

## Métodos eficientes para la producción de biomasa forrajera y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas

**María Verónica Taipe Taipe**

[maria.taipe@iniap.gob.ec](mailto:maria.taipe@iniap.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-0507-715X>

Estación Experimental Tropical Pichilingue  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**Karla Andreina Cedeño Saltos**

[karla.cedeno@iniap.gob.ec](mailto:karla.cedeno@iniap.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5303-718X>

Estación Experimental Portoviejo  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**Jorge Washington Tumbaco**

[jorge.tumbaco@iniap.gob.ec](mailto:jorge.tumbaco@iniap.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2220-6945>

Estación Experimental Portoviejo  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**Julio Rafael Gilces Lectong**

[julio.gilces@iniap.gob.ec](mailto:julio.gilces@iniap.gob.ec)

Estación Experimental Tropical Pichilingue  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

**Carlos Alberto Molina Hidrovo**

[carlos.molina@iniap.gob.ec](mailto:carlos.molina@iniap.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6875-6002>

Estación Experimental Tropical Pichilingue  
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

### RESUMEN

Las leguminosas herbáceas generan múltiples beneficios, no solo como alimento para los animales, sino también, para el medio ambiente. Existe poca información disponible sobre los sistemas de producción de forraje y de semillas. El objetivo fue evaluar métodos eficientes para la producción de biomasa forrajera y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Se empleó un DBCA con arreglo factorial (2x2x3), total 12 tratamientos y 4 repeticiones. Los factores fueron: Sistemas de Soporte (espaldera y suelo), Distancia de Siembra (0,5 y 1,0m) y Especies (*Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis* y *Stylozobium aterrinum*). Los resultados muestran significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en la interacción sistema de espaldera a 1,0 m de distancia de siembra con *S. aterrinum*, con el mayor número de hojas (68,00). En cuanto al largo y ancho de hoja la *C. ensiformis* alcanzó los más altos promedios en todos los sistemas y distancias de siembra. Para producción de MV y MS alcanzó los promedios más alto la interacción sistema en suelo x 1,0m x *C. ensiformis* con 32,68 t.ha<sup>-1</sup> y 5,67 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. En producción de semilla la *C. ensiformis* alcanzó los promedios más altos en el sistema de espaldera a 0,5m y 1,0m con 3,04 y 3,45 t.ha<sup>-1</sup> de semilla respectivamente. El cultivo *C. ensiformis* en suelo a 1,0m de distancia produce mayor cantidad de MV y MS y en espaldera produce mayor cantidad de semilla, por lo tanto, esta especie se adaptada a las condiciones ambientales de la Estación Experimental Portoviejo.

**Palabras clave:** leguminosas., materia verde., materia seca., producción de semillas

# Efficient methods for the production of forage biomass and seed multiplication of herbaceous legumes

## ABSTRACT

Herbaceous legumes generate multiple benefits, not only as food for animals, but also for the environment. There is little information available on forage and seed production systems. The objective was to evaluate efficient methods for the production of forage biomass and seed multiplication of herbaceous legumes. A DBCA with factorial arrangement (2x2x3) was used, total 12 treatments and 4 repetitions. The factors were: Support Systems (trellis and soil), Planting Distance (0.5 and 1.0m) and Species (*Mucuna pruriens*, *Canavalia ensiformis* and *Stylzobium aterrimum*). The results show statistical significance ( $p < 0.05$ ) in the interaction of trellis system at 1.0 m planting distance with *S. aterrimum*, with the highest number of leaves (68.00). Regarding leaf length and width, *C. ensiformis* reached the highest averages in all systems and planting distances. For MV and DM production, the system interaction in soil x 1.0m x *C. ensiformis* reached the highest averages with 32.68 t.ha<sup>-1</sup> and 5.67 t.ha<sup>-1</sup> respectively. In seed production, *C. ensiformis* reached the highest averages in the trellis system at 0.5m and 1.0m with 3.04 and 3.45 t.ha<sup>-1</sup> of seed respectively. Cultivating *C. ensiformis* in soil at a distance of 1.0m produces a greater amount of MV and DM and on a trellis it produces a greater amount of seed, therefore, this species is adapted to the environmental conditions of the Portoviejo Experimental Station.

**Keywords:** legumes, green matter, dry matter, seed production

Correspondencia: [maria.taibe@iniap.gob.ec](mailto:maria.taibe@iniap.gob.ec)

Artículo recibido: 02/10/2024. Aceptado para publicación: 15/11/2024

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de Emergentes - Revista Científica, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia Creative Commons 

## INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, la producción ganadera es una de las principales actividades económicas debido a sus condiciones climáticas favorables y las extensas áreas de pastizales (León-Rodríguez et al., 2022).

En Ecuador, el sector ganadero cuenta con 3,7 millones de cabezas de ganado bovino a nivel nacional, de las cuales el 19,5 % se encuentra en la provincia de Manabí (Ipiates y Cuichán, 2024). Sin embargo, el sector ganadero en las zonas costeras del país enfrenta un desafío importante en la temporada seca, que afecta negativamente la disponibilidad de forrajes, un componente esencial en la alimentación bovina (Syam et al., 2021). Durante este período, la oferta de forrajes disminuye significativamente, lo que impacta tanto en la cantidad como en la calidad de los nutrientes disponibles (Hernández et al., 2020).

Aunque las leguminosas, se destacan por ser excelentes fuentes de forraje y por mejorar la fertilidad del suelo, debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico, en la mayoría de las explotaciones ganaderas, la alimentación se basa principalmente en gramíneas (Castro et al., 2022), no obstante, estas no cubren las necesidades nutricionales de los animales, con niveles medios y altos de producción (Osorio et al., 2024).

