



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

**“Evaluación de los métodos para la multiplicación de semilla en
leguminosas herbáceas”**

AUTORA: Michaelle Alejandra Mosquera Velasco

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mgs.

COTUTORA: María Verónica Taípe Taípe, PhD (c).

El Carmen, enero del 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Mosquera Velasco Michael Alejandra**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, periodo académico 2024 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **Evaluación de los métodos para la multiplicación de semilla en leguminosas herbáceas**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 06 de enero del 2025.



Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mgs.
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Evaluación de los métodos para la multiplicación de semilla en
leguminosas herbáceas”**

AUTORA: Michaelle Alejandra Mosquera Velasco

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, Mgs.

COTUTORA: María Verónica Taipe Taipe, PhD (c).

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. De la Cruz Marco, Mg

Ing. Cobeña Loo Nexar, Mg

Ing. González Ricardo Paúl, Mc

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Michaelle Alejandra Mosquera Velasco con cédula de ciudadanía 1205030693, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy la autora de la tesis titulada **"Evaluación de los métodos para la multiplicación de semillas en leguminosas herbáceas"**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Michaelle Alejandra Mosquera Velasco

DEDICATORIA

“En la vida no hay cosas que temer, solo cosas que comprender. Ahora es el momento de comprender más, para temer menos”- *Maria Salomea Skłodowska-Curie*

De lo más profundo de mi corazón, dedico este trabajo de titulación a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. A mis abuelos, Ramón Velasco (+) y Josefa Pazmiño (+), por su sabiduría, amor y ejemplo, que han sido pilares fundamentales en mi vida y en este logro. A mis hijos, Nathan y Smith, por ser mi mayor fuente de inspiración y recordarme que cada esfuerzo y sacrificio tiene sentido cuando se hace con amor.

También me lo dedico a mí misma, como reconocimiento al esfuerzo, la perseverancia y la dedicación que me permitieron superar cada obstáculo y alcanzar esta meta. A mis padres, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y su fe inquebrantable en mí. Este logro no solo es mío, sino también de ellos, quienes siempre han estado a mi lado brindándome amor y confianza. Les estaré eternamente agradecida.

Michaell Alejandra Mosquera Velasco

AGRADECIMIENTO

“Me enseñaron que el camino del progreso no era ni rápido ni fácil”- *María S-Curie*

Con todo mi corazón, agradezco a mis abuelos, Ramón Velasco (+) y Josefa Pazmiño (+), por su amor y ejemplo, y a mis padres, Jomaira Velasco y Leonida Mosquera, por ser mi pilar fundamental, brindándome siempre su apoyo incondicional. A mi esposo, Jixon Zambrano, por su paciencia y respaldo constante. A mi tía, Patricia Velasco, y a mi padrino, Fabián Fernández, por sus palabras de ánimo que me motivaron a seguir adelante.

A la Estación Experimental Portoviejo (EEP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y a la ing Verónica Taipe responsable del Programa de ganadería y pastos, por permitirme realizar esta investigación y formar parte del programa de dicha Estación.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento al Ing. Randy Cedeño, PhD, por su invaluable guía y dedicación como tutor de mi tesis, y al Ing. Jorge Vivas, PhD, por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles, cuando pensé en abandonar la carrera. Su apoyo fue clave para ayudarme a mantenerme firme y alcanzar esta meta.

Michaell Alejandra Mosquera Velasco

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXO.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Importancia nutricional y ambiental de las leguminosas herbáceas.....	4
1.2. Leguminosas herbáceas como banco de forraje.....	5
1.3. Ventajas de los bancos de proteínas a través de leguminosas herbáceas.....	6
1.4. Clasificación de las Leguminosas.....	7
1.4.1. Leguminosas Rastreras.....	7
1.4.2. Leguminosas arbóreas.....	7
1.4.3. Leguminosas Temporales.....	8
1.5. Composición química de las leguminosas.....	8
1.5.1. Proteínas.....	8
1.5.2. Carbohidratos.....	9
1.5.3. Lípidos.....	9
1.6. Tipos de semillas de leguminosas.....	9
1.7. Frejol de vaca (<i>Canavalia ensiformis</i> L).....	10
1.7.1. Descripción morfológica.....	11
1.7.2. Condiciones ecológicas del frejol de vaca.....	11
1.7.3. Densidad de siembra.....	11
1.8. Mucuna blanca (<i>Stylzobium aterrimum</i>).....	12
1.8.1. Descripción de la planta.....	12
1.8.2. Beneficios del uso de <i>Stylzobium aterrimum</i>	13
1.9. Mucuna negra (<i>Georgina velvet</i>).....	14
1.10. La conchita azul (<i>Clitoria ternatea</i> L).....	15
1.10.1. Características morfológicas.....	15
1.10.2. Características agronómicas.....	16
1.10.3. Preparación del terreno.....	17
1.10.4. Siembra.....	17
CAPITULO II.....	18
2. ESTADO DEL ARTE.....	18
CAPÍTULO III.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1. Localización de la unidad experimental.....	20

Localización de la unidad experimental	20
3.2. Caracterizaciones edafoclimáticas de la zona de estudio	20
3.3. Metodología	20
3.3.1. Método teórico	20
3.4. Variables	21
3.5. Unidad Experimental	22
3.6. Tratamientos	22
3.7. Análisis Estadístico	23
3.8. Diseño experimental.....	23
3.9. Instrumentos de medición	24
3.10. Manejo del ensayo	24
3.10.1. Manejo del ensayo desde la siembra hasta la evaluación	24
3.10.2. Manejo Agronómico.....	24
3.10.3. Recolección de Datos	25
CAPÍTULO IV	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Días a la floración	26
4.2. Duración de la floración	27
4.3. Número de vainas por leguminosa.....	28
4.4. Número de semilla por vainas	28
4.5. Peso de 100 semillas.....	29
4.6. Producción de semilla (kg/ha)	30
CAPITULO V	32
4. CONCLUSIONES	32
CAPITULO VI	33
5. RECOMENDACIONES	33
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXV
7. ANEXOS	XLIV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies de semillas más comunes	9
Tabla 2. <i>Taxonomía de Canavalia ensiformis</i>	10
Tabla 3. Condiciones Ecológicas y Adaptativas de <i>Canavalia ensiformis</i> L.	11
Tabla 4. Características Fenológicas de <i>Canavalia ensiformis</i>	11
Tabla 5. Descripción taxonómica de <i>Stylzobium aterrimum</i>	12
Tabla 6. Descripción taxonómica de <i>Georgina velvet</i>	14
Tabla 7. Características morfológicas (<i>Clitoria ternatea</i> L).....	15
Tabla 8. Características agroecológicas de la localidad.....	20
Tabla 9. Variables dependientes e independientes.....	21
Tabla 10. Detalle de las Unidades Experimentales	22
Tabla 11. Disposiciones de los tratamientos en estudio.....	22
Tabla 12. Esquema de ADEVA	23
Tabla 13. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en los días a la floración.....	26
Tabla 14. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la duración de la floración.....	27
Tabla 15. <i>Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable número de vaina</i>	28
Tabla 16. <i>Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable número de semilla por vaina</i>	29
Tabla 17. <i>Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable Peso en gramos de 100 semillas</i>	30
Tabla 18. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable Producción (kg/ha)	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Canavalia ensiformis</i> (frejol de vaca) especie forrajera promisorio en el trópico ..5	5
Figura 2. Leguminosas como banco forrajero en la ganadería.....7	7
Figura 3. <i>Arachis Pintoy</i> (a), <i>Clitoria ternatea</i> (b) y <i>Phaseolus vulgaris</i> (c) 8	8
Figura 4. Frejol de vaca (<i>Canavalia ensiformis</i> L.) 10	10
Figura 5. Leguminosa <i>Stylzobium aterrimum</i> de hábito rastrero y agresivo 12	12
Figura 6. Hojas de la leguminosa <i>Stylzobium aterrimum</i> 13	13
Figura 7. Hojas de la leguminosa <i>Georgina velvet</i> 14	14
Figura 8. Forma y color de la leguminosa <i>Clitoria ternatea</i> 16	16
Figura 9. Ubicación y coordenadas de la zona del experimento20	20

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Análisis de los datos en el programa R.....	XLIV
Anexo 2 Delimitación de as parcelas	XLIV
Anexo 3 Establecimiento de las leguminosas.....	XLIV
Anexo 4 Establecimiento de las leguminosas sin espaldera	XLV
Anexo 5 Establecimiento de las leguminosas con espaldera	XLV
Anexo 6. Toma de datos.....	XLVI

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar métodos para la multiplicación de semillas en leguminosas herbáceas mediante un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial $2 \times 2 \times 4$, resultando en 16 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Los resultados destacan que *Mucuna negra* sembrada en suelo presentó el mayor rendimiento en días a la floración (97,99 días), duración de la floración (21,09 días) y número de vainas por planta (12,99), posicionándola como una opción prometedora para mejorar la eficiencia en sistemas agrícolas sostenibles. Por otro lado, *Canavalia ensiformis* sobresalió en número de semillas por vaina, con un promedio de 7,97, y registró el mayor peso de 100 semillas (117,09 g) y la mayor producción por hectárea (776,29 kg. ha⁻¹). Estos resultados evidencian que las condiciones de siembra y las características genéticas de las leguminosas tienen un impacto directo en el rendimiento de las semillas. La siembra directa en suelo resultó ser el método más eficiente para ambas especies, maximizando su productividad. Se concluye que la *Mucuna negra* se destaca por su estabilidad en variables relacionadas con floración y número de vainas, mientras que *Canavalia ensiformis* es más adecuada para maximizar la cantidad y peso de las semillas, lo que la convierte en una alternativa ideal para sistemas de producción masiva. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo agronómico específicas para cada especie, con el fin de optimizar su rendimiento y garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción de semillas de leguminosas herbáceas.

Palabras claves: Morfología, Características, Semilla, leguminosas, forraje

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate methods for multiplying seeds of herbaceous legumes using a Randomised Complete Block Design (RCBD) with a $2 \times 2 \times 4$ factorial arrangement, resulting in 16 treatments with 4 replications each. The results highlight that *Mucuna negra* grown in soil showed the highest performance in terms of days to flowering (97.99 days), flowering duration (21.09 days), and number of pods per plant (12.99), positioning it as a promising option for improving efficiency in sustainable agricultural systems. On the other hand, *Canavalia ensiformis* excelled in the number of seeds per pod, with an average of 7.97, and recorded the highest weight of 100 seeds (117,09 g) and the greatest production per hectare (776,29 kg. ha⁻¹). These results demonstrate that planting conditions and the genetic characteristics of legumes have a direct impact on seed yield. Direct sowing in soil proved to be the most efficient method for both species, maximising their productivity. It is concluded that *Mucuna negra* stands out for its stability in variables related to flowering and number of pods, while *Canavalia ensiformis* is more suitable for maximising seed quantity and weight, making it an ideal alternative for mass production systems. These findings underline the importance of implementing specific agronomic management strategies for each species to optimise their performance and ensure the sustainability of herbaceous legume seed production systems.

Keywords: Morphology, Characteristics, Seed, Legumes, Forage.

INTRODUCCIÓN

La propagación de plantas ha jugado un rol crucial en el desarrollo de la humanidad, la agricultura se consolidó hace más de 10,000 años, cuando los primeros grupos humanos comenzaron a cultivar y domesticar especies vegetales y animales (Maroto, 2014). Desde entonces, la subsistencia de las sociedades ha dependido en gran medida de la producción de alimentos, fibras y otros recursos derivados de las plantas cultivadas (Martínez y Biosely, 2019).

En el contexto actual, caracterizado por el cambio climático y la creciente incidencia de períodos prolongados de sequía, la disponibilidad de recursos naturales como el agua y los forrajes se ve seriamente afectada (Rivera et al., 2021). En este escenario, las leguminosas herbáceas surgen como una alternativa clave para la resiliencia de los sistemas productivos (Milera-Rodríguez, 2021). Estas plantas no solo tienen la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo mediante la fijación de nitrógeno, sino que también presentan un alto valor nutricional para el ganado, al ser una rica fuente de proteínas y otros nutrientes esenciales (Carreño y Baquero, 2019).

