87	80	95	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

La materia seca aumentó conforme creció la planta, en promedio las cuatro variedades de soya contenían 16 % en el día 26 y 29 % a los 82 d. La variedad Valente en el día 26 mostró el menor contenido de materia seca ($p < 0.05$); mientras, la variedad Albina en el día 40 y 54 de edad de la planta mostró los contenidos más altos respecto al resto de las variedades con 19 % ($p > 0.05$).

Cioffi *et al.* (2012) mostraron 18.53 % de MS a los 55 d y 25.34 % a los 85 d en una variedad de soya forrajera de Costa Rica, estos valores son similares a que se reportaron en el presente estudio con las mismas edades de la planta.

Olave y Castellar (1987) determinaron la calidad nutricional del forraje de dos variedades de soya a los 46 d en Colombia y reportaron 20.67 % de MS, los cuales son superiores a los que se reportaron en el presente estudio a los 40 d en promedio, pero similares a los que muestra la variedad Albina a esa misma edad. Martínez *et al.*, (2010) evaluaron cultivos de maíz y soya en monocultivo y asociados para forraje en España; reportaron promedios de 27 % de MS, valores similares a lo que se mostraron en el presente estudio a los 82 d (Cuadro 9).

Por otro lado, Trujillo *et al.* (2016) reportaron el contenido de humedad y nivel de compactación del suelo sobre algunas características bromatológicas de cultivos de soya en Venezuela y reportó contenidos de MS de 89.7% en promedio a los 75 d, los cuales son muy superiores a los que se reportaron en el presente estudio con un máximo de 29 % de MS a los 82 d. Vega *et al.*, (1988) al evaluar la composición química de 83 variedades de soya forrajera en Cuba reportó valores de materia seca que van desde 19 % hasta 30 % a los 64 d, estos valores son similares a los promedios que se reportan en el presente estudio (Cuadro 9).

Cuadro 9. Materia seca (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	17Ca	17BCa	15Db	17Ca	16
40	16Db	16ACb	16Db	19Ba	17
54	18Cb	18Bb	18Cb	19Ba	18
68	23Bb	24Aa	23Bb	24Ba	24
82	29ACa	29Aa	28Ab	28Ab	29
Promedios	21	21	20	21	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

El contenido de cenizas de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de corte en la época de lluvia se observa en el Cuadro 10. El contenido de cenizas promedio de las cuatro variedades de soya que mostró su mayor valor en el día 26; posteriormente, en el día 40 bajó para mantenerse en ese valor hasta los 68 d y a los 82 d bajó a 8 %. Sin embargo, la variedad Albina a los 40 d obtuvo el menor contenido de cenizas con respecto al resto de las variedades con 9.18 % ($p < 0.05$), así como en promedio obtuvo 11%.

Díaz *et al.* (2003) realizaron análisis bromatológico a cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de la planta en Cuba, en promedio reporta valores de hasta 8.0 %, los cuales son similares a los que se reportan en el presente estudio en el día 82. Tobia y Villalobos (2004) evaluó la producción y valor nutricional de una variedad de soya forrajera en condiciones tropicales y reporta contenidos de 5.5% de cenizas a los 75 d, valores inferiores a los que se tienen en el presente estudio en promedio y en cada uno de los días de evaluación. Cioffi *et al.*, (2012) realizaron análisis bromatológico al forraje de soya en diferentes edades reportaron promedios máximos de 12.3 % de cenizas a diferentes edades, los cuales son similares a los que se reportaron en el presente estudio con promedios máximos de 11 %. Acevedo *et al.*, (2018) evaluaron el valor nutricional de 3 leguminosas forrajeras mostró valores de 11.09 % de cenizas a los 70 d, dichos valores coinciden con los que se reportaron en el presente estudio con 10 % de cenizas a los 68 d después de la siembra.

El contenido de materia orgánica de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades de corte en la época de lluvia se observa en el Cuadro 11. Estas, en promedio presentan un mayor contenido a los 89 d con 93 % independientemente de la variedad y el menor contenido a los 26 d con 89 %. La variedad Albina a los 68 d presenta el menor contenido con 85 %. En promedio Salcer® y Albina son las variedades que presentaron mayor contenido de materia orgánica con 91 % cada una.

Cuadro 10. Cenizas (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	Promedios
26	11.58Aa	10.64ABa	11.45Aa	11.58Aa	11.57
40	10.20ABa	11.22Aa	11.22Aa	9.18Ab	10.20
54	9.09BCa	10.10ABa	10.10Ba	9.09Aa	10.10
68	8.33Ca	8.33BCa	8.33BCa	16.66Aa	10.52
82	6.38Db	7.29Cab	8.24Cab	9.18Aa	8.33
Promedios	9.37	9.92	10.33	11.45	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Autores como Díaz *et al.*, (2003) y Tobia-Villalobos(2004) obtuvieron 92 y 94.5 % de materia orgánica a los 89 y 75 d, respectivamente; siendo valores similares a los del presente estudio. Trujillo *et al.*, (2016) evaluaron en Venezuela una variedad de soya en diferentes condiciones de humedad y compactación del suelo y en su análisis bromatológico reportó contenidos de materia orgánica de 81.52 % a los 72 d. Por su parte, Martínez *et al.*, (2010) evaluaron soya forrajera como monocultivo y asociada con maíz en España y reportó en monocultivo valores de 90 % de materia orgánica en promedio, los cuales son similares a los promedios que se reportaron en el presente estudio. Sosa *et al.*, (2020) reportaron la composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales en México y reportó 93.2 % de materia orgánica en promedio, dichos resultados son similares a los que se reportaron en el presente estudio con hasta 93% de materia orgánica a los 82 d.

En el Cuadro 12 se observa el contenido de proteína cruda de cuatro variedades de soya forrajera. Independientemente de las cuatro variedades de soya se obtuvo mayor contenido de proteína cruda en el día 26 de edad de la planta con 19 % y el porcentaje más bajo se obtuvo en el día 82 con 12 %. Sin embargo, la variedad

Salcer® en promedio obtuvo el mayor contenido de proteína cruda con 17.70 % y la menor Albina con 15.62 % ($p > 0.05$).

Cuadro 11. Materia orgánica (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	Promedios
26	89Da	90BCa	89Ca	89Aa	89
40	90CDb	89Cb	89Cb	91Aa	90
54	91CBa	90BCa	90Ba	91Aa	91
68	92Ba	92ABa	92ABa	85Aa	90
82	94Aa	93Aab	92ABab	91Ab	93
Promedios	91	91	90	89	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

Hernández *et al.*, (2013) evaluaron en Venezuela el potencial forrajero de 10 variedades de soya, reportó porcentajes de proteína cruda de 15.7 en promedio de los componentes hoja, tallo y vaina a los 75 d, valores similares a los promedios del presente estudio. Díaz *et al.*, (2003) publicó a los 54 d valores de 21.7 % de proteína cruda de la planta completa, valores parecidos en el día de corte 26 del presente estudio.

Tobia y Villalobos (2004) en el día 68 de edad de la planta reporta porcentajes de proteína cruda de 20.2. Barrientos (2010) reporta promedios de 16.8 % de proteína cruda en forraje de soya en pellet. Açıkgöz *et al.*, (2013) evaluaron tres variedades de soya forrajera en Turkia y reportó valores promedio de proteína cruda de 16.8 % los cuales son similares a los que se reportarán en el presente estudio con un promedio de 16 %. Por su parte, Asekova *et al.*, (2016) realizó analisis

bromatológico a 181 líneas de soya forrajera en Turkia y reportó promedios 19.6 % a los 82 d.

Cuadro 12. Proteína cruda (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	21.05Aa	20.27Aa	18.75Aa	20.00Aa	20.00
40	20.41Aa	17.34ABa	17.35Aa	16.33Aa	18.37
54	15.15BCab	16.16Ba	15.15ABab	11.11Bb	14.14
68	16.16Ba	14.58BCa	17.70Aa	17.77Aa	16.84
82	12.76Ca	11.45Ca	12.37Ba	11.22Ba	12.50
Promedios	17.70	16.49	16.49	15.62	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

El contenido de fibra detergente neutro de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de la planta se muestra en el Cuadro 13. En promedio a los 82 d se obtuvo el mayor contenido de fibra detergente neutro con 60 % mientras que el menor contenido se obtuvo a los 26 d con 52 %; sin embargo, la variedad Valente es la que en promedio obtuvo el menor contenido de fibra detergente neutro con 55 % y el mayor contenido con 57 % las variedades Albina y Ojo de tigre.