Tradicionalmente, las leguminosas herbáceas se han utilizado para controlar la erosión, restaurar las propiedades químicas del suelo, o como forraje en la ganadería, debido a su alto valor nutricional, palatabilidad y digestibilidad (Lok et al., 2019). Las leguminosas, juegan un papel crucial en la alimentación de los bovinos, especialmente en sistemas de pastoreo y en la formulación de raciones balanceadas para ganado lechero o de carne (Castro y Dickhoefer, 2020).

Estas plantas tienen una serie de características que las hacen muy beneficiosas para la nutrición animal:

1. Son muy ricas en proteínas, lo que las convierte en una excelente fuente de nutrientes para el ganado bovino, especialmente para animales en crecimiento, vacas lecheras o bovinos en producción de carne, la proteína es esencial para la formación de tejidos musculares, la producción de leche y el desarrollo general del animal (Lema y Alvarado, 2001).
2. Tienen menos fibra lignificada que otras especies de pastos, lo que facilita su digestión y permite que el ganado aproveche mejor los nutrientes (McDonald et al., 2010).

3. Las proteínas de alta calidad y la mejor digestibilidad de las leguminosas permiten un crecimiento más rápido y eficiente de los animales (Biondi y Sclavi, 2025).
4. Por su contenido de minerales, vitaminas y antioxidantes, tienen propiedades que pueden ayudar a la salud general del ganado, algunas leguminosas tienen compuestos que actúan como antimicrobianos naturales, lo que reduce el riesgo de enfermedades gastrointestinales (Lema y Alvarado, 2009).
5. Mejora la fertilidad del ganado, esto se debe en parte a los nutrientes como el fósforo y el calcio, que son esenciales para la salud reproductiva (Herrera y Carrillo, 2018).
6. Por su alta palatabilidad, facilita su aceptación por parte de los animales. Esto es particularmente útil en programas de alimentación que buscan maximizar el consumo de forraje, lo que a su vez, contribuye a una mejor productividad y eficiencia (Baker y McClure, 2011).

Alatorre et al., (2018) enuncian que las leguminosas herbáceas aportan múltiples beneficios no solo para el ganado, sino también para el medio ambiente, Aquí algunos beneficios:

1. Tienen la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico mediante una simbiosis con bacterias *Rhizobium* en sus raíces. Este proceso ayuda a enriquecer el suelo con nitrógeno, un nutriente esencial para las plantas, reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos, contribuyendo a mejorar la fertilidad del suelo de manera natural y reduciendo la contaminación por fertilizantes químicos (Giller, 2001).
2. Reducen la huella de carbono, debido a la menor necesidad de fertilizantes nitrogenados industriales, que son una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, las leguminosas ayudan a secuestrar el carbono en el suelo debido a su biomasa, contribuyendo a mitigar el cambio climático (Bouwman, et al., 2002; Soussana, et al., 2010).
3. Reduce la lixiviación de nitratos al agua subterránea, ya que su capacidad para fijar nitrógeno reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos, ayudando a minimizar la contaminación de fuentes de agua y la eutrofización de cuerpos de agua (Kuo y Jellum, 1994).
4. Contribuyen a la mejora de la estructura del suelo mediante el aumento de la actividad biológica y la formación de agregados de suelo. Además, sus raíces profundas ayudan a prevenir la erosión del suelo y a mejorar la infiltración de agua (Haynes y Giller, 1996).

5. Son eficaces para la recuperación de suelos degradados o empobrecidos, especialmente en áreas donde la fertilidad del suelo se ha visto afectada por prácticas agrícolas intensivas. Su capacidad para fijar nitrógeno, junto con la mejora de la estructura del suelo, las convierte en una excelente opción para la rehabilitación de tierras agrícolas (Barton y Galloway).
6. Fomentan la biodiversidad al proporcionar hábitats para una variedad de especies beneficiosas, como insectos polinizadores, lombrices y microorganismos del suelo (Giller, et al., 2013).

No obstante, existe poca información disponible sobre los sistemas de producción forrajera, así como la producción de semillas de leguminosas herbáceas (Alatorre et al., 2018). Aunque algunos ganaderos reconocen su valor, especialmente en la alimentación del ganado, y han comenzado a implementarlas, enfrentan dificultades para acceder a las semillas en el mercado. En este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar métodos eficientes para la producción de biomasa forrajera y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en la Estación Experimental Portoviejo, ubicada en el km 12 de la vía Santa Ana, parroquia Colón perteneciente al cantón Portoviejo, provincia de Manabí. La zona climática se clasifica como trópico seco, la temperatura anual promedio es de 26 °C, precipitación promedio anual de 663,6 mm y 79 % de humedad relativa promedio (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, s. f.).

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial (2x2x3) utilizando 12 tratamientos y cuatro repeticiones. Se establecieron hileras con 10 m de longitud, 2m de distancia entre hileras y 1 m de distancia entre plantas, la distancia entre caminos fue de 4 m, se sembraron 10 plantas por parcela total y el área de parcela total fue de 20 m<sup>2</sup>. El experimento evaluó diferentes combinaciones de sistemas de soporte (espaldera y suelo), distancias de siembra (0,5 y 1,0 m) y variedades de leguminosas herbáceas (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*), constituyendo un total de 12 tratamientos.