Durante los períodos de sequía o escasez de forraje, las leguminosas se presentan como una opción viable para la alimentación animal (León et al., 2018). Estas plantas pueden ofrecer un suplemento alimenticio de alta calidad, que ayuda a mantener la productividad ganadera, ya que su contenido nutricional puede superar entre un 13% y un 40% de proteína en contraste al de otras especies forrajeras, convirtiéndolas en un recurso esencial para la alimentación del ganado bovino en tiempos críticos (Rubio et al., 2008).

A pesar de los múltiples beneficios ambientales y productivos que ofrecen las leguminosas existe una limitada comprensión de su manejo y aprovechamiento a nivel local (Villarreal, 1994). Su uso como suplemento alimenticio para el ganado, aunque aún no está plenamente implementado, está siendo adoptado por algunos productores ganaderos, quienes reconocen su potencial para mejorar la alimentación de los animales, especialmente en tiempos de escasez (Morales et al., 2016).

Olivares-Pérez et al. (2011), destacan que las leguminosas herbáceas ofrecen una amplia variedad de beneficios tanto para los animales como para el medio ambiente. Entre los principales se encuentran la capacidad de fijar nitrógeno de manera biológica, mejorar las características físicas y químicas del suelo, aumentar la población y actividad de la fauna del suelo, y fomentar la biodiversidad (Portillo-López et al., 2019). En términos globales, varias especies de leguminosas herbáceas han mostrado ser eficaces en los pastizales, contribuyendo

de manera significativa a la rentabilidad de los sistemas de producción de carne y leche (Simón et al., 2005).

Las leguminosas aportan beneficios significativos tanto al suelo como a la producción ganadera (Olivares-Pérez et al., 2011). En el suelo, tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de una simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, lo que incrementa la fertilidad del suelo de manera natural y reduce la dependencia de fertilizantes químicos (Kashyap et al., 2019). Además, mejoran las propiedades físicas del suelo, como su estructura y capacidad de retención de agua, lo que favorece el crecimiento de las plantas y previene la erosión (Simón et al., 2005).

Estas plantas también fomentan la biodiversidad y aumentan la población de organismos beneficiosos en el suelo, contribuyendo a su regeneración, especialmente en suelos degradados o erosionados (Villarreal, 1994). La investigación de Reino et al. (2019) subraya la importancia de la búsqueda de nuevas variedades de leguminosas, con el fin de incrementar la diversidad genética del germoplasma disponible, lo que resulta fundamental para afrontar los desafíos actuales que enfrenta los suelos productivos de la mayoría de países.

En este contexto, la evaluación de los métodos para la multiplicación de semillas de leguminosas herbáceas, como *Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis* y *Clitoria ternatea*, adquiere una relevancia crucial (Chabesta y Palacios, 2023). Al identificar y promover las mejores prácticas para su propagación no solo permitirá aumentar su disponibilidad, sino también garantizar una integración óptima en los sistemas productivos agropecuarios. De este modo, se espera fortalecer la capacidad de adaptación de dichos sistemas ante los retos ambientales y climáticos, contribuyendo a una producción más sostenible.

i) Problema científico

En la producción agropecuaria, las leguminosas herbáceas han demostrado ser una fuente clave de nutrientes para el ganado y de mejora del suelo, gracias a su capacidad para fijar nitrógeno (Simón et al., 2005). Sin embargo, uno de los principales desafíos en el uso de estas plantas es la limitada disponibilidad de semillas de alta calidad y cantidad, lo que afecta su integración eficaz en los sistemas productivos (Boelcke, 1946).

Actualmente, existe una falta de consenso sobre los métodos más adecuados para la multiplicación de semillas, lo que limita la capacidad de los productores para aprovechar plenamente los beneficios que estas especies pueden ofrecer en términos de sostenibilidad agrícola y productividad ganadera (Diulgheroff et al., 1990). La necesidad de investigar y

optimizar técnicas de multiplicación resulta fundamental para garantizar que las semillas se produzcan en condiciones óptimas, tanto en términos de calidad como de costo (Olivares-Pérez et al., 2011).

Además, factores como el sistema de soporte para la producción de semillas, la distancia adecuada de siembra, y la variedad más eficiente de leguminosas son aspectos que requieren una evaluación precisa. Estos elementos no solo impactan en la producción de semillas, sino también en la viabilidad económica del uso de leguminosas como forraje. Sin una metodología clara y estandarizada, los costos y los rendimientos varían considerablemente, afectando a los sistemas ganaderos que dependen de estas plantas.

¿Cuál es el método más efectivo para la multiplicación de semillas de leguminosas herbáceas que garantice una producción y calidad?

ii) Objetivo general

- Evaluar de métodos para la multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas.

iii) Objetivos específicos

- Identificar el sistema de soporte adecuado para la producción y calidad de semilla.
- Determinar la distancia de siembra para la producción y calidad de semilla.
- Establecer la variedad para la producción y calidad de semilla.

iv) Hipótesis

H₀. Todos los métodos de multiplicación de semillas de leguminosas herbáceas tienen la misma producción y calidad de semilla.

H_a. Al menos un método de multiplicación de semillas de leguminosas herbáceas tiene mayor producción y calidad de semilla.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Importancia nutricional y ambiental de las leguminosas herbáceas

Las leguminosas herbáceas pertenecen a una de las familias botánicas más relevantes desde el punto de vista nutricional, formando una parte esencial de la dieta en muchas regiones del mundo (Peralta, 1998). Estas plantas, que forman parte de la familia *Fabaceae*, abarcan un amplio espectro de aproximadamente 20,000 especies, que incluyen tanto árboles como herbáceas (Boschi et al., 2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), menciona que las leguminosas herbáceas han sido fundamentales para la alimentación humana y animal desde la era Paleolítica, periodo en el cual se identificaron múltiples fuentes nutritivas en sus semillas y frutos, conocidos comúnmente como legumbres.

García et al. (2009), destacan que las leguminosas herbáceas se utilizan comúnmente como forraje para animales debido a su alto contenido de nutrientes. Estas plantas contienen alrededor de un 30% de proteína cruda y una rica combinación de minerales como calcio, fósforo, magnesio y cobre (Boschi et al., 2016). Además, poseen un rango de fibra detergente neutra (FDN) que varía entre el 18% y el 62% según la especie, lo que convierte a las leguminosas en una valiosa fuente de nutrientes para la alimentación animal en diversas regiones (Sosa-Montes et al., 2020).

El valor nutritivo de las leguminosas es ampliamente reconocido por su impacto positivo en la alimentación de rumiantes (Peralta, 1998). Estas plantas no solo aportan proteínas y energía, sino que también mejoran la digestibilidad en el sistema ruminal gracias a su contenido de fibra, lo que las convierte en una opción fundamental en la producción ganadera (León et al., 2018). Sosa et al. (2020) destacan que el follaje de las leguminosas es una fuente esencial de nutrientes, contribuyendo significativamente a la eficiencia alimentaria en sistemas ganaderos, al mejorar tanto la calidad nutricional como la productividad animal.

En este contexto, *Canavalia ensiformis* (frijol de vaca) se posiciona como una especie forrajera promisoría en el trópico (Hernández-Forte et al., 2012). Su elevado rendimiento en la producción de granos y forraje, junto con su versatilidad, la convierten en una opción ideal para su uso en regiones tropicales (Puertas et al., 2008). En las condiciones edafoclimáticas del trópico, la canavalia ha demostrado ser altamente eficaz, tanto como cultivo de cobertura, contribuyendo a la conservación y mejora del suelo, como en su uso como abono verde,

incrementando la fertilidad mediante la fijación de nitrógeno y otros nutrientes esenciales (Martín et al., 2009).

Estos factores no solo garantizan la sostenibilidad de los agroecosistemas, sino que también promueven una mayor eficiencia productiva en la ganadería tropical, consolidando a *Canavalia ensiformis* como una especie clave para los sistemas agrícolas sostenibles (Hernández-Forte et al., 2012).



Figura 1. *Canavalia ensiformis* (frejol de vaca) especie forrajera promisoría en el trópico

Nota. tomada de Hernández-Forte et al. (2012).

Balseca et al. (2015), mencionan que, para maximizar los beneficios de estas plantas en los sistemas ganaderos, es crucial conocer la cantidad de proteínas y carbohidratos que contiene cada especie de leguminosa, lo que permite determinar su valor nutritivo para los rumiantes. Además de sus beneficios nutricionales, García-Rubido et al. (2017), subrayan que las leguminosas poseen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de sus raíces, lo que mejora la fertilidad del suelo y representa un importante aporte ambiental.

1.2. Leguminosas herbáceas como banco de forraje

La importancia de las leguminosas como bancos forrajeros radica en su capacidad para mejorar la calidad de los sistemas ganaderos en regiones tropicales, donde la ganadería extensiva ha generado impactos ambientales y sociales significativos (Mora-Delgado, 2018). En América tropical, los agroecosistemas ocupan entre el 60% y el 80% del territorio en países como Brasil, Venezuela, Chile, Colombia, Ecuador y Estados Unidos, y este crecimiento ha conllevado la reducción de ecosistemas de bosques tropicales naturales (Ledesma et al., 2002).

Ante esta situación, las leguminosas forrajeras de tipo arbustivo, utilizadas como bancos de proteínas, representan una solución sostenible (Condo, 2012). Estos bancos consisten en parcelas donde se cultivan leguminosas para complementar la dieta de los rumiantes a través del corte o el ramoneo, mejorando la eficiencia del pastoreo en pastos de baja calidad proteica

(Rosero, 2011).

Los rumiantes requieren un mínimo de 7% de proteína para el funcionamiento adecuado de su sistema digestivo, pero en muchas zonas tropicales, los pastos no alcanzan este nivel, especialmente durante el verano, cuando su contenido proteico puede disminuir hasta un 3% debido a la madurez de las plantas (Ledesma et al., 2002).

Esta deficiencia de proteínas puede llevar a pérdidas significativas en el peso del ganado, menor producción de leche y mayores intervalos entre partos (Ojeniyi et al., 2012). La implementación de bancos de proteínas basados en leguminosas no solo mejora la calidad de la alimentación, sino que también incrementa la productividad del ganado y estabiliza los sistemas ganaderos en regiones donde la calidad del forraje es limitada (Condo, 2012).

1.3. Ventajas de los bancos de proteínas a través de leguminosas herbáceas

Los bancos de proteínas, formados a partir de leguminosas herbáceas, ofrecen múltiples ventajas que transforman la productividad y sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Condo, 2012). Estas parcelas especializadas proporcionan una fuente abundante de alimento de alta calidad para los rumiantes, lo que resulta en una dieta rica en proteínas, minerales y fibra (Botero y Russo, 1998).

Este valor nutricional no solo contribuye al bienestar animal, sino que también impulsa significativamente la productividad en términos de leche y carne, mejorando el rendimiento general del ganado (Simón et al., 2005). Una de las principales ventajas de los bancos forrajeros basados en leguminosas es su capacidad para incrementar tanto la disponibilidad como la calidad del forraje durante todo el año, incluso en épocas de escasez o sequía (Bagnarello et al., 2009).

Esto permite mantener una alimentación constante para el ganado, evitando fluctuaciones en la producción y maximizando la eficiencia del sistema de producción (Sosa-Montes et al., 2020). Como resultado, los productores ven un incremento en sus ingresos debido al aumento en la cantidad y calidad de los productos derivados del ganado, como carne y leche (Botero y Russo, 1998).