Bartaburu (2004) reportó en cultivos de soya para pastoreo para producción de leche reporta porcentajes de fibra detergente neutro de 40 %, estos, son menores a los promedios que se encontraron en el presente estudio. Tobia y Villalobos (2004) también muestra valores de 40 % en promedio. Hernández *et al.*, (2013) en su análisis bromatológico realizado a los componentes de la planta de 10 variedades de soya forrajera encontró promedios de fibra detergente neutro de 47 % para vainas, 38.5 % hojas y 66.4 % tallos.

Aponte *et al.*, (2015) evaluaron el valor nutrimental de 10 líneas de soya forrajera en Puerto Rico y reportaron promedios de 42.6 % de FDN a 82 d, los cuales son inferiores a los que se reportaron en el presente trabajo con promedio de 60 % de FDN en esa misma edad de planta. Díaz *et al.*, (2003) evaluó la caracterización bromatológica de cuatro variedades de soya forrajera en Cuba y reportó en promedio 58.3 % valores similares a los que se encontraron en el presente estudio con hasta 57% de FDN.

Cuadro 13. Fibra detergente neutro (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	Promedio
26	54.74Ba	53.19Ba	53.12Ca	55.78Ba	54.73
40	53.06Ba	55.10ABa	54.08BCa	54.08Ba	54.08
54	59.60Aa	59.60ABa	58.59ABa	60.60Aa	59.59
68	58.33ABa	62.50Aa	57.29ABCa	63.33ABa	60.00
82	64.89Aa	62.50Aa	60.82Aa	61.22ABa	62.50
Promedios	58.33	58.76	56.70	59.37	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

En el Cuadro 14 se muestra el contenido de fibra detergente ácido de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades de la planta. El menor contenido de fibra detergente ácido se muestra a los 26 d con promedio de 31 % y el de mayor contenido se obtuvo a los 54 d con 39.39 % de fibra detergente ácido. La variedad Albina a los 54 d obtuvo el mayor porcentaje de fibra detergente ácido con 40.40 ($p > 0.05$).

Díaz *et al.*, (2003) al evaluar el comportamiento químico de cuatro variedades de soya forrajera reporta porcentajes de fibra detergente ácido máximos de 42.8 y mínimos de 41.4 en promedio, los cuales son similares a los que se obtuvo en el presente estudio a los 54 d. Aponte *et al.*, (2015) en fibra detergente ácido reportó

valores de 33.3 % en promedio que son similares a los que se reportaron en el presente estudio con hasta 35 % de fibra detergente ácido. Reta *et al.*, (2013) evaluaron cuatro variedades de soya forrajera en la comarca lagunera México y reportó valores de hasta 38 % de fibra detergente ácido en promedio a los 82 d, dicho resultado coincide con el obtenido en el presente estudio con 39 % de fibra detergente ácido a los 54 d.

Gallardo y Gagiotti (2003) en Argentina reportó 41.9 % de fibra detergente ácido a los 89 d, en el presente estudio estos valores son similares a los 54 d en promedio. Montaña (2006) evaluó una variedad de soya forrajera Huasteca 200 en la comarca lagunera México y reportó promedios de fibra detergente ácido de 36.76 % a los 74 d, los cuales son similares a los que se reportaron en el presente estudio a los 68 d con 34 %.

Cuadro 14. Fibra detergente ácido (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedios
	Salcer [®]	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	34.74Ba	29.78Cc	30.20Cbc	33.68Bab	32.63
40	34.68Ba	35.71Ba	36.73ABa	35.71Ba	35.71
54	38.38Aa	39.39Aa	38.38Aa	40.40Aa	39.39
68	33.33Bb	37.50ABa	35.41ABab	36.66Bab	35.79
82	36.17Ba	34.37Ba	34.02BCa	34.69Ba	35.42
Promedios	35.41	35.05	35.05	36.45	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$). ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

La digestibilidad *In situ* de la materia seca de cuatro variedades de soya forrajera en diferentes edades de la planta se muestra en el Cuadro 15. La mayor digestibilidad *In situ* se obtuvo a los 26 d con 68 %, la menor digestibilidad *In situ* se obtuvo a los 54 d con 57 %; sin embargo, la variedad Albina y Valente muestran el

mayor porcentaje de digestibilidad *In situ* a los 26 d con 69 % y en promedio la variedad Valente fue la que obtuvo la digestibilidad más alta con 65 % ($p > 0.05$).

Valores similares de digestibilidad se obtuvo por parte de Romero (2005) y Bartaburu (2004) al evaluar *In vitro* el forraje de soya para pastoreo, reportan porcentajes de 68 % y 77 % en promedio de la planta completa. Acevedo (2018) evaluó la degradabilidad *In situ* de tres leguminosas anuales en El Salvador y reportó valores máximos de degradabilidad de 76.20 % a los 70 d, los cuales son superiores a los promedios que se reportaron en el presente estudio a los 68 d con 63% de digestibilidad. Contreras *et al.*, (2019) evaluó de degradabilidad de trébol rojo asociado con pasto Ryegrass italiano en Perú y reportó 71.44 % de degradabilidad a los 84 d, dicho porcentaje es superior al que se reportó en el presente estudio con 63% a los 82 d. Sosa *et al.*, (2020) reportaron la digestibilidad *In situ* de cuatro leguminosas forrajeras en el trópico de México y obtuvo hasta 80 % a los 30 d, mientras que en el presente estudio a esa misma edad se obtuvo 68% de digestibilidad *In situ*.

Cuadro 15. Digestibilidad *In situ* de la materia seca (%) de cuatro variedades de soya forrajera a diferentes edades.

Edad planta (días)	Variedades				Promedio
	Salcer®	Ojo de tigre	Valente	Albina	
26	67Aa	68Aa	69Aa	69Aa	68
40	65Aa	62Aba	65ABa	64Aa	64
54	57Aa	56Ba	60Ba	56ABa	57
68	64Aa	62Aba	65ABa	63ABa	64
82	62Aa	61Aba	65ABa	64Aa	63
Promedios	63	62	65	63	

ab= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$).

4. Conclusiones

La variedad de soya Ojo de tigre mostro mayor rendimiento de materia seca, mientras que Albina al obtener a los 61 días de corte el 95 % de radiación interceptada podría recomendarse para esta región al tener características de calidad y cantidad.

Por otra parte, Salcer[®] obtuvo la mayor cantidad de proteína cruda, sin embargo, se debe seguir estudiando estas variedades de soya en producción de carne y leche para ampliar el panorama de decisiones.

La digestibilidad *in situ* de las cuatro variedades es similar en los periodos del tiempo evaluados; por lo que se puede usar cualquier variedad a los 61 días sin que se vea afectada su digestibilidad.

5. Literatura citada

Acevedo, C. G. S., Martínez, A. E. A. y Pérez, M. E. A. (2018). Evaluación de calidad nutricional y rendimiento de leguminosas tropicales, *Vigna* (*Vigna sinensis*.), *Lablab* (*Dolichos lablab* L) y *Canavalia* (*Canavalia ensiformis* L.). Tesis de grado para obtener el grado de ingeniero agrónomo.

Asekova, S., Han, S., Choi, H., Park, S., Shin, D., Kwon, C., Shannon, J. y Lee, J. (2016). Determination of forage quality by near-infrared reflectance spectroscopy in soybean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 40 (3). 45-52. Disponible en: <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/>

-
- Acikgoz, E., Sincik, M., Oz, M., Albayrak, S., Wietgreffe, G., Turan, Z. M., Goksoy, A. T., Bilgili, U., Karasu, A., O. Tongel and Canbolat, O. 2007. Forage soybean performance in mediterranean environments. *Field Crops Research*. 103: 239–247.
- Alatorre, H. A., Guerrero, R. J., Olvera, H. J. I., Aceves, R. E., Vaquera, H. H. y Vargas, L. S. (2018). Productividad, características fisicoquímicas y digestibilidad *in vitro* de leguminosas forrajeras en trópico seco de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol 9 (2). 296-315. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4361>
- AOAC (Association of Official Analytic Chemists). 2005. Official methods of analysis. 18 th ed. Association of Official Analytic Chemists, Washington, D. C., USA. 1094 p.
- Aponte, A., Valencia, E. C. y Beaver, J. (2015). Producción de biomasa y valor nutritivo de líneas de soya forrajera (*Glycine max L. Merr.*) en el noroeste de Puerto Rico. *J. Agric. P. R.* Vol. 99 (1). 19-36.
- Barrientos, B. J. A. (2010). Producción de peletizado a partir de forraje de soya (*glycine max. l. merr. var cigras 06*) para la alimentación en bovinos de carne y leche. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero agronomo.
- Basurto, G. R., Anaya, E. A. M. y Reyes, M. L. (2016). Reunion Nacional de Investigación Pecuaria Memoria. Vol. 1 (1). ISSN 24485284.
- Bartaburo, D. (2004). Soya para pastoreo. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111_34.pdf.
- Benítez, B. Bernal-Hernández, A., Cortés-Díaz, E., Vera-Castillo, Gil y Carrillo-Anzures, F. 2010. Producción de forraje de guaje (*Leucaena spp.*) asociado

con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 1: 397-411.