Antes de realizar los análisis estadísticos, se verificaron los datos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de estos. Además, se aplicó la prueba de homogeneidad de Levene. Los datos fueron analizados utilizando un análisis de varianza (ANOVA), empleando la prueba

de Tukey al 5% para determinar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Para estos análisis se utilizó el software estadístico INFOSTAT versión 2020. El registro de la información se realizó a los 120 días de edad, se seleccionaron cinco plantas al azar por tratamiento/repetición y se evaluaron las siguientes variables: número, ancho y largo de las hojas (cm), producción de Materia Verde (MV), producción de Materia Seca (MS) y, valor nutricional de la MV, a partir de los 150 días de edad se inició con la cosecha de las semillas, para el efecto se consideró las vainas que presentaban color marrón oscuro o negro.

Para la evaluación de la producción de MV, se procedió a cortar las plantas a 5 cm por encima del nivel del suelo, y se registró su peso utilizando una balanza. Para el caso de la MS, se utilizó el material vegetal de las plantas seleccionadas para la medición de MV, estas fueron picadas en pedazos de 3 a 5 cm y colocadas en bolsas de papel para su secado en una estufa a 60 °C durante 48 horas y se registró su peso. Para determinar la composición química, se tomó una muestra de 200 g y se envió al Laboratorio de Bromatología de la Estación Experimental Santa Catalina para su análisis. El estudio incluyó la determinación porcentual del contenido de humedad (%), cenizas (%), extracto etéreo o grasa cruda (%), proteína cruda (%), y fibra cruda (%) mediante el análisis proximal de Weende.

El terreno se preparó mecánicamente mediante un pase de arado y dos de rastra. Para la construcción del sistema de soporte se procedió a construir las espalderas con tutores vivos de *Gliricidia sepium*, en distancias de 4 m, se procedió a sembrar las leguminosas herbáceas a dos distancias: a 0,5 m y a 1 m entre plantas, separadas en hileras de 2 m, utilizando una semilla por sitio. Para el control químico pre emergente de malezas e insectos plagas del suelo, se aplicó al suelo mediante aspersion, una mezcla de: 1,5 kg de atrazina + 1,5 L de pendimetalin + 1,5 L de clorpirifos por hectárea. Se realizó riego localizado dos veces por semana. Para el control de malezas se realizó de forma manual entre las parcelas y se aplicó el herbicida sistémico glifosato, en dosis de 2 L.ha<sup>-1</sup> en las calles. Para el control de insectos plagas, se aplicó insecticidas recomendados por el DPV-Entomología fase de pre siembra (semilla); siembra (suelo) y en etapa de desarrollo del cultivo se realizará aspersiones foliares y trampas monocromáticas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

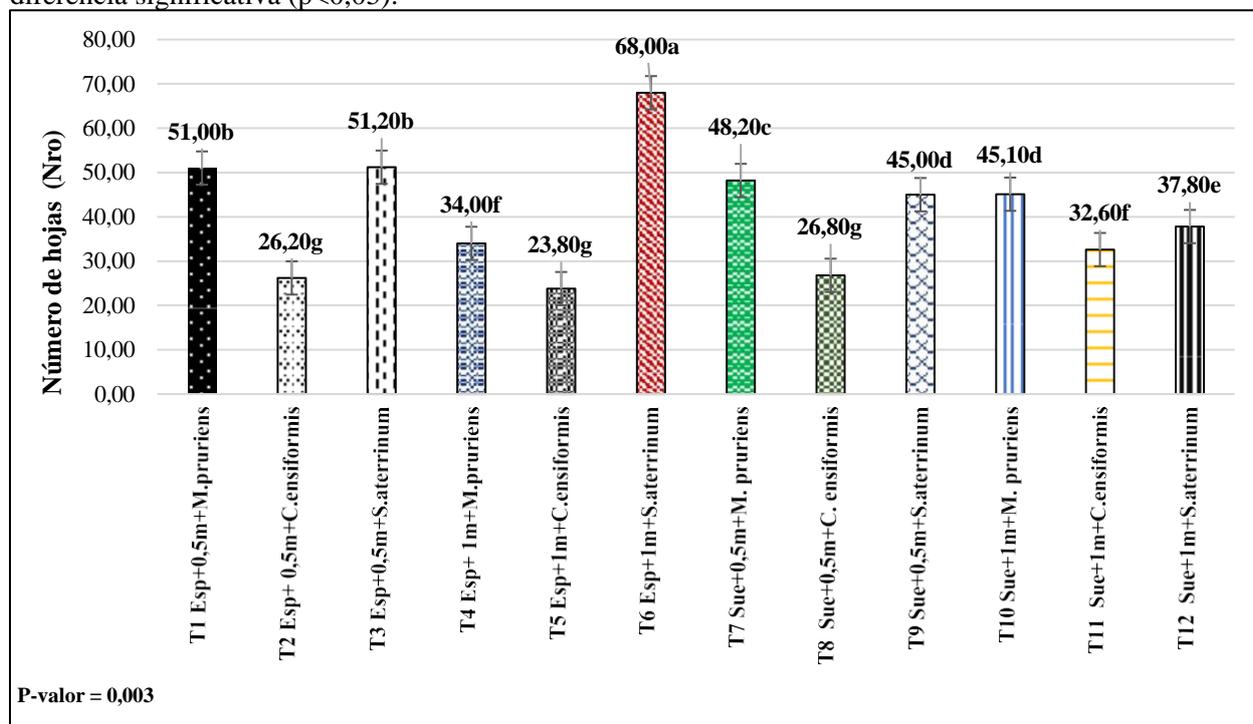
### Número de hojas (número)