Además, estos bancos de proteínas contribuyen a la sostenibilidad de los sistemas ganaderos al reducir la dependencia de insumos externos como los concentrados alimenticios, que suelen ser costosos (Noboa y Naranjo, 2022). Al incorporar leguminosas herbáceas que mejoran la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica del nitrógeno, los bancos forrajeros

también ofrecen un beneficio ambiental significativo (Boelcke, 1946).

Esta mejora en el suelo promueve ciclos de cultivo más eficientes y sostenibles, haciendo que los productores puedan obtener rendimientos más altos con menos recursos (Peralta, 1998). De este modo, el uso de bancos de proteínas a través de leguminosas herbáceas se convierte en una herramienta clave para asegurar la rentabilidad, sostenibilidad y resiliencia de los sistemas ganaderos (Botero y Russo, 1998).



Figura 2. Leguminosas como banco forrajero en la ganadería

Nota: Tomado de Ruiz et al. (2015).

1.4. Clasificación de las Leguminosas

Las leguminosas, plantas que producen semillas comestibles dentro de vainas, son la segunda familia más importante en el mundo vegetal, representando el 27% de la producción agrícola global (Llamas y Acedo, 1998). Además, aportan el 33% de la proteína consumida por los seres humanos, y ocupan el primer lugar en cuanto a su contribución nutricional para la alimentación animal. En función de sus características y usos, las leguminosas se dividen en tres grandes grupos, según la clasificación de Ruiz et al (2015).

1.4.1. Leguminosas Rastreras

Este grupo incluye plantas herbáceas, trepadoras o arbóreas, con una diversidad de hojas, que pueden ser simples, compuestas, en forma de zarcillos o espinas (Mora-Delgado, 2018). En la alimentación animal, se aprovechan tanto las hojas como los tallos (FAO, 2016). Durante el periodo de 1975 a 1989, se establecieron las bases de su uso en la alimentación animal, destacando su función en la fijación de nitrógeno atmosférico a partir de 1980, y su capacidad para producir biomasa a partir de 1982 (Ruiz et al., 2015).

1.4.2. Leguminosas arbóreas

Estas leguminosas se caracterizan por ser plantas de tallo erecto, que pueden sostenerse

por sí mismas. Son valoradas no solo por sus propiedades maderables, sino también por sus usos comestibles y medicinales. Además, ofrecen sombra al ganado y son una fuente de abono orgánico (FAO, 2016).

Los estudios sobre estas especies comenzaron en la década de 1970, y los primeros resultados se publicaron en 1985 (Botero y Russo, 1998). Se demostró su capacidad para fijar nitrógeno y su potencial para integrarse como especie arbustiva en sistemas de pastoreo. También se destacó su uso en la producción de biomasa, especialmente en sistemas de silvopastoreo (Ruiz et al., 2015).

1.4.3. Leguminosas Temporales

Este grupo abarca leguminosas que pueden ser rastreras o arbustivas, y que se destacan por su alto valor nutricional y agronómico, lo que las convierte en una excelente opción para la alimentación animal (Botero y Russo, 1998). Su capacidad para producir forraje las hace especialmente útiles en la ganadería (Díaz-Sánchez et al., 2017).



Figura 3. *Arachis Pintoy* (a), *Clitoria ternatea* (b) y *Phaseolus vulgaris* (c)

Nota: Tomado de Ruiz et al. (2015)

1.5. Composición química de las leguminosas

Desde una perspectiva bioquímica, García-Ferrera et al. (2015), destacan los principales componentes que conforman las leguminosas, los cuales se detallan a continuación:

1.5.1. Proteínas

Las leguminosas se caracterizan por su elevado contenido proteico, que varía entre el 20% y el 40%, superando el de los cereales (Balseca et al., 2015). Sin embargo, este porcentaje puede fluctuar en función de la especie y las condiciones ambientales (Ruiz et al., 2015). Aunque la calidad proteica de las leguminosas es inferior a la de origen animal, su contenido en péptidos bioactivos ofrece diversos beneficios para la salud humana y animal, haciendo de

las leguminosas un recurso valioso en la nutrición de rumiantes y otros animales de producción.

1.5.2. Carbohidratos

El contenido de carbohidratos en las leguminosas oscila entre el 30% y el 60%. Estos carbohidratos están compuestos principalmente por oligosacáridos, fibra y almidón (Díaz-Sánchez et al., 2017). La fibra dietética que contienen contribuye a reducir el índice glucémico, lo que tiene implicaciones positivas para la salud metabólica (Davila et al., 2003). Estudios recientes sugieren que los oligosacáridos presentes en las leguminosas podrían actuar como prebióticos, promoviendo una modulación favorable del microbiota intestinal (López-Herrera y Briceño-Arguedas, 2017).

1.5.3. Lípidos

El contenido lipídico en la mayoría de las leguminosas es bajo, especialmente en especies como las lentejas y judías (Ruiz et al., 2015). No obstante, el garbanzo y la soja presentan niveles más altos, alcanzando hasta un 7% de lípidos. Estos lípidos están formados por triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos y lipoproteínas (Castillón et al., 2004). Dada su baja proporción de lípidos, el consumo de leguminosas en la alimentación animal es recomendado, ya que contribuye a una dieta equilibrada sin elevar los niveles de grasa (Delgado et al., 2016).

1.6. Tipos de semillas de leguminosas

De acuerdo con la FAO (2016), las leguminosas se clasifican en varias categorías según su tipo de planta, que puede ser herbácea, trepadora o arbórea. La naturaleza de la semilla varía según la especie de leguminosa de la que provenga, lo que influye directamente en sus aplicaciones tanto en la producción de alimentos como en los sistemas ganaderos (García-Ferrera et al., 2015). Este rango de diversidad permite a las leguminosas adaptarse a diferentes entornos y optimizar su uso en prácticas agrícolas sostenibles (Ruiz et al., 2015).

Tabla 1. *Especies de semillas más comunes*

Nombre Común	Nombre Científico
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Trébol	<i>Trifolium repens</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>
Acacia	<i>Acacia</i>

Nota: Tomado de FAO (2016)

1.7. Frejol de vaca (*Canavalia ensiformis* L)

El frijol de vaca (*Canavalia ensiformis* L.) es una leguminosa que puede adoptar una forma herbácea o leñosa, con crecimiento erecto o enredado, y puede ser anual o perenne, dependiendo de las condiciones ambientales (García-Rubido et al., 2017). Originaria de Centroamérica y las Antillas, esta planta es ampliamente utilizada tanto como cultivo de cobertura como en la producción de forraje (Quinn y Jarquín, 2002).

Su ciclo vegetativo es flexible, oscilando entre 14 semanas y 6 meses, lo que permite adaptarla a diversos sistemas agrícolas, la planta produce inflorescencias de color blanco que generalmente aparecen entre los 2 y 3 meses posteriores a la siembra (Solórzano, 2023). En regiones más húmedas, *Canavalia ensiformis* puede convertirse en una planta perenne, con una vida útil de entre 2 a 4 años (Solórzano, 2023).

Tabla 2. Taxonomía de *Canavalia ensiformis*

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Faboideae</i>
Tribu	<i>Phaseoleae</i>
Género	<i>Canavalia</i>
Especie	<i>Canavalia ensiformis</i>

Nota: Tomada de (Ulloa et al., 2011)

Esta especie es semi-perenne, robusta y destaca por sus grandes granos, lisos y de color blanco (Solórzano, 2023). El crecimiento vegetativo de *Canavalia* continúa después de la floración y la formación de vainas, lo que la convierte en una planta resiliente que puede tolerar tanto sequías como encharcamientos (Hernández-Forte et al., 2012).



Figura 4. Frijol de vaca (*Canavalia ensiformis* L.)

Nota: Tomada de (Ulloa et al., 2011)

1.7.1. Descripción morfológica

La *Canavalia ensiformis* es una leguminosa rústica, anual o bianual, de porte erecto. Su crecimiento inicial es relativamente rápido, con hábito de crecimiento indeterminado que alcanza de 0,6 a 1,2 metros de altura, formando guías (Galdámez et al., 2010). Las hojas son alternas y trifoliadas, de color verde oscuro y brillante, con nervaduras bien sobresalientes (Jaira, 1997).

Presenta inflorescencias axilares en racimos, con flores grandes, de corola violácea o roja, la vaina es larga, plana y dura, alcanzando hasta 35 centímetros de largo y 3 centímetros de ancho (Solórzano, 2023). Cada vaina contiene de 4 a 20 semillas grandes, redondeadas u ovaladas, de color blanco.

1.7.2. Condiciones ecológicas del frejol de vaca

Tabla 3. *Condiciones Ecológicas y Adaptativas de Canavalia ensiformis L.*

Aspecto	Características de <i>Canavalia ensiformis</i> L.
Rango de suelos	Suelos de tierras bajas tropicales, pobres en nutrientes, pedregosos, ácidos, salinos, arcillosos y húmedos.
Rango de pH	4,3 a 8
Resistencia a sequía	Alta, gracias a su sistema radicular profundo que retiene humedad en el suelo.
Pluviometría	Se adapta a zonas con precipitaciones entre 700 mm y 4200 mm anuales.
Rango de temperatura	Resiste temperaturas con un promedio anual entre 14°C y 27°C.
Requerimientos de luz	Prefiere iluminación completa, pero crece bien en sombra parcial.
Altitud de desarrollo	Desde el nivel del mar hasta 1800 msnm.

Nota: Tomado de Jaira (1997).

1.7.3. Densidad de siembra

La densidad de siembra recomendada para *Canavalia ensiformis* es de 2 semillas por postura, con una separación de 40 centímetros entre cada una. La distancia entre surcos generalmente es de 90 centímetros, aunque una separación de 80 centímetros entre surcos ha demostrado proporcionar una mejor cobertura del terreno (Jaira, 1997).

Tabla 4. *Características Fenológicas de Canavalia ensiformis*

Especie	Peso de 100 semillas (g)	Densidad de siembra (kg/ha)	Densidad de población (pl/ha)	Duración del ciclo (días)
<i>Canavalia</i>	147,1	66,7	45,25	211

Nota: Tomado de Jaira (1997).

1.8. *Mucuna* blanca (*Stylzobium aterrinum*)

La *Mucuna* comparte características comunes con otras leguminosas, pero destaca por su diversidad en cuanto a propiedades nutricionales (Procópio et al., 2005). Esta planta se adapta con facilidad a una amplia gama de condiciones climáticas, lo que permite su cultivo en prácticamente cualquier entorno (Santos et al., 2007).

Aunque su uso tradicional como alimento ha sido limitado, sus semillas poseen un alto valor tanto nutricional como económico, lo que le confiere un gran potencial para convertirse en un recurso fundamental en el sector agropecuario (Scull-Rodríguez et al., 2017).

Tabla 5. Descripción taxonómica de *Stylzobium aterrinum*

Jerarquía	Taxonomía
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Género	<i>Mucuna</i>
Especie	<i>Stylzobium aterrinum</i>

Nota: Tomado de Scull-Rodríguez et al. (2017).

1.8.1. Descripción de la planta

La *mucuna* es una leguminosa anual que destaca por su rápido crecimiento, pertenece a la familia *fabaceae*, y su tallo, que puede llegar a alcanzar hasta 20 metros de longitud, le permite cubrir amplias extensiones de terreno (Scull-Rodríguez et al., 2018). Las flores varían en color, pudiendo ser moradas, blancas o lilas, según la variedad. Estas flores se agrupan en racimos, que pueden contener hasta 100 unidades, lo que contribuye a su gran capacidad de propagación (H. Suárez et al., 2012).