Bianchi, G., Garibotto, G. y Peculio A. 2004. El pastoreo de soya como alternativa para la terminación de corderos en verano. Agrociencia. 10(2): 23-27.

Bodrero, M. 2003. Jornada nacional de soya. algunos factores genéticos y ambientales que influyen sobre el rendimiento de la soya. Serie de actividades de difusión N° 325.

Cioffi, R., Tobía, C., Rosendo, O., Freitez, L., Urdaneta, D. y Villalobos, E. (2012) Efecto de la edad de corte sobre la biomasa, composición bromatológica y digestibilidad *in vitro* del heno de soya (*Glycine max* L. Merr.) cultivar CIGRAS 06. Gacetas de Ciencias Veterinarias. 17 (2). 49-59

Contreras, P. L. J., Margoreth, A. M., Felipe, C. E., Cordero, F. A. G. y Ramos, E. Y. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y residuos de cosechas en bovinos Brown Swiss. Revista Internacional Veterinaria de Perú, vol. 30 (3). 1117-1128. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16601>

Dávila, Ciro., Diannelis, U. y Castro, F. (2011). Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoii*) en el estado Mérida. Zootecnia Tropical. 29 (1). 7-15.

Díaz, M. F., Padilla, C., Torres, V., González, A., Curbelo, F. y Noda, A. 2003. Caracterización bromatológica de variedades de soya (*Glycine max*) en producción de forrajes, forrajes integrales y granos en siembras de verano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 37(3): 311-317.

Díaz, M. F., González, A., Padilla, C. y Curbelo, F. 2003. Comportamiento de variedades de *Glycine max*, sembradas en junio, en producción de forrajes, forrajes integrales y granos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 37(1): 59-64.

-
- Díaz, M.G., Kootel, W., López, R., Cavigilia, O., Peltzer., Hugo. y Blazaco, E. (2008). Evaluación de diferentes proporciones de maíz-soja en intercultivo en surcos. Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Pag. 1-5.
- Enciso-Maldonado, G, Sanabria-Velázquez, A, Fernández-Riquelme, F., Díaz-Nájera, J., Fernández-Salinas, P. and Lugo-Pereira, W. 2021. Soybean yield components at different densities and planting seasons in Paraguay. *Agronomía Colombiana*. 39(1): 12-21.
- Esteban, L. E. (2018). Rendimiento y contenido de nitrógeno y soja bajo densidades de siembra contrastantes. Universidad Nacional del Centro de las Provincia de Buenos Aires. Practica pre profesional de ingeniería.
- Forero, P. J. A., Nuñez, A. C. J. y Castellar, N. P. 1986. Efecto de la densidad de población y la fertilización en el cultivo de soja (*Glicine max* (L) Merr.) de doble producción. *Forraje y grano*. 36: 45-51.
- Gallardo, M. y Gaggiotti. 2003. Como utilizar la soja y sus subproductos en la alimentación del ganado. Sitio Argentino de Producción Animal, Líquida Agropecuaria, Cuba. 15(139): 63-66.
- Gaso, D. (2018). Respuesta del rendimiento de soja a la densidad de siembra en ambientes de productividad contrastante. *Agrociencia Uruguay*, 22 (2). 1-12. doi: 10.31285/AGRO.22.2.7
- Giayetto, O. F. E., Guisasola, F. D. M., Balboa, G. R. y Esposito, G. P. (2011). Intercultivos en franjas de maíz y soja. Efecto de la radiación interceptada. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/284028762>
- Hernández, A., Guerra, R., Tobía, C., y Villalobos, E. 2013. Evaluación del potencial forrajero de diez cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merr) en Venezuela. *Agronomía Costarricense*. 37(2): 45-54.

-
- Hintz, W. R and Albrecht, A. K. 1994. Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components. *Agronomy Journal*. 86: 59–62.
- Hintz, W. R., Albrecht, A. K. y Oplinger, S. E. (1992). Yield and Quality of Soybean Forage as Affected by Cultivar and Management Practices. *Agronomy Journal*, Vol. 84.
- Jiménez, C., Pineda, L., Bernardo, L. y Alejandro, M. 2002. Producción de maíz y soya forrajera para ensilaje y venta parcial de la cosecha de elotes o chilotes *Agronomía Mesoamericana*. 13(1): 45-48.
- Lagunes, R. S.A., Guerrero, R. J., Hernández, V. J.O., Ramirez, G. J. de J. M., García, B. D. V. y Alatorre, H. A. 2019). Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas herbáceas en la zona tropical de Hueytamalco, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*, vol 10
- Leguizamón, E. S. y Verdelli, D. V. (2011). Rendimiento de maíz y soja en sistemas de cultivos en franjas y monocultura: efectos de la orientación de la sombra. *Agriscientia*, Vol. 28 (2). 147-156.
- Maldonado-Peralta, M. Á., Rojas-García, A. R., Ruíz-Clavel, J. L., Aniano-Aguirre, H., Magadan-Olmedo, F., Jorge-Castañeda, L. and Mondragón-Calderón, U. 2020. Stem Population and Tissue Replacement of *Urochloa* in Different Phenological Stages. *American Journal of Plant Sciences*. 11: 1296-1306.
- Maqueira, L. L. A., Torres, de la N. W., Roján, H. O., Pérez, M. S. y Toledo, D. (2016). Respuesta de crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soya *Glycine max. L. Merril*. Durante la época de frío en la localidad de los palacios. *Cultivos tropicales*, vol. 37 (4). 98-104. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.17255.65447>
- Martignone, R. A., Bacigaluppo, S., Enrico, J. M. y Bodrero, M. L. (2011). Respuesta

-
- al espaciamiento entre hileras en soja. Intercepción radiación y parámetros de crecimiento. Para mejorar la producción 46-INTA EEA OLIVEROS. Pág. 49-66.
- Martínez, A. D., Gianoglio, M. C., Bologna, S., Rojas, E., Bongiovanni, M. (2009). Crecimiento y rendimiento de dos cultivares de soja de diferentes grupos de madurez en San Luis, Argentina. Universidad Nacional de San Luis. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/320765321>
- Martínez, F. A., Delgado, De la R. B., Mondroño, L. S., Cueto, A. M. A. y Argamentería, G. (2010). Cultivo de Maíz y Soja (puros y asociados) para forraje en la zona litoral centro oriental de Asturias. *Pastos*, 40 (2), 175-188.
- Merino, J. D. 2006. Caracterización morfofisiológica y agronómica de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merr) en siembra de invierno en suelo pardo con carbonatos. Trabajo de diploma, Universidad central "Marta Abreu" de las villas Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/1589/SOYA.pdf?seq>
- Montaño, F. A. R. 2006. Respuesta de cultivos forrajeros alternativos establecidos en unicultivos y en asociación durante el ciclo de verano en la comarca lagunera. Tesis de grado, para obtener el título de ingeniero agronomo. Torreon Coahuila. p. 100.
- Olave B., M del P. y Castellar, P. N. 1987. Determinación de la calidad nutricional del forraje de soja (*Glycine max* L. Merr), previamente conservado mediante ensilaje y henificación. *Acta agronómica*. 37(1): 66-79.
- Olivares, P. J., Jiménez, G. R., Rojas, H. S. y Martínez, H. P. A. 2005. Uso de las leguminosas arbustivas en los sistemas de producción animal en el trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 6(5): 1-19.
- Pagano, M. C. and Miransari, M. 2016. The importance of soybean production worldwide. In: M. Miransari (Ed.), *Abiotic and biotic stresses in soybean production*. Academic Press. pp. 1–26.