Para el número de hojas (**Figura 1**), se observó diferencias significativas ( $p=0,003$ ;  $p<0,05$ ) para la interacción sistemas de soporte x distancia de siembra x especie de leguminosa herbácea a los 120 días de edad. El promedio más alto corresponde al tratamiento T6 (Espaldera + 1,0 m + *S. aterrinum*) con 68,00a hojas, seguido del T1 (Espaldera+0,5m + *M. pruriens*) y T3 (Espaldera + 0,5m + *S. aterrinum*) con 51,00b y 51,20b hojas respectivamente. Los resultados indican que el sistema de soporte de “Espaldera” permitió a la *S. aterrinum* obtener un mayor número de hojas promedio por encima de las demás interacciones evaluadas. García (2019) explica que el sistema de espaldera permite a las plantas realizar una mayor captación lumínica lo que permite que las plantas cuenten con un mayor desarrollo vegetativo gracias al proceso fotosintético. Velado (2020) encontró en la evaluación de diversas especies de leguminosas que en el día 57, *C. ensiformis* y *V. unguiculata* presentaron una mayor área foliar (95 y 86 % respectivamente de cobertura foliar), difiriendo estadísticamente de los demás cultivos, aunque el sistema de siembra no se menciona en su investigación, si establece que la densidad de siembra fue de 166,660 plantas por hectárea.

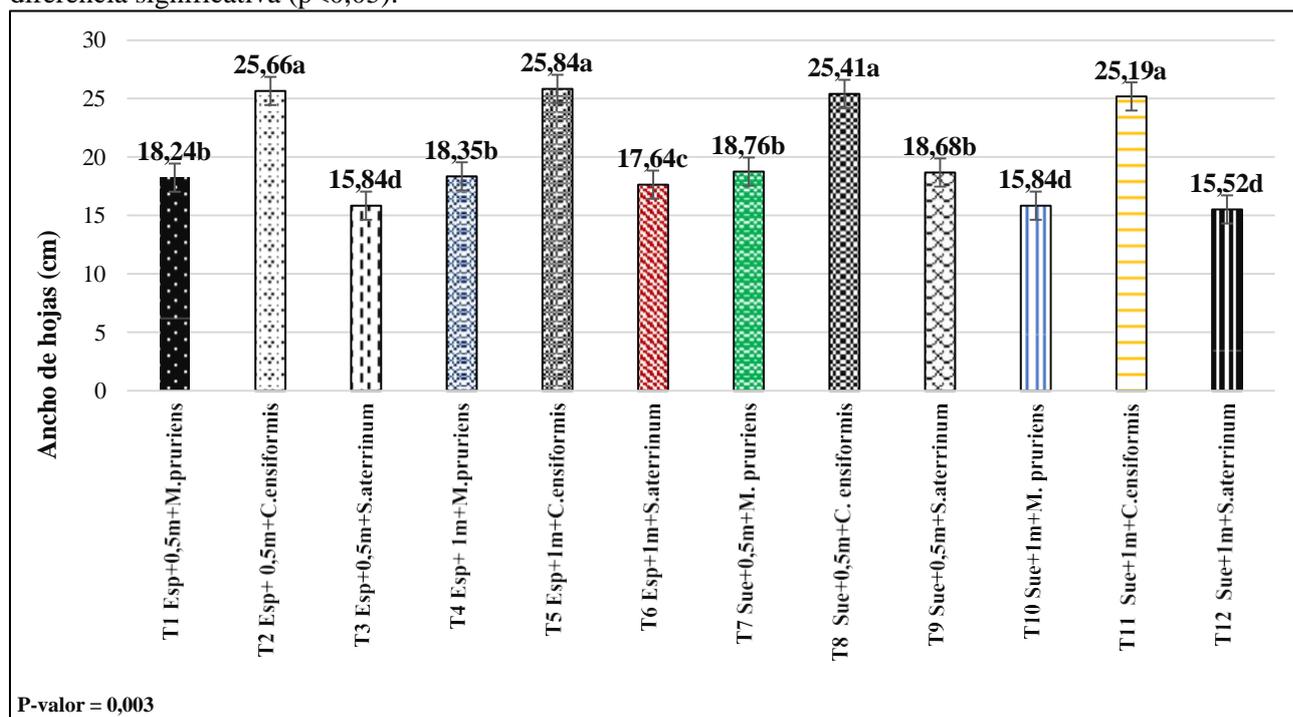
### Ancho de hojas (cm)

Para el ancho de las hojas (cm) (**Figura 2**), se observaron diferencias significativas ( $p=0,003$ ;  $p<0,05$ ) en la evaluación realizada a los 120 días de edad. Los tratamientos T2 (Espaldera +0,5 m + *C. ensiformis*), T5 (Espaldera +1,0m +*C. ensiformis*), T8 (Suelo + 0,5m + *C. ensiformis*) y T11 (Suelo+ 1,0m+ *C. ensiformis*) con 25,66a; 25,84a; 25,41a y 25,19a centímetros de ancho de hoja respectivamente. Los resultados indican que la leguminosa *C. ensiformis* en diferentes sistemas y distancia de siembra, logra un amplio desarrollo de sus hojas. Aunque las hojas de una planta demuestren un correcto desarrollo, crecimiento y/o rendimiento (Rivera et al., 2022) el tamaño de estas es igual de importante, considerando que, es en las hojas donde se realiza la fotosíntesis. El ancho de las hojas estaría relacionado directamente con la especie de leguminosa, la *C. ensiformis* que posee hojas con forma elíptica-lanceolada, un limbo foliar grande cuyas células poseen una disposición más compacta, sumado al tamaño y disposición de la nervadura lo que le permite a esta especie tener un mayor desarrollo foliar en comparación de la *S. aterrinum* y *M. pruriens* (Suazo, 2022; Velado, 2020).