Figura 5. Leguminosa *Stylzobium aterrinum* de hábito rastrero y agresivo

Nota: Tomado de Suárez et al. (2012)

Cada kilogramo de semilla contiene entre 5500 y 6500 semillas, y el rendimiento de

producción puede oscilar entre 571 y 1428 kg por hectárea (Chabesta y Palacios, 2023). Además, la mucuna tiene la capacidad de fijar hasta 200 kg de nitrógeno por hectárea al año, lo que resulta en una significativa mejora en la fertilidad del suelo (Tresina y Mohan, 2013)

Las vainas de la planta son gruesas, alcanzando aproximadamente 10 centímetros de largo, y están recubiertas de pelos finos que protegen las semillas en su interior (Chabesta y Palacios, 2023). Cada vaina alberga de cinco a seis semillas (H. Suárez et al., 2012). Las tres variedades más comunes de mucuna son la Blanca, Negra y Pinta, que se distinguen por el color de sus semillas y flores, el tiempo que necesitan para madurar y la cantidad de biomasa que producen (FAO, 2016).



Figura 6. Hojas de la leguminosa *Stylzobium aterrimum*

Nota: Tomado de Suárez et al. (2012)

1.8.2. Beneficios del uso de *Stylzobium aterrimum*

Los beneficios que ofrece esta leguminosa son variados y bien documentados. Varios estudios han subrayado sus ventajas, posicionándola como una opción clave dentro de los sistemas de producción sostenibles (Scull et al., 2018).

- Su bajo costo de producción la convierte en una alternativa económicamente viable (Scull et al., 2018).
- Su capacidad para adaptarse a diversos climas la hace idónea para múltiples regiones (Hernández et al., 2019).
- Ofrece propiedades nutricionales excepcionales, lo que la convierte en un alimento de alta calidad (Chandra et al., 2016).
- También tiene aplicaciones medicinales, destacando sus propiedades hipoglucémicas, antiinflamatorias y afrodisíacas (Chandra et al., 2016).

1.9. *Mucuna negra (Georgina velvet)*

Mucuna pruriens (*Georgina velvet*) es una leguminosa tropical que destaca por su elevada concentración de levodopa, lo que le confiere importantes beneficios diuréticos y fisiológicos para los seres humanos (Chakoma et al., 2016). En lo que respecta a la ganadería, esta herbácea se considera un excelente suplemento alimenticio, especialmente en dietas de animales que presentan deficiencia de lisina y proteínas (García-Abarca et al., 2021). Su alto contenido proteico y su capacidad de aportar energía la convierten en un recurso de gran valor para la alimentación de diversas especies ganaderas, lo que refuerza su potencial como forraje (Nieto-Cabrera, 2022).



Figura 7. Hojas de la leguminosa *Georgina velvet*

Nota: Tomado de Suárez et al. (2012)

El frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* var. *utilis*), conocido también como mucuna, es una enredadera leguminosa anual común en gran parte de las regiones (Hernández-Morales et al., 2018). Su crecimiento está limitado a la temporada húmeda, ya que muere con la llegada de la estación fría (Nieto-Cabrera, 2022).

Tabla 6. Descripción taxonómica de *Georgina velvet*

Clasificación	Taxonomía
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Rosidae</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Género	<i>Mucuna</i>
Especie	<i>Georgina velvet</i>

Nota: Tomado de Scull-Rodríguez et al. (2017).

La planta presenta hojas trifoliadas grandes, es decir, con tres folíolos, y largos tallos

vigorosos que pueden alcanzar de dos a tres metros de longitud, dependiendo de las condiciones de crecimiento (Chakoma et al., 2016). Las flores, de color púrpura intenso, aparecen al final de marzo o principios de abril, debajo del follaje (Nieto-Cabrera, 2022). Las semillas, de forma ovoide y unos 10 mm de largo, varían en color desde blanco, gris, marrón, hasta negro o moteado (Hernández-Morales et al., 2018).

1.10. La conchita azul (*Clitoria ternatea* L)

La *Clitoria ternatea* L., comúnmente llamada "conchita azul", destaca por su capacidad de adaptación, alta producción de forraje y su gran potencial para aumentar la productividad animal de manera económica. Sin embargo, su adopción ha sido limitada debido a la baja disponibilidad de semillas y a la falta de conocimiento técnico sobre su cultivo y manejo adecuado (Al-Snafi, 2016).

Esta leguminosa, originaria de Asia, se adapta a áreas tropicales y subtropicales. No obstante, algunos estudios también sugieren que su origen podría estar en Centro y Sudamérica, así como en el Caribe, distribuyéndose desde los 20° N hasta los 24° S (Gonzales y Chow, 2008). La *Clitoria ternatea* tiene múltiples usos, como banco de proteínas, mejora de barbecho, cultivo de cobertura, abono verde, pastoreo, corte y acarreo, ensilaje y, además, es valorada por sus propiedades ornamentales y medicinales (H. Suárez et al., 2012).

Tabla 7. Características morfológicas (*Clitoria ternatea* L)

Característica	Descripción
Tipo de planta	Bianual o perenne, semiarbusciva y trepadora
Altura	60 a 70 cm
Tamaño de los tallos	Finos, de 0,5 a 3 m de largo
Hojas	Pinadas, con 5 a 7 folíolos oblongo-lanceolados, de 1,5 a 7,0 cm de largo y de 0,3 a 4,0 cm de ancho, ligeramente pubescentes
Flores	Simples o pareadas, con pedicelos gemelos a 180°, forma de embudo invertido, blancas o azuladas, de 2,5 a 5,0 cm de longitud
Vainas	Alargadas y planas, de 6 a 12 cm de largo y de 0,7 a 1,2 cm de ancho
Semillas	Más de 10 por vaina, negras, verde olivo, café o moteadas, de 4,7 a 7,0 mm de largo y 3 mm de ancho
Raíces	Fuertes y profundas

Nota: Tomado de Suárez et al, (2012).

1.10.1. Características morfológicas

La *Clitoria ternatea* L., conocida comúnmente como "conchita azul", es una planta herbácea con características perennes que puede vivir varios años. Su altura máxima alcanza

los 100 cm, dependiendo de las condiciones ambientales (Gupta et al., 2010). Su crecimiento es indeterminado, lo que le permite desarrollar guías que trepan cuando encuentran soporte adecuado (Aguirre y Zeledón, 2024). Esta planta puede ser bianual o perenne de vida corta, con un crecimiento semiarbustivo y trepador, llegando a medir entre 60 cm y 70 cm (Mukherjee et al., 2008).

Los tallos son ligeramente torsionados y presentan un patrón en zigzag, con nudos bien marcados y entrenudos de longitud variable (Mukherjee et al., 2008). Las hojas están dispuestas de manera opuesta, formando ángulos hacia el interior (Macías et al., 2021). En cuanto a la inflorescencia, las flores suelen aparecer de forma solitaria y se orientan hacia abajo (Romero et al., 2013). Están estriadas a lo largo de la parte ventral y dorsal, con un patrón en forma de abanico (Gupta et al., 2010). Las flores tienen un color azul púrpura, mientras que la parte ventral y dorsal es de un tono azul más claro que tiende a volverse amarillo blanquecino (Espinoza et al., 2020).

Las vainas de la planta son lineales, planas y pediceladas, con una forma ligeramente acuminada y convexa hacia la sutura placentar, similar a una "S" suave (Marín et al., 2003). Estas vainas miden entre 6 y 10 cm de largo y entre 0,7 y 1 cm de ancho, y cuando maduran, sus valvas se retuercen y se abren. Cada vaina contiene de 6 a 10 semillas, que están dispuestas alternadamente en su interior (Macías et al., 2021). Las semillas tienen entre 0,5 y 0,6 cm de largo y entre 0,3 y 0,4 cm de ancho. Son de color negro, con forma alargada ovoidal, casi cuadrada o ligeramente arriñonada, con un hilio blanco (Gupta et al., 2010).

Finalmente, la *Clitoria ternatea* posee una raíz pivotante que se extiende a más de 120 cm de profundidad, acompañada por numerosas raíces secundarias, aunque presenta poca nodulación (Gupta et al., 2010).



Figura 8. Forma y color de la leguminosa *Clitoria ternatea*

Nota: Tomado de Romero et al, (2013).

1.10.2. Características agronómicas

Ponce-Méndez (2014) describe las características agronómicas de *Clitoria ternatea* L.,

una leguminosa con un sistema radicular fuerte que le permite soportar periodos de sequía una vez establecida. En condiciones de sequías prolongadas y severas, la planta puede detener su crecimiento, presentar amarillamiento y defoliación; sin embargo, se recupera rápidamente al recibir humedad (Espinoza et al., 2020). Tras los cortes, muestra un rebrote vigoroso y tolera el pastoreo moderado, produciendo brotes incluso cerca del nivel del suelo (Gupta et al., 2010).

La planta también presenta buena recuperación tras incendios, siempre que haya suficiente disponibilidad de agua. Es de fácil siembra, compatible con gramíneas y se desarrolla favorablemente con bajas dosis de fertilizante (Macías et al., 2021). En el Istmo, incluso durante la época de los Nortes (octubre a febrero), produce forraje de manera significativa y resiste bien el ataque de plagas y enfermedades (Gonzales y Chow, 2008).

1.10.3. Preparación del terreno

Una preparación adecuada del terreno, logrando una textura suelta y bien mullida, favorece el drenaje y permite una penetración óptima de las raíces, lo cual contribuye a un cultivo más productivo y duradero (Salazar, 2017). En suelos pesados y compactados, se recomienda realizar uno o dos pases de subsuelo, seguido de un barbecho y un rastreo cruzado, además de la formación de surcos con un espaciado de 62 a 72 cm. En terrenos franco-arenosos, no es necesario el subsuelo, pero se debe procurar que el suelo esté bien preparado, mullido y nivelado (Macías et al., 2021).

1.10.4. Siembra

Aunque la siembra se puede realizar durante todo el año, el momento óptimo es al inicio de la temporada de lluvias, entre junio y julio. La siembra se realiza al espeque, colocando una semilla por golpe a una profundidad de 2 cm. Antes de sembrarla, se recomienda remojar la semilla durante un día para mejorar su germinación (Macías et al., 2021). Se debe respetar una distancia de 60 cm entre plantas y 80 cm entre surcos para un desarrollo adecuado (Gupta et al., 2010).

CAPITULO II

2. ESTADO DEL ARTE

Solórzano, (2023), Evaluó tres especies forrajeras *Tithonia diversifolia* (Botón de oro), *Canavalia ensiformis* (Frejol de vaca) y *Cajanus cajan* (Frejol de palo) como fuentes de proteína en la producción de cabras. Se evaluó la producción forrajera (g/m²) y la calidad bromatológica (proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas) de cada forrajera. En cuanto a la producción forrajera, *Tithonia diversifolia* (T1) alcanzó una media de 196,9 g/m², compartiendo significancia estadística con *Canavalia ensiformis* (T2) y *Cajanus cajan* (T3), pero el mayor rendimiento lo presentó T2 con 291,19 g/m². En calidad bromatológica, T2 obtuvo los valores más altos en proteína cruda, mientras que T1 destacó en porcentaje de proteína, aunque no se observaron diferencias significativas en este parámetro entre los tratamientos. Solo la variable de ceniza mostró diferencias significativas, siendo T2 el más destacado. Entre las tres especies forrajeras evaluadas, *Tithonia diversifolia* (Botón de oro) se presenta como la mejor opción, destacándose por su mayor porcentaje de proteína y por diferencias significativas en fibra, lo que la convierte en una opción eficiente para mejorar la productividad animal a menor costo.

En los trópicos ecuatorianos, existen especies cuyo valor productivo y nutritivo para la alimentación animal no está debidamente documentado. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica y la composición química de *Clitoria ternatea L.* en el subtrópico. Los tratamientos fenológicos evaluados fueron 75, 90 y 105 días. Se analizaron variables morfo-métricas como longitud, peso y nódulos de las raíces, altura de la planta, número de ramas secundarias, flores y vainas. Además, se evaluó la composición microbiológica de la rizósfera en las diferentes etapas. A los 90 días, se observó la mayor elongación y volumen celular en las raíces. Conforme la planta envejecía, aumentaban el crecimiento, la floración y la formación de vainas, alcanzando los valores más altos a los 105 días. Las condiciones edafoclimáticas del subtrópico favorecieron tanto el desarrollo fenológico de la planta como la calidad del forraje. El mayor contenido de proteína se obtuvo a los 75 días. Los aerobios totales mostraron mayores unidades logarítmicas, lo que indica una mejor adaptabilidad a los factores bióticos y abióticos (Macías et al., 2021).