-
- Pamo, E.T., Boukila, B., Fonteh, F. A., Tendonkeng, F., Kana, J. R. y Nanda, A. S. 2007. Nutritive value of some grasses and leguminous tree leaves of the Central region of Africa. *Animal Feed Science and Technology*. 135: 273-282.
- Pergolini, S. (2005). Efecto de la fertilización con N y S sobre el crecimiento y rendimiento del doble cultivo trigo/soya. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f75a1b8b8d82baa803257903006056e0/\\$FILE/Pergolini-l%20NS%20doble%20cultivo%20trigo-soja-C%C3%B3rdoba.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/f75a1b8b8d82baa803257903006056e0/$FILE/Pergolini-l%20NS%20doble%20cultivo%20trigo-soja-C%C3%B3rdoba.pdf)
- Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Cuajinicuilapa, Guerrero, PIGM., 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Clave Geoestadística 12023. <http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/>
- Ressia, J. M., Lázaro, L., Lett, L. C., Mendivil, O. G., Portela, R. G. y Balbuena, H.R. 2003. Sistemas de labranza e inoculación en soja. Efecto sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. *Agrociencia*. 37: 167-176.
- Reta, S. D. G., Castellanos, G. P. C., Olague, R. J., Quiroga, G. H. M., Serrato, C. J. S. y Gaytan, M. A. (2013). Potencial forrajero de cuatro especies leguminosas en el ciclo de verano en la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol. 4 (5). 659-671.
- Roche, R. S. V., Hernández, J. E. y Alonso, F. 1990. Evaluación inicial de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para la producción de forraje en la época poco lluviosa. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 13(2): 127-136.
- Rodney, W. H., Albrecht, K. A. y Oplinger, E. S. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agronomy Journal*. 84: 795-798.

Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Quero, C. A. R., Guerrero, R. J. D., Walter, A., Zaragoza, R. J. L. y Trejo, L. C. (2016). Persistence of *Dactylis glomerata* L. alone and associated with *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 7 (4). 885-895. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000400885&script=sci_arttext

Rojas, G. A. R., Torres, S. N., Maldonado, P. M. de los A., Herrera, P. J., Sánchez, S. P., Cruz, H. A., Mayren, M. F. y Hernández, G. A. (2019). Rendimiento de forrajes y sus componentes en variedades de alfalfa en el antiplano de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, Vol. 10 (1). 239-253. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4631>

Rojas-García, A. R., Maldonado-Peralta, M. A., Hernández-Guzmán, F. J., Cruz-Hernández, A., Chay-Canul, A. J. y Ventura-Ríos, J. 2021 Potencial forrajero de guaje (*Leucaena leucocephala*) a diferentes densidades de plantas y edades de rebrote. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Núm. Esp. II: e2919.

Rojas, G. A. R., N. Torres, S., J. Cansino, S., A. Hernández, G., M. A. Maldonado, P. y P. Sánchez, S. 2017. Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agrociencia. 51: 697-708.

Romero, A., Ruz, R. y González M. (2013). Evaluación de 7 cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa Las Tunas. Pastos y forrajes, Vol. 36 (4). 459-463.

Romero, L. (2005). Soya para pastoreo. Producir XXI, Bs, As, 14(169): 16-24.

Rosero, N. R. y Posada, O. S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de los alimentos para rumiantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol.

20, 174-182.

SAGARPA, 2018. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Programa de Concurrencia con las Entidades Federativas. Guerrero. Informe de evaluación, p 1-76.

SAS Institute, Inc. 2011. Statistical Analysis Software (SAS/STAT). Version 9.33 Ed. Cary, NC. USA. 528 pp.

Sosa, M. E., Alejos, de la F. J. I., Pro, M. A., González, C. F., Enríquez, Q. J. F. y Torres, C. M. G. (2020). Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 1 (24). 211-220.

Teixeira, E. J., Soares, M. B., Tavanti, T. R., Palú, A. E. R., do Souza, J. E. 2016. Evaluacion de productividad de cultivares de soja em plantío de segunda safra. Revista Científica-Cultural. 1(1): 1-4.

Tobía, C., Villalobos, E. y Rico, E. (2006). Uso del forraje de soja (*Glycine max* L.Merr.) Variedad Cigras 06 en la nutrición de los rumiantes. X seminario de pastos y forrajes. Pág. 77-86.

Tobía, C. 2011. Efecto de cinco niveles de suplencia hídrica sobre la biomasa y la composición química del forraje de soja (*Glycine max* L. Merr.) cv. CIGRAS 06 UCR-UCLA. Trabajo de Ascenso, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Barquisimeto, Venezuela. p.100.

Tobía, C. y Villalobos, E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soja en condiciones tropicales adversas. Agronomía Costarricense. 28(1):17-25.

Torres, S. N., Moctezuma, V. M., Rojas, G. A. R., Maldonado, P. M. de los Á. Gómez, V. A. y Sánchez, S. P. 2020. Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. No. especial 24: 35-46.

-
- Tosquy, V. O. H., Esqueda, E. V. A., Zetina, L. R. y Ascencio, L. G. (2009). Densidad y distancia de siembra en dos variedades de soya de temporal en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 21 (1). 63-72. ISSN: 1021-7444
- Trujillo, G. M., Méndez, N. J., Hossne, G, A. y Parra, D, F. (2016). Efecto del contenido de humedad y nivel de compactación de un suelo ultisol sobre algunas características bromatológicas del cultivo de soya (*Glycine max.* L. Merrill cv San Baiba). *Universidad de Oriente, Venezuela*. Vol 28 (4). 706-712. ISSN: 2343-6468
- Vaiman, N., Elizaide, H. I. J. y Victor H. Lallana. (2010). Intercepción de radiación, área foliar y rendimiento de un cultivo de soja en el departamento Paraná. *Universidad Nacional de Entre Ríos*. Pág. 1-11.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vega, S. R., Alonso, F. y Hernández, A. 1988. Evaluación inicial de variedades de soya *Glycine max.* (L.) Merrill) para la época poco lluviosa. *Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba.* 11(3): 207-212.
- Vega, C. y Andrade, F. 2000. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. In: F. H. Andrade, y V. O. Sadras (Eds.), *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. Balcarce. pp.69–97.
- Ventura-Ríos, J, M. A., Santiago-Ortega, Maldonado-Peralta, M. de los Á., Álvarez-Vázquez, P., Maldonado- Peralta, R., Barrera-Martínez, I. y Wilson-García, C. Y. 2021. Biomasa de *Urochloa humidicola* Como materia prima para producir biocombustible. *Rev. Fitotec. Mex.* 44(4A): 797 – 804.

Wilson, C. J., Angeli, F. C. E., Pereira, da S. R. y Alandia R. R. A. (2011).
Características agronómicas de la soya en función de las densidades de
siembra y profundidad de deposición de abono. Revista Ceres, Vicoso. Vol 58
(1). 62-68.

CAPÍTULO 3

PRIMERA ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

En la región Costa Chica del estado de Guerrero los registros sobre soya forrajera y su comportamiento productivo son escasos. Es necesario generar información que permita dar recomendaciones precisas al ganadero. El objetivo fue el establecimiento de soya forrajera para evaluar el comportamiento productivo de cuatro variedades en sus diferentes etapas fenológicas. La siembra se llevó a cabo en la localidad de El Pitahayo, municipio de Cuajinicuilapa, Gro. La densidad de población fueron 230,000 semillas ha⁻¹. Se instalaron 12 parcelas experimentales de 10 x 10 m. El manejo agronómico para la preparación del terreno fue: 1 barbecho, 2 rastreos y 1 surcado. La siembra fue el 7 de septiembre de 2020 a doble hilera. La semilla se depositó en el lomo del surco con arreglo topológico de 50 cm entre surcos, 10 cm entre hileras y 12 cm entre semillas. La fertilización fue con la fórmula 6040-00 y una foliar. El control de malezas fue manual y químico; además se hizo un control de plagas. Se realizaron 10 muestreos a partir de los 26 días después de la siembra, cada 8 días hasta los 89 días de edad. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca total (RMST), altura de la planta (AP), radiación interceptada (RI), composición morfológica (CM), peso por tallo (PT), relación hoja/tallo y plantas m² (PPM2).

Palabras clave: *soya forrajera, trópico, comportamiento productivo.*

Introducción

Los estudios sobre soya forrajera son limitados porque están enfocados a la producción de grano. La soya (*Glycine max* L.) es la principal oleaginosa a nivel mundial por su contenido de proteína (35 - 50%) y aceite (15 - 25%). Esta se usa en la alimentación animal y humana (Romero *et al.*, 2013).

El cultivo de soya se destaca por la producción de grano; sin embargo, tiene buena acumulación de biomasa (Hernández *et al.*, 2013). La producción eficiente y rentable de forraje de soya se logra con una variedad adaptada a las condiciones climáticas de la región. (Tobia *et al.*, 2006). A pesar de todas las bondades de este cultivo, faltan estudios de comportamiento en campo, así como las variedades que se adapten al trópico seco.

Objetivos

General

- Establecimiento del cultivo de soya forrajera para evaluar su comportamiento productivo en diferentes etapas fenológicas en el trópico seco.

Específicos

- Realizar manejo agronómico al cultivo de soya forrajera en el trópico seco.
- Llevar a cabo los muestreos de campo para la obtención de las variables agronómicas.

Desarrollo de las actividades efectuadas

A través del Cuerpo Académico “UAGro-CA-183” perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, se llevó a cabo el establecimiento del cultivo para evaluar su comportamiento productivo de diferentes variedades de soya forrajera, bajo la dirección del Dr. Adelaido Rafael Rojas García.