**Figura 1.** Número de hojas (Nro) evaluados a los 120 días de edad de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M.pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrium* ) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa forrajera y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p<0,05$ ).



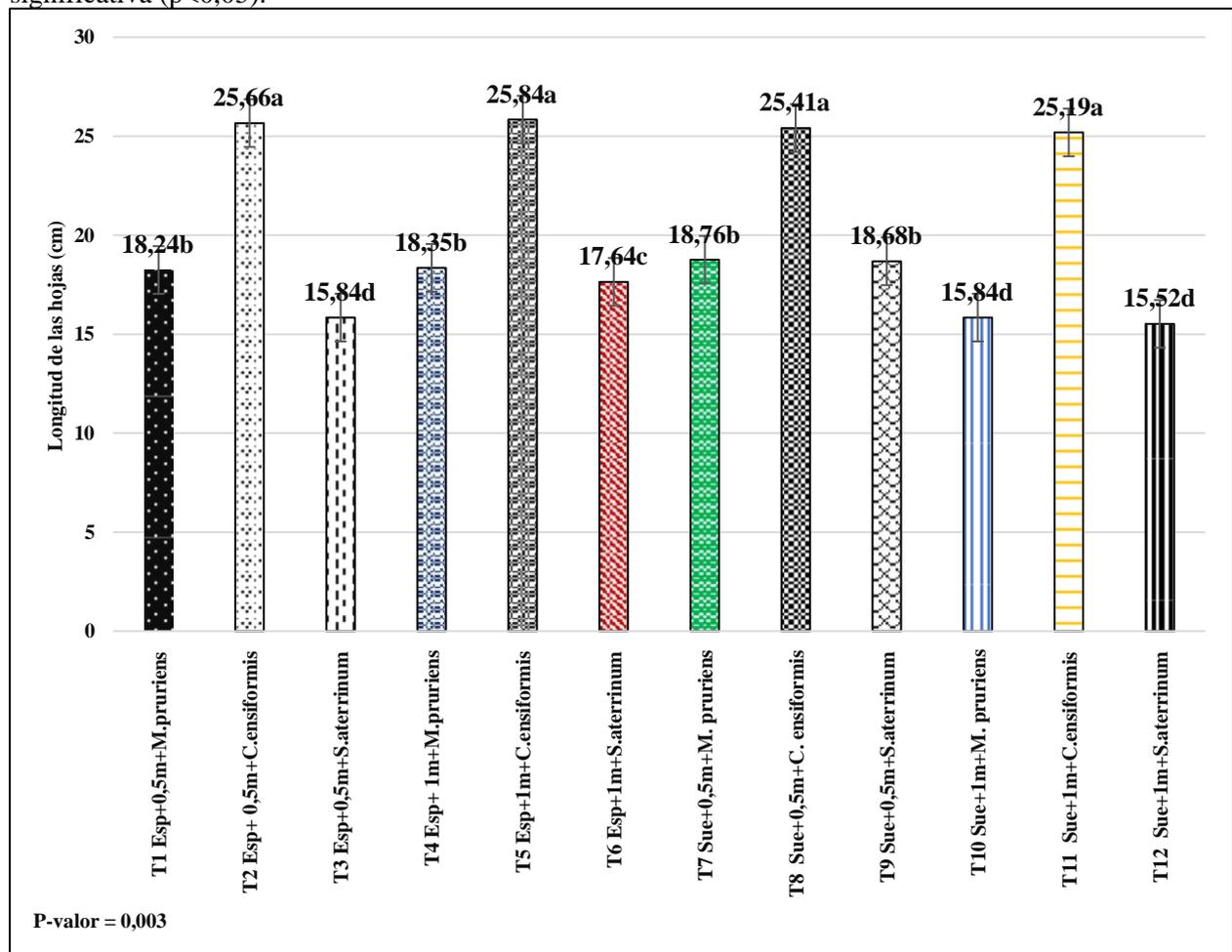
**Figura 2.** Ancho de hojas (cm) a los 120 días de edad de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M.pruriens*, *C.ensiformis* y *S.aterrium* ) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa forrajera y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p<0,05$ ).



### Longitud de hoja (cm)

En la evaluación de la longitud de las hojas (cm) (**Figura 3**), se observaron diferencias significativas ( $p=0,003$ ;  $p<0,05$ ), a los 120 días de edad. Los tratamientos con promedios superiores fueron el T2 (Espaldera +0,5 m + *C. ensiformis*), T5 (Espaldera +1,0m +*C. ensiformis*), T8 (Suelo + 0,5m + *C. ensiformis*) y T11 (Suelo+ 1,0m+ *C. ensiformis* ). Los resultados muestran que la especie *C. ensiformis* sembrado a 1,00 m de distancia sobre espaldera tienen mejores resultados, debido a una mayor circulación del aire entre las plantas, reduciendo la humedad y por lo tanto, el riesgo de enfermedades (Serra y Calderon, 2020).

**Figura 3.** Longitud de hojas (cm) a los 120 días de edad de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p<0,05$ ).