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de tres frecuencias de corte (60, 70 y 80 días) sobre la producción de biomasa, el contenido de proteína bruta y de fibra bruta (%) del frijol de vaca (*Canavalia ensiformis L.*). Las variables analizadas incluyeron la altura de la planta (cm), la producción de biomasa en base verde y seca (kg/ha), así como el porcentaje de

proteína bruta y fibra bruta. El tratamiento correspondiente a la frecuencia de corte de 80 días mostró la mayor altura de la planta, alcanzando los 125 cm. En cuanto a la biomasa, este tratamiento también fue superior a los demás, con 7,241 kg/ha en base verde y 4,110,9 kg/ha en base seca. En los análisis químicos, los valores de proteína bruta fueron similares entre los tratamientos uno y dos, con porcentajes de 24,22% y 24,05%, respectivamente. En lo que respecta a la fibra bruta, el tratamiento de 80 días presentó el valor más alto (18,43%), registrando un aumento del 8,6% en comparación con el tratamiento de 60 días (16,52%) y del 2,3% respecto al tratamiento de 70 días (18,00%) (Quinn y Jarquín, 2002).

El objetivo del estudio fue evaluar las especies *Crotalaria incana*, *Cassia obtusifolia* y *Senna uniflora*, analizando su producción de materia seca (MS), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, digestibilidad in vitro (DIVMS) y proteína cruda (PC). Se utilizaron dos ciclos experimentales (2016 y 2017) en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. En cuanto a los resultados, en 2016 la mayor acumulación de MS se registró a los 50 días para *C. obtusifolia* (17,241 kg ha⁻¹) y a los 70 días para *C. incana* (17,604 kg ha⁻¹) y *S. uniflora* (13,981 kg ha⁻¹). En 2017, las mayores producciones se observaron a los 70 días para *S. uniflora* (8,292 kg ha⁻¹), a los 120 días para *C. obtusifolia* (17,027 kg ha⁻¹) y a los 135 días para *C. incana* (9,680 kg ha⁻¹). La DIVMS y PC mostraron diferencias significativas entre especies. *C. obtusifolia* presentó la mayor digestibilidad (91.9 % y 94.4 % en 2016 y 2017, respectivamente) y la mayor proteína cruda en ambos años, con valores de hasta 22.1 % en 2016 (Lagunes-Rivera et al., 2019).

Chabesta y Palacios (2023), realizaron un estudio sobre el efecto de diferentes métodos de multiplicación de leguminosas herbáceas, enfocándose en cómo estos influyen en la calidad nutricional del forraje producido, biomasa fresca y seca, rendimiento en materia seca y semillas, así como en la composición química de la planta. Las conclusiones principales indican que la distancia de siembra y los métodos utilizados influyen significativamente en los indicadores morfológicos y de rendimiento, observándose mejores resultados en cultivo en espalderas con *S. aterrinium* sembrado a 1 m de distancia, produciendo 92 hojas, y *C. ensiformis* con un ancho de hoja de 28.30 cm. En cuanto a rendimientos, se encontraron valores superiores para cultivos sin tutores y con tutores a distancias específicas, alcanzando producciones de hasta 32.62 t ha⁻¹ de materia verde y entre 0.84 y 5.68 t ha⁻¹ de materia seca para *C. ensiformis*.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la unidad experimental

Localización de la unidad experimental

La presente investigación fue parte del Programa de ganadería y pastos de la estación experimental de Portoviejo (EEP) del INIAP. El ensayo se llevó a cabo en el kilómetro 42 de la vía que conecta a Chone, en la parroquia San Pedro de Suma, perteneciente al cantón El Carmen, en la provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica del sitio corresponde a las coordenadas -0.259052 de latitud y -79.524940 de longitud.

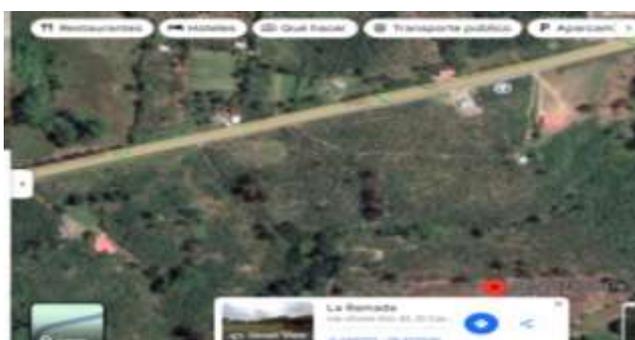


Figura 9. Ubicación y coordenadas de la zona del experimento

Nota. Tomado de Google Maps (2024).

3.2. Caracterizaciones edafoclimáticas de la zona de estudio

Tabla 8. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

3.3. Metodología

3.3.1. Método teórico

Para evaluar los métodos de multiplicación de semillas en leguminosas herbáceas, se implementó una metodología mixta que integró enfoques teóricos y empíricos.

3.3.1.1. Enfoque analítico-sintético

Se empleó un enfoque analítico-sintético para reunir, analizar y sintetizar la información relevante de estudios previos (Hernández et al., 2014). Este enfoque facilitó la construcción de una base científica sólida y un marco teórico robusto, esencial para comprender en profundidad el contexto de la multiplicación de semillas en leguminosas y para fundamentar los hallazgos de la investigación (Vargas et al., 2015).

3.3.1.2. Enfoque inductivo-deductivo

La investigación combinó los enfoques inductivo y deductivo, lo cual permitió formular hipótesis basadas en observaciones previas y en la literatura científica, para luego validarlas mediante los datos obtenidos en el experimento (Hernández et al., 2014). Este proceso integró conocimientos teóricos y datos empíricos, facilitando la derivación de conclusiones específicas sobre los métodos de multiplicación de semillas (Vargas et al., 2015).

3.3.1.3. Método empírico

A. Recolección de datos

Los datos cualitativos y cuantitativos fueron recopilados mediante observaciones de campo y mediciones específicas, permitiendo la evaluación de variables clave como el rendimiento, el crecimiento y la calidad de las semillas (Vargas et al., 2015). Esta fase fue fundamental para validar las hipótesis planteadas y para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos

B. Experimentación

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de campo controlado, aplicando protocolos específicos de siembra, riego y fertilización adaptados a las condiciones locales. Los tratamientos consistieron en la combinación de tres factores: sistemas de soporte (Factor A), distancias de siembra entre plantas (Factor B) y variedades de leguminosas (Factor C).

3.4. Variables

Tabla 9. *Variables dependientes e independientes*

Variables Independientes	Niveles de los Factores	Variables Dependientes Observadas
Sistemas de Soporte	A1: Espaldera, A2: Suelo	• Duración de la floración
Distancias de Siembra	B1: 0,5 m, B2: 1,0 m,	• Días a la floración

Variedades	C1: <i>Mucuna pruriens</i> ,	<ul style="list-style-type: none"> • Peso de la semilla • Numero de vainas por planta • Rendimiento (kg) • Rendimiento de las semillas (kg ha⁻¹)
	C2: <i>Canavalia ensiformis</i> ,	
	C3: <i>Clitoria ternatea</i> ,	
	C4: <i>Mucuna negra</i>	

3.5. Unidad Experimental

La siguiente Tabla 10 presenta las características principales de las unidades experimentales utilizadas en el estudio, incluyendo el número total de tratamientos y repeticiones, así como las dimensiones y distancias de siembra empleadas.

Tabla 10. *Detalle de las Unidades Experimentales*

Unidad experimental	Características
Número total de unidades experimentales	64
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	16
Área total del experimento (m ²)	2112
Área neta del experimento (m ²)	1280
Longitud de hilera (m)	10
Distancia entre hileras (m)	1
Distancia entre plantas (m)	0,5 y 1,0
Distancia entre parcelas (m)	1
Número de plantas por parcela total	10
Área parcela total (m ²)	20

3.6. Tratamientos

La Tabla 11 presenta una descripción de los tratamientos aplicados en el experimento, donde se combinaron distintos sistemas de soporte, distancias de siembra y variedades de leguminosas. Cada tratamiento (T1 a T16) tiene una codificación única que representa su configuración específica:

Tabla 11. *Disposiciones de los tratamientos en estudio*

Tratamiento	Codificación	Sistemas de soporte	Distancia de siembra	Variedades
T1	A1B1C1	Espaldera	0.5	<i>Mucuna pruriens</i>
T2	A1B1C2	Espaldera	0.5	<i>Canavalia ensiformis</i>
T3	A1B1C3	Espaldera	0.5	<i>Mucuna negra</i>
T4	A1B1C4	Espaldera	0.5	<i>Clitoria ternatea</i>
T5	A1B2C1	Espaldera	1.0	<i>Mucuna pruriens</i>
T6	A1B2C2	Espaldera	1.0	<i>Canavalia ensiformis</i>
T7	A1B2C3	Espaldera	1.0	<i>Mucuna negra</i>
T8	A1B2C4	Espaldera	1.0	<i>Clitoria ternatea</i>
T9	A2B1C1	Suelo	0.5	<i>Mucuna pruriens</i>

T10	A2B1C2	Suelo	0.5	<i>Canavalia ensiformis</i>
T11	A2B1C3	Suelo	0.5	<i>Mucuna negra</i>
T12	A2B1C4	Suelo	0.5	<i>Clitoria ternatea</i>
T13	A2B2C1	Suelo	1.0	<i>Mucuna pruriens</i>
T14	A2B2C2	Suelo	1.0	<i>Canavalia ensiformis</i>
T15	A2B2C3	Suelo	1.0	<i>Mucuna negra</i>
T16	A2B2C4	Suelo	1.0	<i>Clitoria ternatea</i>

3.7. Análisis Estadístico

Antes de realizar el análisis de varianza y prueba de significancia, se verificó la normalidad de los errores del modelo mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks. Además, se aplicó la prueba de homogeneidad de Levene, un paso fundamental para determinar si los errores del modelo presentaban varianzas homogéneas (Bandera-Fernández y Pérez-Pelea, 2018).

Para la modelación de los datos, se utilizó el software RStudio, versión 2022, aplicando un Modelo Lineal General y Mixto (MLGM). Los datos fueron modelados mediante esta metodología los efectos fijos del modelo fueron sistema de soporte, distancia de siembra y variedad de leguminosas y sus interacciones lineales entre los tres efectos fijos. Los efectos aleatorios fueron los bloques. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de nivel de confianza para detectar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Bandera-Fernández y Pérez-Pelea, 2018).

A continuación, se presenta el esquema de ADEVA con los grados de libertad (gl) correspondientes para cada fuente de variación:

Tabla 12. Esquema de ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	63
Repeticiones	3
Sistemas de Soporte (A)	1
Distancia de siembra (B)	1
A x B	1
Variedades de leguminosas (C)	3
A x C	3
B x C	3
A x B x C	3
Error	45

3.8. Diseño experimental

Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 4$, lo cual resultó en 16 tratamientos, cada uno

con 4 repeticiones, generando un total de 64 unidades experimentales

3.9. Instrumentos de medición

a. Materiales y equipos de campo

- ❖ Calibrador o vernier
- ❖ Balanza
- ❖ Azadones o machetes
- ❖ Pala y rastrillo
- ❖ Flexómetro
- ❖ Semillas de las leguminosas

b. Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Software de análisis estadístico
- ❖ Excel
- ❖ Computadora

3.10. Manejo del ensayo

3.10.1. Manejo del ensayo desde la siembra hasta la evaluación

El ensayo se estableció con tres factores: especies de leguminosas, distancias de siembra y sistema de soporte. Las cuatro especies evaluadas fueron: *Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna negra*, y *Clitoria ternatea*. Se utilizó un diseño factorial que incluyó dos distancias de siembra (0,5 m y 1,0 m entre plantas) y dos tipos de soporte (con tutoreo y sin tutoreo). Cada parcela contuvo 10 plantas, permitiendo un análisis detallado de cada combinación de factores.