Se sembraron 4 variedades de soya forrajera: Salcer®, Ojo de Tigre, Valente y Albina. La semilla fue proporcionada por el Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro) ubicado en la ciudad de Iguala, Gro.

Selección del terreno

La parcela se ubica en la localidad El Pitahayo, municipio de Cuajinicuilapa, Gro. Dentro de las coordenadas geográficas 16°31'28.41"N -98°30'52.63"O, dentro del ejido denominado San Nicolás. El tipo de suelo con el que cuenta es el limo-arcilloso, es un terreno con topografía plana, cuenta con un pozo profundo, es adecuado para la agricultura y es de fácil acceso.

Preparación del terreno

Se llevó a cabo una labranza convencional, la cual incluyó barbecho (Figura 1), 2 rastreos (Figura 2), surcado con arado de punta, los surcos se trazaron a una distancia de 80 cm entre ellos.

Trazo de la parcela

Se trazaron 12 parcelas (Figura 3), cada una de 10 m largo x 10 m ancho; entre parcelas hay un espacio de 1 m. Al final quedaron 3 bloques de 4 parcelas, ubicadas de este a oeste.

Siembra

Se realizó el 7 de septiembre de 2020 de forma manual (Figura 4), con una densidad de 230, 000 semillas ha⁻¹, distancia entre semillas de 4 cm, distancia entre hileras de 10 cm y distancia entre surcos de 50 cm, depositando la semilla en el lomo del surco.

Fertilización

Se realizaron 2 tipos de fertilización, granulada (Figura 5) y foliar (Figura 6). En la granulada se utilizó la fórmula 60-40-00 aplicando como fuente de nitrógeno urea y DAP (18-46) como fuente de fósforo. En la foliar se aplicó Gro green y se dio especial atención en la aplicación de hierro utilizando como fuente el Supra Fe.

Control de plagas y enfermedades

Se controló principalmente *Coccinella sp.* con 2 aplicaciones de cipermetrina asperjada al follaje

Control de malezas

Se realizaron 2 controles manuales (Figura 7) y 1 químico, aplicando paraquat.

Muestreos

A partir de los 26 d, se muestreo cada 8 d hasta obtener 10 muestreos (Figura 8). En cada muestreo se colectaban 2 muestras (3 plantas por muestra); se separaba hoja, tallo y vaina; se pesaba cada componente y se metían a estufa para deshidratar; se medía la altura de 20 plantas; se contabilizaban plantas por m²; y medía la radiación interceptada con un metro de madera.

También se brindó asistencia técnica sobre el manejo agronómico del cultivo a un grupo de productores (Figura 9) de ganado bovino.

Conclusión

Se logró el establecimiento de parcelas con cuatro variedades de soya forrajera y obtener una caracterización agronómica de las mismas.

Recomendaciones e implicaciones

Es necesario determinar el análisis químico y la digestibilidad *in vitro* o *in situ*, así como la evaluación de la respuesta productiva en bovinos.

Literatura citada

Hernández, A., Guerra, R., Tobía, C., & Villalobos, E. (2013). Evaluación del potencial forrajero de diez cultivares de soya (*Glycine max (L) Merr*) en Venezuela. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 45–54.

Romero, A., Ruz, R., & González, M. (2013). Evaluation of seven soybean (*Glycine max*) cultivars under the edaphoclimatic conditions of the Majibacoa municipality, Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 464–467. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v36n4/pyf06413.pdf>

Tobía, C., Villalobos, E. y Rico, E. (2006). Uso del forraje de soya (*Glycine max* L.Merr.) Variedad Cigras 06 en la nutrición de los rumiantes. X seminario de pastos y forrajes. Pág. 77-86.

Evidencias

		
Figura 1. Barbecho en la preparación del terreno.	Figura 2. Rastreo del terreno con rastra de tiro.	Figura 3. Surcado y trazo del terreno.
		
Figura 4. Siembra del cultivo.	Figura 5. Aplicación de fertilizante foliar.	Figura 6. Aplicación de fertilizante granulado.
		
Figura 7. Control de malezas manual.	Figura 8. Muestreo del cultivo.	Figura 9. Asistencia técnica a productores.

SEGUNDA ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

La presente estancia se realizó en la posta bovina del Centro de Estudios Profesionales del Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, ubicado en el km. 14.5 de la carretera Iguala-Cocula. Me integré a las actividades de manejo zootécnico diario que se llevan a cabo. Se realizó manejo reproductivo del hato (diagnóstico de gestación e inseminación artificial), manejo del becerro lactante, producción láctea (sala de ordeña), procesamiento de la leche (elaboración de queso Oaxaca, queso de prensa y queso fresco) y alimentación del ganado. En el área de forrajes recibí asesoría técnica en la producción de nuevas líneas de soya forrajera, así como producción de semillas.

Palabras clave: bovinos leche, semi-intensivo, lácteos, sala de ordeño

Introducción

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Los sistemas intensivos actuales emplean ganado productivo, principalmente de raza Holstein; las cuales producen de 4-6 mil L vaca⁻¹ año⁻¹, la duración promedio de lactancia es de 10 meses. Las vacas se mantienen en instalaciones especializadas y con procesos mecanizados. La producción de leche se destina a la pasteurización y la producción de derivados lácteos en grandes empresas nacionales (Ortíz y García, 2005).

Arriaga *et al.* (1999) menciona que los sistemas basados en el pastoreo representan menores costos de producción, que los sistemas de alimentación en pesebre; lo que permite viabilidad financiera aún con producciones modestas por vaca, aunque se obtienen producciones elevadas de leche por hectárea.

En Guerrero, según el programa sectorial de desarrollo rural y pesca 2016-2021, de los más de 6.3 millones de hectáreas de su territorio, aproximadamente 2.45 millones (38.3%) están destinadas a dicha actividad. El estado tiene un inventario de más de 1.4 millones de cabezas de ganado bovino. En 2013 se produjeron 89.95 millones de litros de leche bovino (Valenzuela *et al.*, 2006),

El sistema de producción bovino predominante es el doble propósito (carne y leche); basado en el pastoreo sobre plantas nativas e introducidas, con bajo o nulo uso suplementos, producción de leche con la cría al pie y becerros para su venta al destete (Valenzuela *et al.*, 2006).

El Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero cuenta con una “posta de unidad bovina” que se enfoca principalmente a la producción de leche y su procesamiento bajo un sistema de producción semi intensivo, se implementan tecnologías como inseminación artificial a tiempo fijo y calor natural, ordeña

mecánica y taller de lácteos. Además, se llevan a cabo investigaciones científicas que contribuyen al desarrollo de la ganadería en el estado.

Objetivos

General

Adquirir conocimientos sobre la producción bovina mediante la integración a las actividades diarias de la posta bovina del CSAEGRO.

Específicos

- Aprender la técnica de inseminación artificial a tiempo fijo y calor natural, así como la técnica de diagnóstico de gestación vía rectal.
- Conocer la mecánica operativa de una sala de ordeño.
- Identificar el proceso de elaboración de productos lácteos (queso Oaxaca, queso de prensa, queso fresco de aro y requesón)
- Apoyar en el manejo diario de las diferentes áreas del establo, vacas de ordeño, novillas, vacas secas, becerros lactantes.

Desarrollo de las actividades efectuadas

Descripción del área de trabajo

La estancia se realizó en la “posta bovina” del Centro de Estudios Profesionales CSAEGRO, ubicado en el km 14.5 de la carretera Iguala-Cocula en el estado de Guerrero. Esta cuenta con 6 Hectáreas de pradera, galera con divisiones para alojar vacas de ordeña, novillas, vacas secas y becerreras, comederos, bebederos, zonas de descanso, sala de ordeño, manga de manejo, embarcadero, prensa y taller de lácteos.

Las razas que se manejan son Holstein Frisian y su cruce con Suizo Americano, Gyr y Girolando. El hato se compone de 0 semental, 21 vacas, 4 toretes, 16 vaquillas, 4 becerros y 5 becerras.

Manejo general de las unidades de producción

La jornada laboral inició con el proceso de ordeño. A partir de las 7:00 horas, la leche se obtiene y se lleva al taller de lácteos y a las becerreras para alimentar las crías. al finalizar las vacas se introducen a las praderas; se lleva a cabo la limpieza de los corrales y los comederos son abastecidos de forraje verde, ya sea maíz forrajero o sorgo. A partir de las 14:00 horas las vacas son introducidas a sus respectivos corrales de acuerdo con su etapa productiva, los únicos que no salen a pastoreo son los becerros en lactancia. En los corrales, las vacas son recibidas con forraje para complementar su alimentación y permanecen ahí hasta el día siguiente.