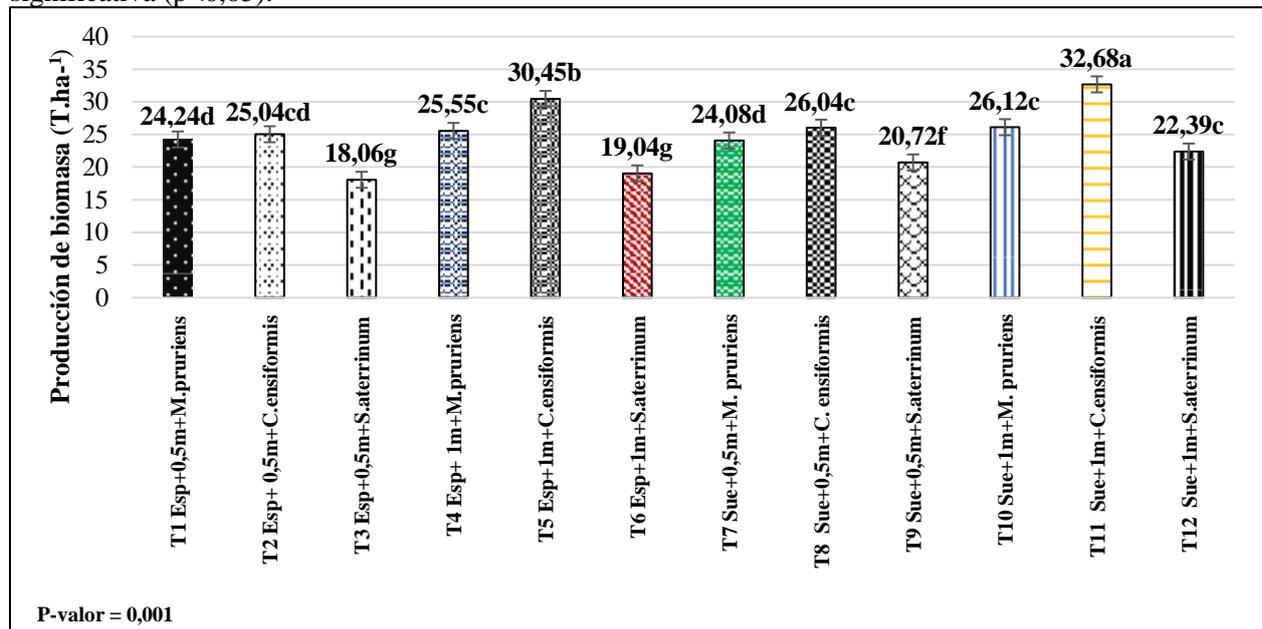


### **Producción de biomasa (t.ha<sup>-1</sup>)**

Los resultados de la producción de biomasa t.ha<sup>-1</sup> a los 120 días de edad de las plantas se presenta en la **Figura 4**, se observó diferencias significativas ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ), presentando los promedios más altos el tratamiento T11 (Suelo + 1,0m + *C. ensiformis*) con 32,68a t.ha<sup>-1</sup>, seguido del tratamiento T5 (Espaldera + 1,0m + *C. ensiformis*) con 30,45b t.ha<sup>-1</sup>. Los resultados descritos muestran que la distancia de siembra de 1,00m las plantas evaluadas alcanzaron un mayor desarrollo vegetal, esto es consistente con lo descrito por Castro et al. (2022) quienes manifiestan que el desarrollo y crecimiento vegetal (biomasa), está directamente relacionado con el espacio que poseen las plantas para desarrollarse de manera adecuada, sin necesidad de entrar en competencia por nutrientes, luz solar y agua con otras plantas.

La densidad de siembra influye en el desarrollo en la mayoría de las especies vegetativas, como es el caso de la leguminosa *M. pruriens*, empleando densidades de 4900, 3267 y 2450 plantas por hectárea. produjeron rendimientos de 2611, 1207 y 807 kg por hectárea, respectivamente (García y Calderón, 2021). En la semana 15, con una densidad de 4900 plantas por hectárea obtuvo el índice de área foliar de 5,8 el rendimiento de materia verde fue de 2611 kg por hectárea, el índice de cosecha 0,19 y 125 vainas por planta, considerados como los promedios más altos. La naturaleza trepadora de *M. pruriens*. se atribuye al tamaño de sus hojas y a su crecimiento erguido, en contraste con otras leguminosas (Suazo, 2022).

**Figura 4.** Producción de biomasa ( $t\cdot ha^{-1}$ ) a los 120 días de edad de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p<0,05$ ).