3.10.2. Manejo Agronómico

Preparación de la Semilla: Para mejorar el porcentaje de germinación, las semillas fueron sometidas a un método de escarificación. Este proceso consistió en escaldar las semillas en agua caliente y dejarlas en remojo durante 12 horas antes de la siembra, lo cual facilitó la ruptura de la dormancia y optimizó su capacidad de germinación.

- **Siembra:** Las semillas tratadas se sembraron manualmente en hileras, con distancias de 0,5 m y 1,0 m entre plantas, y se asignaron sistemas de soporte para el factor tutoreo (con y sin tutoreo).
- **Riego:** Se aplicaron riegos regulares para mantener la humedad adecuada y se incorporaron para favorecer el crecimiento uniforme.

- **Tutoreo:** En las parcelas asignadas al tratamiento con tutoreo, se colocaron estructuras de soporte para guiar el crecimiento vertical de las plantas, mientras que en las parcelas sin tutoreo, las plantas crecieron libremente.
- **Control de Malezas:** Se realizó un control manual semanal de malezas, permitiendo a las leguminosas crecer sin competencia.

3.10.3. Recolección de Datos

- **Días a la Floración:** Se registró el tiempo desde la siembra hasta el inicio de la floración para cada tratamiento, lo que permitió determinar la precocidad de cada combinación de factores.
- **Duración de la Floración:** Se midió el tiempo total de floración, desde la primera flor hasta que el 100 % de las plantas estuviera en plena floración.
- **Rendimiento (kg):** El rendimiento se calculó mediante la fórmula: $\text{Rendimiento} = (\text{plantas/ha} * \text{vainas/planta} * \text{semillas/vaina} * \text{peso de semilla (kg)})$

Para esto, se contó el número de vainas y semillas por planta, así como el peso de las semillas cosechadas en cada parcela.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentarán de manera detallada, destacando el impacto de los métodos evaluados para la multiplicación de semilla en leguminosas herbáceas. Se analizarán las variables clave, como la germinación, el vigor y el rendimiento, proporcionando una visión integral de los efectos de los tratamientos aplicados.

4.1. Días a la floración

El análisis estadístico muestra que la interacción entre el modelo de siembra y el tipo de leguminosa (AxC) presentó un valor P significativo de 0,0001, mientras que el efecto simple del factor B (distancia de siembra) no fue significativo con un valor P de 0,3863, al igual que la interacción AxBxC con un valor P de 0,6041. El coeficiente de variación (CV) fue de 12,09%, lo que indica una adecuada precisión en los datos. Aunque el factor B (distancia de siembra) no reportó diferencias significativas, su media más alta fue de 69,2 días, obtenida a una distancia de 1 metro.

En cuanto a la interacción AxC, la combinación con la mayor media correspondió a *Mucuna* negra sembrada en suelo con 97,99 días, mientras que la menor media fue de 51,01 días para *Clitoria ternatea* en espaldera. Estos resultados destacan que el modelo de siembra y el tipo de leguminosa afectan significativamente los días a la floración, mientras que la distancia de siembra no genera un efecto considerable.

La relevancia de optimizar las prácticas agronómicas para mejorar la productividad y reducir la variabilidad de las respuestas se respalda en estudios como los de Hernandez et al. (1993), quienes enfatizan la importancia del manejo adecuado en cultivos de leguminosas para maximizar el rendimiento en sistemas agroecológicos.

Tabla 13. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en los días a la floración

	Días a la floración			
	Leguminosas			
Siembra	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	97,99 a	88,99 ab	52,00 c	61,22 bc
Espaldera	88,99 ab	81,31 b	51,01 c	62,21 bc
Valor P <i>interacción AXC</i>	0,0001			
Valor P <i>Efecto simple B</i>	0,3863			
Valor P <i>interacción AxBxC</i>	0,6041			
CV (%)	12,09%			

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La leguminosa *Clitoria ternatea* presentó un valor de 38 días a la floración en condiciones específicas, siendo superior al reportado durante la época seca (Suárez et al., 2011). En el presente estudio, el promedio alcanzó los 56 días, lo cual podría atribuirse a las sequías experimentadas en los últimos meses, que posiblemente influyeron en el desarrollo y los tiempos de floración de las especies estudiadas.

Torresi, (2022) reportó que la *Mucuna* negra y la *Mucuna* blanca florecen entre los 35 y 50 días, valores que resultan superiores a los encontrados en el presente estudio, donde las medias observadas fueron de 97 días y 87 días, respectivamente.

4.2. Duración de la floración

En el caso del factor B, aunque no se identificaron diferencias significativas, la media más baja en los días a la floración fue de 9,53 días a una distancia de 1 metro. En relación con la interacción significativa AxC, la combinación con la mayor media fue *Mucuna* negra en suelo con 30 días, mientras que la menor media correspondió a *Clitoria ternatea* en el suelo con 8,10 días y el más alto es a los 21 día em la *mucuna* negra. Estos resultados resaltan que las condiciones del modelo de siembra y el tipo de leguminosa tienen un impacto notable en la floración, mientras que la distancia de siembra no afecta de forma significativa este parámetro.

Este comportamiento podría atribuirse a la capacidad diferencial de adaptación de las especies en relación con el manejo agronómico y las condiciones edáficas presentes en el estudio.

Tabla 14. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la duración de la floración

Siembra	Duración de la floración			
	Leguminosas			
	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	21,09 a	19,02 b	8,10 c	9,75 c
Espaldera	20,29 ab	15,52 bc	10,56 c	12,19 c
Valor P ^{interacción AXC}				0,0001
Valor P ^{Efecto simple B}				0,4863
Valor P ^{interacción AxBxC}				0,778
CV (%)				31,10%

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Torresi (2022), señaló que la *Mucuna* negra y la *Mucuna* blanca presentan tiempos de floración significativamente cortos, entre 10 y 12 días. Además, destacó que sus vainas alcanzan

la madurez aproximadamente 30 días después de la floración. Este comportamiento fenológico demuestra una alta capacidad de adaptación y un ciclo productivo eficiente, lo que resulta clave para sistemas de manejo que priorizan cultivos de rápido rendimiento.

4.3. Número de vainas por leguminosa

En este estudio, no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de los cultivos cuando se evaluaron las interacciones entre el tipo de siembra, la distancia de siembra y el tipo de leguminosa ($p = 0,0561$). De igual manera, la distancia de siembra (Factor B) no mostró un efecto significativo en el número de vainas por planta ($p = 0,0801$), aunque se obtuvo un promedio de 7,25 vainas.

Sin embargo, sí se observaron diferencias significativas en la interacción entre el tipo de siembra (suelo o espaldera) y el tipo de leguminosa ($p = 0,0001$). La siembra directa en suelo (*Mucuna negra*) reportó el mayor número de vainas por planta (12,99), mientras que la siembra directa de *Clitoria ternatea* en suelo presentó el menor número (4,25 vainas).

Tabla 15. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable número de vaina

Siembra	Número de Vainas			
	Leguminosas			
	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	12,99 a	11,89 ab	4,25 c	9,75 b
Espaldera	12,29 a	12,01 ab	5,90 c	12,19 ab
Valor P ^{interacción AXC}				0,0001
Valor P ^{Efecto simple B}				0,0801
Valor P ^{interacción AxBxC}				0,0561
CV (%)				31,10%

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Respecto al número de vainas, la evidencia en *Clitoria* indica un promedio de 4,50 vainas por planta al aplicar 5 cc de biol. Estos resultados son congruentes con los hallazgos obtenidos en el presente (Espinoza et al., 2020). Asimismo, concuerdan con lo señalado por Bazán et al. (2019), quienes describieron que el efecto del biol y el uso de tutores en las plantas tiene una influencia directa sobre las variables reproductivas. Este efecto está condicionado tanto por la dosis aplicada como por las características específicas del biofertilizante utilizado.

4.4. Número de semilla por vainas

El análisis realizado evidenció que no existen diferencias significativas en las interacciones de los tres factores evaluados, con un valor de p de 0,0691 en la variable "número de semillas por vaina". De manera similar, se observó que el factor B (distancias de siembra) no presenta una respuesta significativa como efecto simple ($p = 0,0980$); no obstante, reporta una media de 4,05 semillas por vaina. En contraste, la interacción entre el tipo de siembra y los tipos de leguminosas mostró diferencias significativas ($p = 0,0001$). Dentro de los tratamientos, *Canavalia ensiformis* sembrada en suelo registró el mayor número de semillas por vaina, con un promedio de 7,97, mientras que *Clitoria ternatea* en suelo reportó el promedio más bajo, con 4,30 semillas por vaina.

Tabla 16. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable número de semilla por vaina

Siembra	Número de granos por vaina			
		Leguminosas		
	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	5,50 ab	4,80 b	4,30 c	7,97 a
Espaldera	3,20b	4,90 b	5,00 ab	6,98 a
Valor P ^{interacción AXC}			0,0001	
Valor P ^{Efecto simple B}			0,0980	
Valor P ^{interacción AxBxC}			0,0691	
CV (%)			34,10%	

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Bazán et al. (2019) resaltan que las características genéticas y las condiciones de siembra influyen de manera significativa en el rendimiento reproductivo de las leguminosas. Especies como *Canavalia* muestran un mejor desempeño por su capacidad de adaptación a condiciones del suelo más favorables.

La variabilidad en el rendimiento de semillas entre diferentes especies destaca la necesidad de evaluar tanto las características propias de las leguminosas como las estrategias de manejo agronómico. Hernández-Morales et al. (2018), los parámetros reproductivos en estos cultivos dependen de factores como las prácticas de manejo y las condiciones agroecológicas.

4.5. Peso de 100 semillas

El análisis estadístico muestra que el p valor de la interacción entre los tres factores ($A \times B \times C$) no es significativo ($p = 0,13961$), lo que indica que estas combinaciones no afectan de manera relevante el peso de las semillas. Asimismo, el factor B (distancia de siembra)

tampoco presentó significancia ($p = 0,2019$), con un peso promedio de 76 g en 100 semillas. En cuanto a los tratamientos evaluados, *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo registró el mayor peso de semillas (117,78 g por 100 semillas), mientras que *Clitoria ternatea* en el sistema de espaldera reportó el menor peso (85,78 g), lo que resalta la influencia significativa de la interacción A×C ($p = 0,0001$).

Tabla 17. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable Peso en gramos de 100 semillas

	Peso de 100 semillas (g)			
	Leguminosas			
Siembra	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	96,34 b	92,01 b	85,78 c	111,98 a
Espaldera	93,76 b	91,78 b	85,90 c	117,09 a
Valor P ^{interacción AXC}	0,0001			
Valor P ^{Efecto simple B}	0,2019			
Valor P ^{interacción AxBxC}	0,13961			
CV (%)	13,10%			

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El peso promedio de 100 semillas de *Clitoria ternatea* fue de 85 g. En cuanto a la cantidad de semillas por vaina, los ecotipos de esta especie, ‘Azul Colima’, ‘Tehuana’ y ‘Alba’, destacaron con valores entre 8 y 9 semillas, superando ligeramente los resultados reportados por Medel (2013), quien obtuvo entre 5 y 7 semillas por vaina en estudios similares. Estos valores coinciden con lo señalado previamente por Villanueva et al. (2004), Además, estos mismos ecotipos presentaron la mayor cantidad de semillas normales por vaina, con promedios de 7 a 8,5, lo que refleja su buen desempeño reproductivo. Sin embargo, el porcentaje relativo de semillas normales podría variar según factores como el ambiente y el manejo agronómico, lo que sugiere la necesidad de estudios adicionales para entender estas diferencias (Suárez et al., 2012).