Sala de ordeño

En esta área me integré directamente al proceso de ordeño (Figura 10), el diseño de la sala de ordeño es “tandem”, de 4 cuerpos, la máquina de ordeño cuenta con los siguientes componentes: bomba de vacío, regulación del vacío, bomba de envío de leche, sistema de tuberías, sistema de pulsado y unidades de ordeño.

El proceso de ordeño es el siguiente: a) las vacas son alojadas en la sala de espera; b) son colocados los filtros en la bomba de envío de la leche; c) se enciende la bomba de vacío, el sonido de la bomba estimula eyección de la leche de los animales; d) cada cuerpo tiene su respectivo comedero donde se ofrece 4 kg de alimento balanceado comercial con el 18% de proteína cruda por animal y abastece antes de ingresar cada animal; e) ingresan 4 vacas a la vez, la ubre es lavada con agua tibia, se seca la ubre con toallas de papel, se despunta el pezón sobre un tazón de fondo oscuro, se aplica pre sellador al pezón, se seca el pezón con toalla de papel después de aplicar el pre sellador, se abre la válvula de vacío de la pezonera, se coloca la pezonera, al finalizar la ordeña se cierra la válvula de vacío y se retira la pezonera, se registra la cantidad de leche por animal, se introduce la pezonera en un recipiente con yodo al terminar el ordeño de cada vaca, finalmente se aplica sellador y se saca la vaca. La leche obtenida viaja por la tubería hasta llegar al depósito, de ahí es transportada al taller de lácteos y otra parte es destinada para el consumo de los becerros lactantes

Área de lactantes

El becerro es separado de su madre a partir de los 5 d de nacido, permanece en el área hasta los 8 meses para posteriormente ubicarlo en el área de reemplazo en caso de ser hembra, si es macho son vendidos a los productores locales. El área cuenta con un total 9 becerros, 5 hembras y 4 machos, se les suministra leche 1 vez al día la cantidad de 6 L d⁻¹ por becerro (Figura 11), así como forraje verde para estimular el proceso de la rumia, en esta etapa no son sacados a pastorear, no se ofrece alimento concentrado.

Praderas y suministro de forrajes

El abastecimiento de forraje se realiza del área de fitotecnia (área de campo agrícola), que son los encargados de cultivar maíz forrajero o sorgo, el cual es cortado diariamente de manera mecánica y ofrecido directamente al ganado, es poco común la elaboración de ensilados, el forraje se ofrece a libre acceso a los

animales en cualquier etapa productiva, solo las vacas de ordeño reciben un complemento con alimento comercial.

Aspectos reproductivos

Se utiliza la técnica de inseminación artificial (Figura 12), principalmente a calor natural y cuando hay trabajos de investigación se utiliza la inseminación artificial a tiempo fijo. A diario al regresar los animales de las praderas, se revisan de manera visual tanto animales de ordeño como vacas secas y vaquillas con la finalidad de observar si alguna de ellas se encuentra en calor, al ser detectada se procede a inseminar.

Se cuenta con un termo criogénico con capacidad de 40 kg, el semen que se utiliza es el convencional y el proceso para realizar la técnica es el siguiente: a) al ser detectada la vaca que se encuentra en calor se sujeta de acuerdo con su temperamento, ya sea en los mismos corrales o en prensa; b) se selecciona el semen a aplicar de acuerdo con la raza de la vaca que se encuentre en calor, por ejemplo, si la vaca cuenta con un mayor porcentaje de la raza Holstein, entonces se aplica un semen de la raza Gyr; c) la pajilla se coloca en un recipiente con agua tibia para descongelar el semen; d) se coloca la pajilla en el aplicador, se cubre con una funda plástica y se procede a realizar la inseminación.

Con la finalidad de llevar a cabo un programa de inseminación a tiempo fijo se realizó diagnóstico de gestación vía rectal (Figura 13) tanto en vacas secas como de ordeño, se tenía el objetivo de sincronizar al menos 10 animales, pero no más de 5 vacas se encontraban vacías y no fue posible implementar el programa.

Taller de lácteos

La producción promedio de leche es de 180 L d⁻¹ de un total de 20 vacas en ordeño. El promedio de producción por vaca es de 9 L d⁻¹, del total de la leche diaria producida 56 L son destinados a la alimentación de los becerros lactantes y otras

áreas zootécnicas (cabras, ovinos y cerdos), por lo tanto, en el taller de lácteos diariamente se procesan alrededor de 100 L de leche.

Los productos que se elaboran en el taller son: queso fresco de aro; queso de prensa o cincho; requesón; queso Oaxaca; y yogur de sabores.

La jornada inicia con la recepción de la leche, se agrega cuajo líquido estandarizado a razón de 1 ml por cada 10 L de leche tibia. Al madurar la cuajada se separa del suero de leche; el cual se pone al fuego para obtener el requesón. A la cuajada ya madura se le agrega sal y se procede a elaborar ya sea el queso fresco queso de prensa.

Para el caso del queso Oaxaca se elabora sobre pedido (Figura 14); el cual se tiene que hacer con un día de anticipación y apartar suero de leche también un día antes y ser agregado a la leche al día siguiente. Posteriormente se deja madurar la cuajada, ya madura se somete a fuego para que adquiera la consistencia adecuada, se tiene que monitorear de manera constante. Al contar con la consistencia deseada se puede verter en agua con hielo esto si se desea dar una mayor vida en anaquel, de lo contrario se puede verter en agua a temperatura ambiente, con una pala de madera se empieza a remover la cuajada de tal forma que se haga una sola pieza, formado se empieza a estirar para enrollar y tener terminado el producto.

Otras actividades

Recibí capacitación sobre los trabajos que se están realizando en el área de forrajes, específicamente en los trabajos sobre soya forrajera (Figura 15). Se realizan investigaciones sobre nuevas líneas resistentes a plagas y enfermedades, así como también observe el manejo agronómico que se les da a las variedades forrajeras. Cabe mencionar que la institución ha realizado trabajos de investigación sobre las variedades de soya forrajera, lo que me permitió acudir a la biblioteca para recabar información pertinente y reforzar mi trabajo de tesina. Se llevaron a cabo

revisiones de mi trabajo de tesina por parte de mi asesor externo el M.C. Jesús Salmerón Erdosay.

Conclusión

Se conoció el manejo de una explotación de bovinos productores de leche semi-intensiva y en el campo laboral es posible realizar recomendaciones precisas a productores de ganado.

Recomendaciones e implicaciones

Dentro del manejo realizado en la unidad de producción, es necesario no depender de manera directa de los trabajadores de campo con respecto al abastecimiento del forraje. Se tiene que enfocar especial atención en el mantenimiento de las praderas, buscar estrategias que permitan aprovecharlas de mejor manera y de esa manera poder lograr mejores rendimientos, ya que se cuenta con la genética adecuada.

Literatura citada

Arriaga Jordán, C., Espinoza Ortega, A., Albarrán Portillo, B., & Castelán Ortega, O. (1999). Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el Altiplano Central. *CIENCIA Ergo-Sum*, 6(3), 290–300.

Ortíz J., García O., M. G. (2005). Manejo de Bovinos productores de leche. *Secretaría de La Reforma Agraria*, 57. http://www.lactodata.info/docs/lib/man_bovino_prod_leche.pdf

Valenzuela, H., Haro, H., José, G., & Pérez, P. (2006). Índice de sustentabilidad para el sistema bovino de doble propósito , en Guerrero , México (Index of sustainability for the dual purpose bovine system , in Guerrero , México. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII, 1–11. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet%0AVol>.

Evidencias



Figura 10. Sala de ordeño tipo tandem.



Figura 11. Alimentación de becerros lactantes.



Figura 12. Inseminación artificial a calor detectado.



Figura 13. Diagnóstico de gestación vía rectal.



Figura 14. Elaboración de queso Oaxaca.



Figura 15. Campos agrícolas con cultivos de soya.