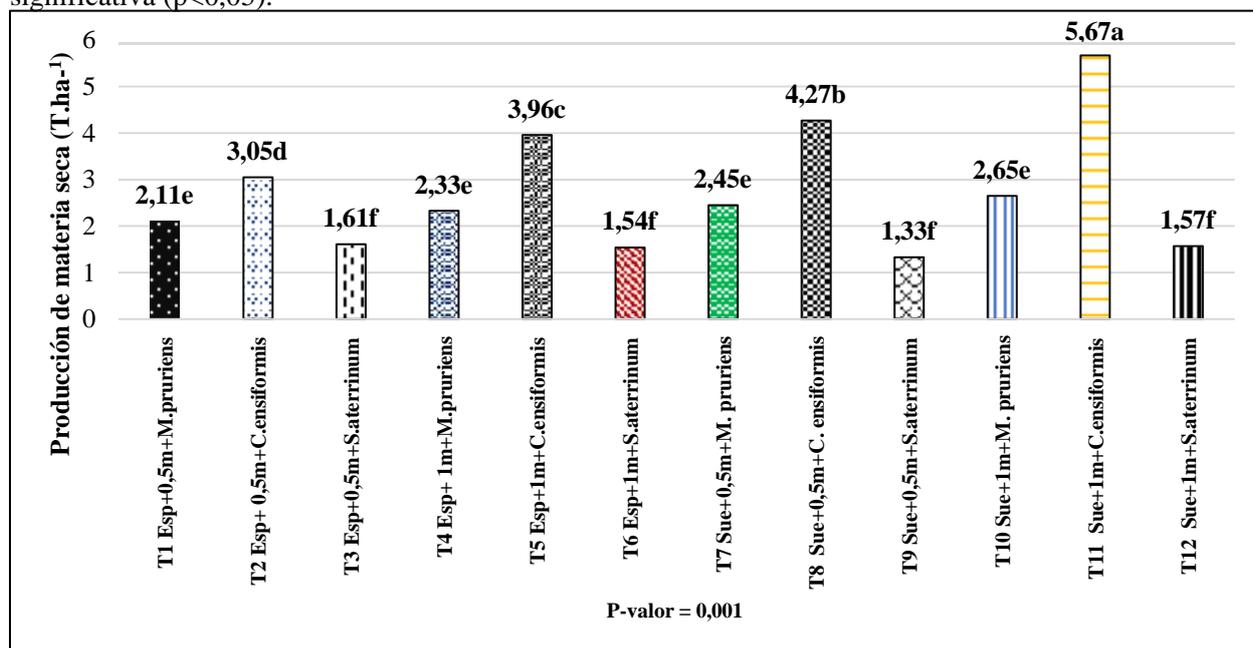


#### Producción de Materia Seca ( $t\cdot ha^{-1}$ )

En la **Figura 5** se encuentran los resultados encontrados para la Producción de materia seca ( $t\cdot ha^{-1}$ ), se encontraron diferencias significativas ( $p=0,001$ ;  $p<0,05$ ). Los tratamientos resultados para la interacción sistemas en suelo a 1,0 m de distancia de siembra la *C. ensiformis* con un promedio en producción de materia seca de 5,67a  $t\cdot ha^{-1}$  a los 120 días de edad. Velado (2020) encontró diferencias significativas entre los tratamientos de *C. ensiformis* y *V. unguiculata*, debido al tamaño en las hojas y tallo leñoso que aporta buena parte de lignina y hemicelulosa. *C. ensiformis*, presentó mayor cantidad de materia seca ( $t\cdot ha^{-1}$ ). Está claro que la *C. ensiformis* logra aprovechar los recursos disponibles para su desarrollo, Ramli et al. (2021) y Rivera et al. (2022) describen a esta especie como una leguminosa con excelente capacidad de fijación de nitrógeno, control de malezas y adaptabilidad. Suazo, (2022) encontró resultados favorecedores para la *C. ensiformis* la cual mostró un rendimiento superior en términos de peso de materia fresca ( $13.63 t\cdot ha^{-1}$ ), materia seca ( $2,79 t\cdot ha^{-1}$ ) y materia seca de raíces ( $0,26 t\cdot ha^{-1}$ ) en comparación con otros cultivos. La *C. ensiformis*, debido a su follaje denso, genera una mayor cantidad de biomasa tanto en materia fresca como en materia seca (Rivera et al., 2022). En el caso de otras leguminosas sometidas a estudios de productividad, López et al. (2020) encontró valores de biomasa total a 50 días en lluvias ( $5300 kg MS ha^{-1}$ ) y seca ( $1620 kg MS ha^{-1}$ ) utilizando sistema

silvopastoril con *L. leucocephala* cv. *Cunningham*. Castrejón et al. (2021) manifiestan que leguminosas como *Gliricidia sepium* tiene hojas alternas, pinnadas, de 15 a 35 cm de largo, se reportan producciones de 11,9 t MS/ha/año, la producción de forraje varía de 2 a 20 TmMS/ha/año. En cuanto a la *Clitoria ternatea* L. en Brasil y en México se han obtenido rendimientos de 30 tMS/ha/año en condiciones de riego.

**Figura 5.** Producción de materia seca ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas a los 120 días de corte. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