4.6. Producción de semilla (kg/ha)

Los resultados estadísticos muestran que la interacción de los tres factores (A×B×C) no presentó significancia estadística ($p = 0.0991$), indicando que la combinación de estos factores no afectó de manera relevante la producción. El análisis del factor B (tipo de siembra) tampoco mostró diferencias significativas ($p = 0.1900$), lo que sugiere que el modelo de siembra por sí solo no influye directamente en el rendimiento. Sin embargo, la interacción entre el modelo de siembra y el tipo de leguminosa (A×C) fue significativa ($p = 0.0021$), evidenciando que estas

variables tienen un impacto conjunto importante sobre la producción. En cuanto a la producción específica, *Canavalia ensiformis* sembrada en suelo presentó el mayor rendimiento, con 776,29 kg. ha⁻¹, mientras que *Clitoria ternatea* en espaldera registró el menor rendimiento, con 131,90 kg. ha⁻¹. Estos resultados destacan la influencia de las características genéticas y del manejo agronómico en la productividad de las leguminosas.

Tabla 18. Efecto de la interacción entre modelo de siembra y tipo de leguminosa en la variable Producción (kg/ha)

Siembra	Producción de semilla (kg. ha ⁻¹)			
	Leguminosas			
	<i>Mucuna negra</i>	<i>Mucuna Blanca</i>	<i>Clitoria ternatea</i>	<i>Canavalia ensiformis</i>
Suelo	572,14 c	532,17 b	140,90 c	776,29 a
Espaldera	531,14 c	513,12 b	131,90 c	775,38 a
Valor P <i>interacción AXC</i>			0,0021	
Valor P <i>Efecto simple B</i>			0,1900	
Valor P <i>interacción AxBxC</i>			0,0991	
CV (%)			41,90%	

Nota Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La variedad de *Clitoria ternatea* evaluada muestra un rendimiento de semilla que oscila entre 450 y 650 kg. ha⁻¹, equivalente a aproximadamente 350 kg. ha⁻¹ de semilla germinable, en un período de 70 a 75 días. Estos valores destacan su potencial productivo en condiciones adecuadas, superando los rendimientos reportados en Puerto Rico, donde esta leguminosa produjo entre 215 y 461 kg. ha⁻¹ durante los meses de abril y mayo (Suárez et al., 2012). Las diferencias en la productividad podrían atribuirse a factores como las condiciones climáticas, edáficas y las prácticas de manejo agronómico específicas de cada región. Esto resalta la importancia de ajustar las estrategias de cultivo a las características locales para maximizar el rendimiento de esta leguminosa (Hernández-Morales et al., 2018).

CAPITULO V

4. CONCLUSIONES

La distancia de siembra no mostró efectos significativos en el rendimiento general, sugiriendo que otras variables, como el sistema de siembra y la especie, tienen mayor influencia en la productividad de las semillas.

El sistema de siembra en suelo fue el más adecuado para maximizar la producción y calidad de semillas en todas las especies evaluadas, destacándose especialmente en *Canavalia ensiformis*, que presentó el mayor rendimiento.

Canavalia ensiformis se posicionó como la mejor variedad para la producción masiva de semillas, debido a su mayor peso por 100 semillas y rendimiento por hectárea, mientras que *Mucuna negra* destacó por su estabilidad en floración y número de vainas.

CAPITULO VI

5. RECOMENDACIONES

- Implementar el sistema de siembra directa en suelo para maximizar la producción y calidad de semillas, especialmente en especies como *Canavalia ensiformis*, que mostró el mejor rendimiento bajo estas condiciones.
- Priorizar la selección de variedades con alto potencial productivo, como *Canavalia ensiformis* para producción masiva, y *Mucuna negra* para sistemas que requieren estabilidad en floración y número de vainas.
- Realizar estudios adicionales para optimizar distancias de siembra, combinadas con ajustes en el manejo agronómico, para identificar estrategias que potencien aún más el rendimiento de leguminosas herbáceas en diferentes sistemas agrícolas.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J., y Zeledón, N. (2024). *Caracterización Morfológica de Conchita azul (Clitoria ternatea L.), en la Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua, 2023* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4935/1/tnf01a284c.pdf>
- Al-Snafi, A. (2016). Pharmacological importance of Clitoria ternatea – A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6, 68-83.
- Bagnarello, G., Hilje, L., Bagnarello, V., Cartín, V., y Calvo, M. (2009). *Actividad fagodisuasiva de las plantas Tithonia diversifolia y Montanoa hibiscifolia (Asteraceae) sobre adultos del insecto plaga Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae)*. *Revista De Biología Tropical*, 57(4), 1201-1215.
- Balseca, D. G., Cienfuegos, E. G., López, H. B., Guevara, H. Py Martínez, J. C. (2015). Valor nutritivo de Brachiarias y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo de Ecuador. *Ciencia e investigación agraria*, 42(1), 57-63.
- Bandera-Fernández, E., y Pérez-Pelea, L. (2018). Los modelos lineales generalizados mixtos. Su aplicación en el mejoramiento de plantas. *Cultivos tropicales*, 39(1), 127-133.
- Bazán, J. L. M., Ardisana, E. F. H., García, A. T., y Téllez, O. F. (2019). Crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) bajo la acción de dos bioles. *La Técnica*, 22, 1-10.
- Boelcke, O. (1946). Estudio morfológico de las semillas de Leguminosas Mimosoideas y Caesalpinioideas de interés agronómico en la Argentina. *Darwiniana*, 7(2), 240-322.
- Boschi, F., Latorre, P., Saldanha, S., Machado, J., Bentancur, O., y Moure, S. (2016). Importancia de las semillas duras en leguminosas forrajeras producidas en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*, 20(2), 43-50.
- Botero, R., y Russo, R. (1998). *Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales*. 171-192.
- Carreño, N. E. F., y Baquero, Z. Y. V. (2019). Sostenibilidad como estrategia de competitividad

- empresarial en sistemas de producción agropecuaria. *Revista Estrategia Organizacional*, 8(1), 9-26.
- Castillón, E. E., Méndez, C. Y., Salinas, A. D., y Quintanilla, J. A. V. (2004). Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*, 75(1), 73-85.
- Chabesta, C. A., y Palacios, J. A. (2023). *Efecto de diferentes métodos de multiplicación de leguminosas herbáceas (Stizolobium aterrimum, Georgina velvet, y Canavalia ensiformis) sobre calidad nutricional del forraje* [bachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2291>
- Chakoma, I., Manyawu, G., Gwiriri, L., y Mayo, S. (2016). The agronomy and use of *Mucuna pruriens* in smallholder farming systems in southern Africa. *ILRI extension brief*, 4(1), 1-4.
- Condo. (2012). *Estudio de Factibilidad de un banco de Proteína a partir de Morera (Morus alba), Tilo (Sambucus peruviana), Leucaena, (Leucaena leucocephala), Cañaro (Erythrina edulis) en el Cantón Paute sector Cachiacu.*
- Davila, M. A., Sangronis, E., y Granito, M. (2003). Leguminosas germinadas o fermentadas: Alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. *Archivos latinoamericanos de Nutrición*, 53(4), 348-354.
- Díaz-Sánchez, M. F., Martín-Cabrejas, M. Á., Martínez Pérez, M., Savón Valdés, L. L., Aguilera, Y., Benítez, V., Torres Cárdenas, V., Coto Valdés, G., González Conde, A., y Sarmiento Menéndez, M. (2017). Germinados de leguminosas temporales: Una alternativa para la alimentación animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(3), 381-390.
- Diulgheroff, S., Pizarro, E., Ferguson, J., y Argel, P. (1990). Multiplicación de semillas de especies forrajeras tropicales en Costa Rica. *Pasturas tropicales*, 12(2), 15-23.
- Espinoza, A., Ochoa, D. A. F., Espinoza, P. G. F., Goya, G. E. R., y Ganchozo, R. A. P.-. (2020).

- Crecimiento y rendimiento de clitoria ternatea con la aplicación de fertilizantes biológicos. *Nexo agropecuario*, 8(2), Article 2.
- FAO. (2016). *Semillas nutritivas para un futuro sostenible*. (p. 12) [Gubernamental].
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c0125315-854e-40f5-8a25-8c52af036a13/content>
- Galdámez, J. G., Jiménez, C. E. A., Martínez, A. G., Cabrera, J. A. M., Pérez, S. M., y Aguilar, F. M. (2010). Maíz asociado con frijol, canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) y calabaza (*Cucurbita moschata* Duch) en Villaflores, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 1(10), 18-29.
- García, O. E., Infante, R. B., y Rivera, C. J. (2009). Las leguminosas, una fuente importante de fibra alimentaria: Una visión en Venezuela. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 40(1), 57-63.
- García-Abarca, E., Calderón-Cerdas, R., García-Abarca, E., y Calderón-Cerdas, R. (2021). Influence of planting density on production and growth of mucuna (*Mucuna pruriens* L. DC). *Agronomía Costarricense*, 45(2), 103-113.
<https://doi.org/10.15517/rac.v45i2.47771>
- García-Ferrera, L., Bolaños-Aguilar, E. D., Ramos-Juárez, J., Osorio Arce, M., y Lagunes-Espinoza, L. del C. (2015). Rendimiento y valor nutritivo de leguminosas forrajeras en dos épocas del año y cuatro edades de rebrote. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 6(4), 453-468.
- García-Rubido, M., Rivera Espinosa, R., Cruz Hernández, Y., Acosta Aguiar, Y., y Ramón Cabrera, J. (2017). Respuesta de *Canavalia ensiformis* (L.) a la inoculación con diferentes cepas de hongo micorrízicos arbuscular en un suelo FARL. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 7-12.
- Google Maps. (2024). *Ubicación geográfica del ensayo* [Ubicación geográfica del ensayo].
<https://www.google.com/maps/@-0.2643624,->

79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu

Gupta, G. K., Chahal, J., y Bhatia, M. (2010). Available online through www.jpronline.info

Clitoria ternatea (L.): Old and new aspects. *Journal of Pharmacy Research*, 11.

Hernandez C, L., Ortega Jimenez, E., y Castillo Gallegos, E. (1993). [*Relationships between sowing date and plant development of Clitoria ternatea in awl(w)(i')g climate and vertisol soils II. phenology*].

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122570/records/647759c805d624aee89a0caa>

Hernández, R., Fernández, S., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed., Vol. 3). Editorial Mc Graw Hill.

Hernández-Forte, I., Nápoles-García, M. C., Rosales, P. R., Pérez, G., Baños, R., y Ramirez, J. F. (2012). Selección de aislados de rizobios provenientes de nódulos de la leguminosa forrajera *Canavalia ensiformis*. *Cultivos Tropicales*, 33(3), 27-33.

Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., Reyes-Vázquez, I., Mendoza-Núñez, M. A., Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., Reyes-Vázquez, I., y Mendoza-Núñez, M. A. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1), 105-120.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4332>

INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.