TERCER ESTANCIA PROFESIONAL

Resumen

La presente estancia profesional se realizó en el área de “Ciencias Agropecuarias” de la Unidad Académica del Instituto Tecnológico de Pinotepa, ubicado en la localidad de San José Estancia Grande, Oaxaca. Con el objetivo de desarrollar actividades que involucren evaluar el manejo agronómico, comportamiento productivo, químico y digestibilidad *in situ* del chipile (*Crotalaria longirostrata*) como una alternativa de alimentación en bovinos en el trópico seco de Oaxaca. Se realizó manejo agronómico al cultivo de *C. longirostrata*; el cual incluyó siembra de la plántula, trasplante, densidad de siembra y arreglo topológico. Se llevó a cabo las diferentes técnicas para obtener las variables de comportamiento productivo, se obtuvo promedios de las variables rendimiento de materia seca total y proteína cruda para la evaluación del comportamiento químico de 3 densidades de población a diferentes edades de la planta. Se obtuvo el promedio de los porcentajes de digestibilidad de 3 densidades de población a diferentes edades de la planta. Se recomienda continuar con las investigaciones hasta obtener el momento óptimo del corte del forraje y equilibrio entre rendimiento de materia seca, contenido de nutrientes y digestibilidad

Palabras clave: Chipile, *Crotalaria longirostrata*, forrajes

Introducción

El uso de cultivos forrajeros para corte y acarreo es una alternativa para reducir los efectos negativos de la época seca en la alimentación de bovinos en sistemas ganaderos doble propósito en el trópico seco (Castro *et al.*, 2017). Dentro de los cultivos forrajeros de leguminosas se encuentra *Crotalaria longirostrata*, la cual es utilizado para consumo humano, pero que puede ser considerado en la alimentación de los bovinos (Arias *et al.*, 2003); ya que es una planta que se cultiva de forma nativa en el sur de México (Barnish *et al.*, 2011). Por su composición química puede considerarse como un alimento funcional, dado que se reportan contenidos de proteína cruda en promedio 39% y 20% de materia seca (Castañeda, 2017).

En México, de manera nativa crece en los estados de Chiapas, Tabasco, Guerrero y Oaxaca (Chávez-Quiñones *et al.*, 2009). A pesar de que *C. longirostrata* es considerada a nivel mundial como una de las 16 especies más importantes de hojas comestibles, la literatura presenta pocos reportes sobre su potencial forrajero (Arias *et al.*, 2003).

Objetivos

General

Desarrollar actividades que involucren el manejo agronómico, comportamiento productivo, químico y digestibilidad *in situ* del chipile (*Crotalaria longirostrata*) como una alternativa de alimentación en bovinos en el trópico seco de Oaxaca.

Específicos

- Conocer el manejo agronómico del cultivo de chipile (*Crotalaria longirostrata*)
- Describir el método de evaluación del comportamiento productivo de chipile.
- Evaluar el contenido químico de 3 densidades de población a diferentes edades de chipile.
- Entender la técnica de la cinética de digestibilidad *in situ* en bovinos con una dieta integral que incluye harina de chipile.

Desarrollo de las actividades efectuadas

El área de “Ciencias Agropecuarias” de la Unidad Académica del Instituto Tecnológico de Pinotepa, ubicado en la localidad de San José Estancia Grande, Oaxaca. Aquí se realizan investigaciones sobre el potencial forrajero de Chipile (*Crotalaria longilostrata*). El área de ciencias agropecuarias se encuentra a cargo el M.C. Herminio Aniano Aguirre, profesor investigador de la Institución; quien fue el encargado de asignarme las actividades en las que se trabajaron, los cuales se basaron en los siguientes aspectos: manejo agronómico; comportamiento productivo; contenido químico; y digestibilidad *in situ* en bovinos

Manejo agronómico

Se apoyó en las actividades de manejo agronómico a los alumnos que realizaron también sus prácticas profesionales en esta misma área (Ciencias Agropecuarias). Se cuenta con una parcela experimental con una superficie de 0.5 ha, donde instaló el cultivo de Chipile, el manejo que realizó es el siguiente:

Siembra de plántula

Se utilizaron charolas de germinación de unicel (Figura 16) con medidas de 66.5 x 33.5 x 6.7 cm para realizar la siembra y obtener la plántula. Se agregó a cada charola 2 kg de sustrato, compuesto de 50:50 v/v de estiércol composteado y tierra de río. Se agregó 60 g de semilla por cada charola, se cubrió la semilla con el propio sustrato a una profundidad máxima de 0.5 cm para garantizar su germinación. Se humedeció el sustrato a goteo para evitar saturación de agua. Se realizaron riegos cada 2 d después de la siembra hasta lograr de 15 a 20 cm de altura de la plántula ya se consideraron óptimas para el trasplante.

Trasplante, densidad y arreglo topológico

Se utilizó una densidad de población de 100,000 plantas ha⁻¹ para el trasplante, el arreglo topológico fue de 20 cm entre plantas y 50 cm entre surcos (Figura 17), se colocó una planta en cada punto.

Riegos

Se colocó sistema de riego por goteo con cintilla calibre 5/8" y manguera principal calibre 2". Se realizaron riegos al menos cada 10 días o cada que la planta lo requería ya que la siembra se hizo en la época de secas.

Control de malezas

Se realizaron 2 controles de malezas de forma manual, se utilizó azadón

Muestreos

Se realizaron un total de 4 muestreos durante la estancia profesional. Los muestreos se realizaron a un cultivo que ya tenía 6 meses de establecido, ya que en el que se estableció fue necesario esperarse 2 meses para realizar el primer muestreo. Se realizó una poda (Figura 18) de homogenización del tamaño de la planta antes de realizar el primer muestreo.

Comportamiento productivo

Se evaluó el comportamiento productivo del cultivo a través de la medición de las siguientes variables:

Rendimiento de materia seca total

Se utilizó el método de cuadro de 50 x 50 al azar. Las plantas se separaron por componentes (hoja, tallo, flores y vainas), se pesaron en una báscula granataria digital (Figura 19) y se secaron a 55°C hasta peso constante en estufa de aire forzado. Posteriormente, se pesaron para calcular el rendimiento de materia seca por hectárea.

Altura de planta

Las lecturas de 20 plantas se tomaron de la parcela experimental un día antes de cada corte y se utilizó un flexómetro de 3 m.

Radiación interceptada

Por cada parcela experimental, se tomaron 5 lecturas bajo la metodología descrita por Rojas *et al.*, (2016). Esta consistió en colocar en el suelo una regla de madera de 100 cm de bajo del dosel con orientación sur-norte y se contabilizaron los cm sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal.

Composición morfológica

El peso seco de cada componente (hoja, tallo, flores y vaina) se utilizó para calcular la composición morfológica por porcentaje. *Control de plagas y enfermedades*

Plantas por m²

Al inicio del experimento se colocaron estacas de madera para delinear 1 m² de manera aleatoria. En cada muestreo se contó el número de plantas y se obtuvo la densidad de población por hectárea.

Composición química

En la institución se cuenta con laboratorio de nutrición animal, donde se puede realizar análisis bromatológico de las variables proteína cruda (Figura 20), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, materia seca total, cenizas y materia orgánica.

En la parcela experimental se instalaron 3 diferentes densidades de población de *C. longirostrata*, por lo que se realizó la determinación de proteína cruda y materia seca total comparando las 3 densidades a diferentes edades de la planta (66, 80, 94 y 108 d). Para la determinación de materia seca total, las muestras se deshidrataron en una estufa de aire forzado a 60°C durante 24 h (AOAC 2005). La proteína cruda (PC, método 920.105) se determinó según AOAC (2005).

Digestibilidad In situ en bovinos

Se apoyó a un trabajo de tesis de licenciatura, en la realización de evaluación de la cinética de digestibilidad *in situ* de harina de *C. longirostrata*, de una dieta integral, en un bovino hembra (Suiz-bu) con un peso vivo de 450 kg provisto de cánula ruminal permanente (perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 2, Cuajinicuilapa, Guerrero. UAGRO). El bovino se alojó en corral individual techado, equipado con comedero y bebedero. Se realizó un periodo de adaptación de 7 d (Figura 21), se ofreció como alimentación 50% heno de pasto pangola molido y 50% de la planta completa de *C. longilostrata*.

T1: Heno de Pangola (HP) +maíz grano +pasta de coco + sal común

T2: Igual que T1+15% de harina de Chipile (HCh) que sustituye al heno de pangola

T3: Igual que T2 +30% de HCh que sustituye al HP

T4: Igual que T3 + 45% de HCh que sustituye al HP

El periodo de cinética de la digestibilidad *In situ* que se realizó fue de 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h. Para garantizar la permanencia de la muestra en la parte ventral del rumen se usó una cadena de hierro galvanizado (modificada en un extremo con un gancho de seguridad) con un diámetro de 1.5 cm y 1 m de largo, la cual se fijó al tapón de la cánula ruminal.

En bolsas de poli seda a peso constante (10 cm x 20 cm; poro de 40 µm) se colocaron 10 g de muestra. Las bolsas se sellaron con cinchos de plástico (100 mm de largo x 2.5 mm de ancho). Las bolsas se incubaron en rumen a las 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h, las bolsas se remojaron en agua a 39 °C por 10 m antes de colocarlas en rumen, una vez extraídas de rumen se enjuagaron inmediatamente con agua corriente fría hasta que el agua de enjuague fue clara. Las bolsas con residuo se secaron a 55 °C por 72 h y se pesaron para determinar desaparición de materia seca.

Conclusión

Se logró conocer a través de la realización de las actividades en el manejo agronómico de *C. longirostrata* como cultivo forrajero, así como las técnicas de la evaluación del comportamiento productivo, químico y la cinética de la digestibilidad *In situ*

Recomendaciones e implicaciones

Es necesario continuar con las evaluaciones sobre el comportamiento productivo, químico y digestibilidad *In situ* de esta planta forrajera, para definir cuál es la densidad de población que más se adapta a la zona y cuál es la edad de la planta donde se encuentra el mejor equilibrio entre producción o rendimiento de materia seca con la disponibilidad de nutrientes y el mejor porcentaje de digestibilidad.

Así como realizar evaluaciones sobre el comportamiento productivo en bovinos *In vivo*, todo encaminado a poder generar recomendaciones pertinentes con los productores ganaderos y definir si puede ser una alternativa factible en la alimentación del ganado bovino.

Literatura citada

- Arias, L., Losada, H., Rendón, A., Grande, D., Vieyra, J. y Cortés J. (2003). Evaluation of Chipilín (*Crotalaria longirostrata*) as a forage resource for ruminant feeding in the tropical areas of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 15, (33). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd15/4/aria154.htm>
- Barnish, A. y Spinelli, C. (2011). Analysis of Leghemoglobin Present in Chipilín-Rhizobia Symbiosis. Worcester Polytechnic Institute. Disponible en: <https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042811-111107/unrestricted/Chipilin.pdf>
- Castañeda, N. B. C. (2017). Aspectos químicos y bioactivos de dos matrices naturales originarias de el Salvador: “chipilín” y “tenquique”. Universidad de Salamanca, Biblioteca Digital de IPB. Disponible en: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/14770/1/Castaneda%20Najarro_Blanca.pdf
- Castro, R. E., Sierra, A., Mojica, J. E., Carulla, J. E. y Loscano, C. E. (2017). Efecto de especies y manejo de abonos verdes de leguminosas en la producción y calidad de un cultivo forrajero utilizado en sistemas ganaderos del trópico seco. *Arch. Zootec.* 66 (253). 99-106. Doi: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49551221014>
- Chávez, Q. E., Roldán, T. J., Sotelo, O. B. E., Ballinas, D. J. y López, Z. E. J. (2009). Plantas comestibles no convencionales en Chiapas, México. *Revista Salud Pública y Nutrición*. Vol. 10 (2), 1-11. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=22530>
- Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Quero, C. A. R., Guerrero, R. J. D., Walter, A., Zaragoza, R. J. L. y Trejo, L. C. (2016). Persistence of *Dactylis glomerata* L. alone and associated with *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. *Revista*

Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 7 (4). 885-895. Disponible en:
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000400885&script=](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000400885&script=sci_arttext)
[sci_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200709342016000400885&script=sci_arttext)

Evidencias



Figura 16. Germinación y emergencia de la plántula



Figura 17. Trasplante de plántula.



Figura 18. Muestreo del cultivo.



Figura 19. Medición de la variable materia seca



Figura 20. Obtención la variable de proteína cruda.



Figura 21. Medición de digestibilidad *In situ*

CURSO-TALLER A PRODUCTORES

Resumen

El curso-taller se llevó a cabo en la parcela experimental de soya forrajera que se instaló para la realización de la evaluación de cuatro variedades de soya forrajera, ubicada en la localidad de El Pitahayo, municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. Se tituló “uso de soya forrajera y ensilado de mango como alternativas en la alimentación de bovinos en el trópico”. Se inició con el registro de asistentes, bienvenida, exposición sobre selección de nuevas líneas genéticas de soya forrajera, comportamiento productivo y químico, ensilado de mango, recorrido de campo y finalizó con un refrigerio. Al evento asistieron productores de diferentes localidades, proveedores de insumos, investigadores, asesores técnicos y financieras.

Palabras claves: *evento demostrativo, soya forrajera, parcela experimental*

Introducción

El extensionismo rural en México ha recobrado centralidad en agendas de gobierno y de investigación por su trascendencia en la atención de la pobreza rural. La desigualdad y la inseguridad alimentaria a través de la transferencia de tecnologías y conocimientos a pequeños productores con la finalidad de fomentar el desarrollo rural (Santos, 2019). El extensionismo rural es un proceso educativo orientado hacia la población rural, que requiere de prácticas y saberes que fortalezcan la construcción de una visión integradora (Melgarejo *et al.*, 2012). El extensionismo utilizado como herramienta para realizar ese vínculo o extensión entre los productores y las investigaciones o técnicas generadas por las instituciones. Existen métodos para llevar a cabo la trasmisión de ese conocimiento entre el extensionista y el productor (Melgarejo *et al.*, 2012).

Objetivos

General

Potencializar el uso de la soya forrajera y ensilado de mango de desecho como alternativas en la alimentación del ganado bovino en el trópico entre los productores de la región.

Específicos

- Analizar los distintos métodos para la selección de líneas genéticas de soya y sus características productivas.
- Conocer el comportamiento productivo y químico que las 4 variedades de soya que se establecieron en la parcela experimental.
- Identificar los beneficios de la elaboración de ensilados de mango como alternativa en la alimentación del ganado.
- Observar directamente en campo las características y el comportamiento de la soya forrajera como alternativa en la alimentación de los bovinos.

Desarrollo de las actividades efectuadas

Logística del evento

Se repartieron invitaciones a todos los actores de la cadena bovinos con días de anticipación (productores, proveedores, investigadores, asesores técnicos y financieras); se acondicionó la parcela experimental; se previeron las bebidas y refrigerio para los asistentes. Se preparó los insumos y herramientas a utilizar durante el taller (rotafolios, sillas, mesas, audio, listas de asistencia, silos y carpa).

Desarrollo del evento demostrativo

Las actividades se llevaron a cabo en el siguiente orden:

- Se hizo el registro de todos los asistentes
- Se dio la bienvenida al evento por parte del coordinador de la maestría, explicando la importancia de la vinculación entre dicho programa y los productores (Figura 22).
- El M.C. Jesús Salmerón Erdosay y el Dr. Humberto Hernández Hernández profesores-investigadores del CSAEGRO dieron a conocer los métodos de selección de nuevas líneas de soya forrajera y sus principales características como fuente de forraje para la alimentación de bovinos
- El Ing. Héctor Manuel Torres Pacheco dio a conocer parte de los resultados obtenidos en su trabajo de investigación: comportamiento productivo y químico de cuatro variedades de soya forrajera en el trópico seco (Figura 23).
- El MVZ. Ulises Remo Cañaveral Martínez explicó parte de los resultados obtenidos en su trabajo de investigación: niveles de inclusión de ensilado de mango de desecho en dietas integrales para becerros en el trópico; y lo importante que resulta la utilización de mango de desecho como fuente de energía en los bovinos (Figura 24).
- Se realizó un recorrido por la parcela experimental para explicar de mejor manera el comportamiento productivo de cada una de las variedades sembradas (Figura 25 y 26).
- Se dio participación a proveedores de insumos para hablar sobre sus productos y ofrecerlos a los productores (Figura 27).
- Al final se ofreció una comida a los asistentes.

Conclusión

Se mostraron a los productores alternativas en la alimentación de los bovinos en el trópico; además se lograron diferentes acuerdos entre los asistentes al taller

Recomendaciones e implicaciones

Se recomienda continuar con la realización de talleres de capacitación y eventos demostrativos de campo para fortalecer la vinculación entre investigadores-técnicos y productores rurales.

Se recomienda que en cuanto se tengan los resultados finales de las investigaciones realizadas y expuestas durante este evento se dé a conocer a los productores para que se hagan las recomendaciones pertinentes de estas alternativas de alimentación.

Literatura citada

Melgarejo, A. A., Roque, R. T., Sánchez, B. A., Scherf, M. E., Palaoro, O. R., Luciano, E. V., Insaurrale, S. M., Maciel, J. L., Barreto, M., Vargas, M. y Balbuena E. (2012). Manual del extensionista. Proyecto de fortalecimiento de la piscicultura rural. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ipafnea-manual_extens_pisc_rural

Santos, C. V., Álvarez, M. A., Pérez, G. F y Pérez, S. L. (2019). El extensionismo rural mexicano: análisis coyuntural con enfoque de políticas públicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 63-77. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1117>

Evidencias



Figura 22. Palabras de bienvenida



Figura 23. Explicación sobre comportamiento productivo de soja forrajera.



Figura 24. Explicación sobre ensilado de mango de desecho.



Figura 25. Recorrido por parcela experimental.



Figura 26. Explicación sobre comportamiento de las cuatro variedades.



Figura 27. Participación de proveedores y conclusión del evento.