Jaira, F. (1997). *Evaluación del aporte de tres leguminosas (Canavalia ensiformis, Mucuna pruriens, Dolichos lablab) usadas como abono verde sobre la recuperación de suelos degradados de ladera* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana «Zamorano»].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4f2a9153-ec9a-472a-94f0-74f826ac848e/content>

- Kashyap, B. K., Solanki, M. K., Pandey, A. K., Prabha, S., Kumar, P.,y Kumari, B. (2019). Bacillus as plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A promising green agriculture technology. *Plant health under biotic stress: volume 2: microbial interactions*, 219-236.
- Lagunes Rivera, S. A., Guerrero-Rodríguez, J. de D., Hernández-Vélez, J. O., Ramírez-González, J. de J. M., García-Bonilla, D. V., Alatorre-Hernández, A., Lagunes Rivera, S. A., Guerrero-Rodríguez, J. de D., Hernández-Vélez, J. O., Ramírez-González, J. de J. M., García-Bonilla, D. V.,y Alatorre-Hernández, A. (2019). Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de cuatro leguminosas herbáceas en la zona tropical de Hueytamalco, Puebla, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 1042-1053. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4660>
- Ledesma, L. M., Gallego, L. A.,y Peláez, F. J. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 213-225.
- León, R., Bonifaz, N.,y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- Llamas, F.,y Acedo, C. (1998). Las Leguminosas (Leguminosae o Fabaceae): Una síntesis de los usos y de las clasificaciones, taxonomía y filogenia de la familia a lo largo del tiempo. *AmbioCiencias*, 14, 5-18. *Revista de divulgación científica editada por la Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, ISBN, 3021*.
- López-Herrera, M.,y Briceño-Arguedas, E. (2017). Efecto de la especie de leguminosa y la fuente de carbohidratos en la calidad física y química de mezclas para ensilaje. *Nutrición animal tropical*, 11(1), 52-73.
- Macías, R., Tapia, C. S., Pincay-Ganchozo, R. A.,y Perdomo, G. R. Á. (2021). RESPUESTA

- agronómica y composición química de clitoria ternatea l. en el subtrópico. *Nexo agropecuario*, 9(2), Article 2.
- Marín, A., Carías, D., Cioccia, A. M., y Hevia, P. (2003). Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde. *Interciencia*, 28(1), 50-56.
- Maroto, J. (2014). *Historia de la agronomía*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Martín, G. M., Rivera, R., Arias, L., y Rentería, M. (2009). Efecto de la Canavalia ensiformis y micorrizas arbusculares en el cultivo del maíz. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(2), 191-199.
- Martínez, E., y Biosely, Z. (2019). Agricultura sustentable: El sendero hacia el futuro de la humanidad. *Agrollanía*, 17, 69-75.
- Milera-Rodríguez, M. de la C. (2021). Funciones de los servicios ecosistémicos en los sistemas ganaderos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942021000100022&script=sci_arttext&tlng=pt
- Mora-Delgado, J. (2018). Importancia y diversidad de especies leñosas no leguminosas para la producción de forraje. *Holguín, Vilma Amparo Árboles y arbustos para silvopasturas: uso, calidad y alometría*, 14.
- Mukherjee, P. K., Kumar, V., Kumar, N. S., y Heinrich, M. (2008). The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea*—From traditional use to scientific assessment. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(3), 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.09.009>
- Nieto-Cabrera, C. (2022). Panorama actual y perspectivas del cultivo de frejol Lima en Ecuador. *Siembra*, 9.
- Noboa, J. M., y Naranjo, J. E. (2022). *Implementación de bancos forrajeros de especies leñosas de matarratón (gliricidia sepium), caraca (erythrina poeppigiana) y botón de oro (tithonia diversifolia), en el Cantón La Mana, parroquia Guasaganda*. [Tesis de Grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Ojeniyi, S.O., Odedina, S.A., y Agbede, T. M. (2012). *Soil productivity improving attributes of Mexican sunlower (Tithonia diversifolia) and Siam weed (Chromolaena odorata)*. *Emirates Journal of Foody Agriculture (EJFA)*, 24(3), 243-247.
- Olivares-Pérez, J., Avilés-Nova, F., Albarrán-Portillo, B., Rojas-Hernández, S., y Castelán-Ortega, O. A. (2011). Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del estado de México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 739-748.
- Peralta, I. (1998). *Manual agrícola de leguminosas: Cultivos y costos de producción*. INIAP Archivo Historico.
- Portillo-López, P. A., Meneses-Buitrago, D. H., Morales-Montero, S. P., Cadena-Guerrero, M. M., y Castro-Rincón, E. (2019). Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia. *Pastos y forrajes*, 42(2), 93-103.
- Procópio, S., Santos, J., Pires, F., Silva, A., Santos, E., y Ferreira, L. (2005). Fitorremediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium por mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*). *Planta daninha*, 23, 719-724.
- Puertas, F., Arévalo, E., Zúñiga, L., Alegre, J., Loli, O., Soplin, H., y Baligar, V. (2008). Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la amazonia peruana. *Ecología aplicada*, 7(1-2), ág-23.
- Quinn, S., y Jarquín, J. L. (2002). *Estudio de tres frecuencias de corte, en la producción de biomasa (kg/ha), proteína bruta y fibra bruta () del frijol de vaca (Canavalia ensiformis L), en suelo franco arenoso de Managua* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/764/>
- Rivera, C. B., Villacís, I. L., Vaca, C. V., y Andrade, R. M. (2021). Producción Agrícola Sustentable para el sector pecuario y el cambio climático. *Revista Alfa*, 5(14), 274-284.
- Romero, N., Leonard, I., y Ramírez, J. L. (2013). *Rendimiento y calidad de la Clitoria ternatea en un suelo arcilloso del estado Falcón, Venezuela—Yield and quality of the Clitoria*

ternatea in clay soil of the state Falcón, Venezuela. 14(10), 2-6.

Rosero, J. (2011). *Pastos y Forrajes en la alimentación del ganado. Tierra Adentro*.

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

Ruiz, T., Febles, G., y Alonso, J. (2015). Estudios con leguminosas, un aporte a la ciencia durante los cincuenta años del Instituto de Ciencia Animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(2), 233-241.

Salazar, D. (2017). *Efecto de la densidad de siembra en parámetros productivos y acumulación de nitrógeno de la clitoria (Clitoria ternatea)* [Tesis de Grado]. Universidad Autónoma de Baja California.

Santos, E., Santos, J., Ferreira, L., Costa, M. D., y Silva, A. A. (2007). Fitoestimulação por *Stizolobium aterrimum* como processo de remediação de solo contaminado com trifloxysulfuron-sodium. *Planta daninha*, 25, 259-265.

Scull-Rodríguez, I., Savón Valdés, L., Spengler Salabarría, I., Herrera Villafranca, M., y González Canavaciolo, V. (2018). Potencialidad de la harina de forraje de *Stizolobium niveum* y *Stizolobium aterrimum* como nutracéutico para la alimentación animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(2), 223-234.

Scull-Rodríguez, I., Savón-Váldes, L. L., y Hormaza-Montenegro, J. V. (2017). Evaluación de los metabolitos secundarios en la harina de forraje de *Stizolobium aterrimum* (mucuna), para su uso en la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 40(4), 302-307.

Simón, L., Hernández, M., Reyes, F., y Sánchez, S. (2005). Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. *Pastos y Forrajes*, 28(1), 29-45.

Solórzano Zambrano, L. E. (2023). *Aporte nutricional de Tithonia diversifolia, Canavalia, ensiformis, Cajanus cajan, como banco de proteína en la alimentación caprina*.

- Sosa-Montes, E., Alejos-de la Fuente, J. I., Pro-Martínez, A., González-Cerón, F., Enríquez-Quiroz, J. F., y Torres-Cardona, M. G. (2020). Composición química y digestibilidad de cuatro leguminosas tropicales mexicanas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *11*(SPE24), 211-220.
- Suárez, H., Mercado, W., Ramírez, M., Bracho, B., Rivero, J., y García, D. (2012). Caracterización morfoagronómica y evaluación del contenido proteínico en dos genotipos de *Clitoria ternatea* L. cultivados en un sistema de espalderas. *Pastos y Forrajes*, *35*(4), 365-379.
- Suárez, R., Mejía, J., González, M., García, D. E., y Perdomo, D. A. (2011). Evaluación de ensilajes mixtos de *Saccharum officinarum* y *Gliricidia sepium* con la utilización de aditivos. *Pastos y Forrajes*, *34*(1), 69-85.
- Torresi, N. (2022). Biología en General: Cultivo de la *Mucuna pruriens*. *Biología en General*. <https://biologiaengral.blogspot.com/p/cultivo-de-la-mucuna-pruriens.html>
- Tresina, P. S., y Mohan, V. R. (2013). Assessment of nutritional and antinutritional potential of underutilized legumes of the genus *Mucuna*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *16*(2), 155-169.
- Ulloa, J. A., Petra, M. C., Ulloa, R., Carmen, J., Ramírez, R., Blanca, I. B. Q., y Ulloa, E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): Su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, *3*(8), 5-9.
- Vargas, M. G., Higuera, C. G., y Muñoz, D. A. J. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, *6*(2), 423-442.
- Villanueva, A., Bonilla, C., Rubio, C., y Bustamante, G. (2004). Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *42*(1).
- Villarreal, M. (1994). Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. *Pasturas Tropicales*, *16*(1), 27-31.

7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de los datos en el programa R

```
## R code snippet
write.csv(
  as.data.frame(lightfactor_01),
  paste0("factores",lightfactor_01, ".csv"), sep = ";"
)
# ... (repeated for other factors) ...

## Output:
##      (Conversion from character factor to factor)
##      "setnames" "set" "set"
##      + letters = letters, numbers100 = letters, numbers10 = letters
##      + numbers10 = numbers10 + as.factor(numbers10), FALSE = write numbers10
##      note: attr["setnames"] was changed to "set"
##      indicate "table" is only appropriate for one set of columns connected
##      Factores  Factores Factores  respuestas  ID ID  lower.CL upper.CL group
##      Serie 1  Mucunaesp  88.8 1.039 12  94.9 321.4  e
##      Serie 0.1 Mucunaesp  88.8 0.918 12  88.1  81.1  b
##      Espaldera 1 Mucunaesp  88.8 0.928 12  88.1  81.1  b
##      Serie 1  Mucunaelanca 88.8 0.928 12  88.1  81.1  b
##      Serie 0.1 Mucunaelanca 88.8 0.928 12  88.1  81.1  b
##      Espaldera 1 Mucunaelanca 88.8 0.891 12  77.4  81.7  c
##      Serie 1  Elitorratere 81.8 0.877 12  62.9  67.2  d
##      Espaldera 1 Elitorratere 81.8 0.877 12  62.9  67.2  d
##      Serie 0.1 Elitorratere 61.8 0.677 12  42.9  47.3  d
##      Espaldera 0.5 Elitorratere 61.8 0.677 12  62.9  67.2  d
##      Espaldera 1 Lantaca7laminiflorata 32.8 0.342 12  39.3  53.8  e
##      Serie 0.5 Lantaca7laminiflorata 32.8 0.342 12  39.3  53.8  e
##      Serie 1 Lantaca7laminiflorata 32.8 0.342 12  39.3  53.8  e
```

Anexo 2. Delimitación de las parcelas



Anexo 3. Establecimiento de las leguminosas



Anexo 4. *Establecimiento de las leguminosas sin espaldera*



Anexo 5. *Establecimiento de las leguminosas con espaldera*



Anexo 6. Toma de datos





Mosquera Michael - Compilato

5%
Temas sospechosos

- 1% Similitudes
 - entre similitudes entre usuarios
 - entre las fuentes mencionadas
- 4% Fuentes no reconocidas

Nombre del documento: Mosquera Michael - Compilato.docx
 ID del documento: d5b2a044a18304c1458c713f15366434c09798
 Tamaño del documento original: 5 MB
 Autores: []

Depositario: Jor Cedeño Zambiano
 Fecha de depósito: 15/12/2024
 Tipo de carga: interfaz
 Fecha de fin de análisis: 15/12/2024

Número de palabras: 1938
 Número de caracteres: 6405

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario - moodle El documento proviene de otro grupo 18 fuentes similares	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)
2	TESIS PACTO CSIBA UN-22- SANTANA NAYELI.docx TESIS PACTO (LIMA G... moodle El documento proviene de otro grupo 18 fuentes similares	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)
3	repositorio.una.edu.ar https://repositorio.una.edu.ar/handle/123456789/123456789.pdf 2 fuentes idénticas	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	revistafitecniamericana.org https://revistafitecniamericana.org/documentos/16-07-e.pdf	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)
2	Documento de otro usuario - moodle El documento proviene de otro grupo	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)
3	Documento de otro usuario - moodle El documento proviene de otro grupo	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)
4	Documento de otro usuario - moodle El documento proviene de otro grupo	< 1%		0 palabras idénticas + 1% (17 palabras)