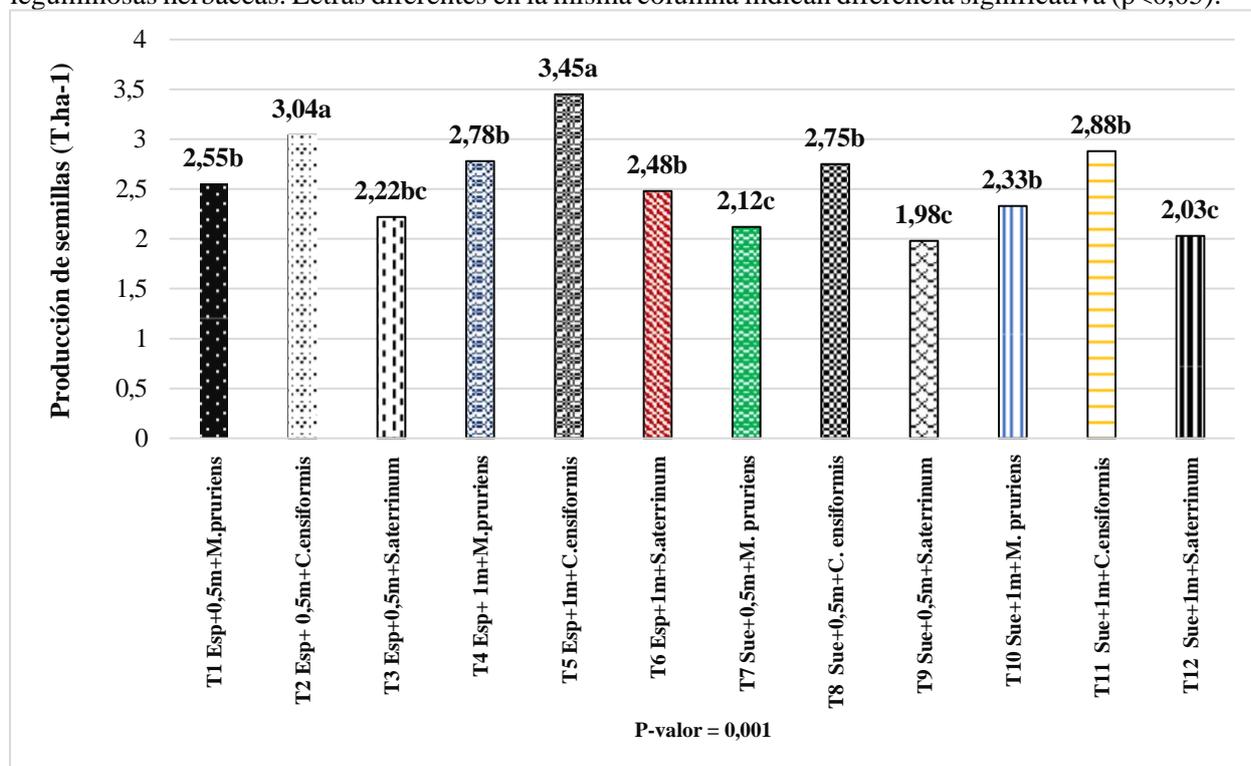


### Producción de semilla ( $t \cdot ha^{-1}$ )

En el caso de la producción de semilla (**Figura 5**) los promedios más altos se le atribuye el método de siembra con espalderas a una distancia de siembra de 1,0 y 0,5 metros la *C. ensiformis* con una producción de  $3,45 t \cdot ha^{-1}$  y  $3,04 t \cdot ha^{-1}$  respectivamente. Estos resultados se ligan de manera directa a la especie de leguminosa, ya que *C. ensiformis* tiene un crecimiento arbustivo y puede alcanzar una altura considerable, lo que le permite desarrollar una mayor cantidad de flores y, por ende, potencialmente más semillas. En cambio, la *M. pruriens* es una leguminosa trepadora, lo que puede limitar su exposición a condiciones óptimas de luz y recursos. Pérez y Figueroa del Castillo (2021) explican que *C. ensiformis* ha evolucionado para ser más eficiente en la producción de semillas bajo condiciones diversas. Su capacidad para adaptarse a diferentes suelos y climas contribuye a una producción más consistente de

semillas en comparación con *M. pruriens* y *S. aterrinum*, que pueden ser más específicas en cuanto a sus requerimientos de hábitat.

**Figura 6.** Producción de semillas (t.ha<sup>-1</sup>) de la interacción sistemas de soporte (Esp=espaldera y Sue=suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (p<0,05).



### Composición química del forraje (%)

**Tabla 1.** Composición química de forraje (%) de la interacción sistemas de soporte (espaldera y Suelo) x distancia de siembra (0,5 y 1,0 m) x especie (*M. pruriens*, *C. ensiformis* y *S. aterrinum*) en la evaluación de métodos eficientes para la producción de biomasa y multiplicación de semilla de leguminosas herbáceas.

\*T = tratamientos

T*	Interacción			Composición química de forraje (%)				
	Sistemas de soporte	Distancia de siembra (m)	Especie	Humedad	Proteína Bruta	Fibra Bruta	Ceniza	Grasa
T1	Espaldera	0,5	<i>Mucuna pruriens</i>	79,25	12,56	47,33	6,45	2,98
T2	Espaldera	0,5	<i>Canavalia ensiformis</i>	82,45	15,56	45,05	5,36	3,01
T3	Espaldera	0,5	<i>Stylzobium aterrinum</i>	81,66	13,78	47,34	5,34	3,06
T4	Espaldera	1,0	<i>Mucuna pruriens</i>	81,67	11,67	49,28	6,89	3,12
T5	Espaldera	1,0	<i>Canavalia ensiformis</i>	83,22	14,12	48,56	6,07	3,14

T6	Espaldera	1,0	<i>Stylzobium aterrinum</i>	82,44	14,56	49,49	6,23	2,89
T7	Suelo	0,5	<i>Mucuna pruriens</i>	80,47	12,78	50,20	5,77	3,05
T8	Suelo	0,5	<i>Canavalia ensiformis</i>	81,43	13,47	50,03	6,33	3,09
T9	Suelo	0,5	<i>Stylzobium aterrinum</i>	81,12	11,78	51,76	7,01	3,15
T10	Suelo	1,0	<i>Mucuna pruriens</i>	84,02	11,64	50,87	6,07	2,95
T11	Suelo	1,0	<i>Canavalia ensiformis</i>	84,44	14,22	50,45	6,86	3,04
T12	Suelo	1,0	<i>Stylzobium aterrinum</i>	83,98	12,74	52,76	7,12	2,99

En la Tabla 1 se encuentra descrito los valores porcentuales encontrados en el análisis de la composición química realizado al follaje verde de las leguminosas, donde se observa al tratamiento T2 (Espaldera + 0,5m + *C. ensiformis*) que presentó mayor porcentaje de proteína bruta (15,56 %), seguido del T5 (Espaldera + 1,0m + *C.ensiformis* ) y T6 (Espaldera+1,0m+ *S. aterrinum* ) con 14,12% y 14,56 % respectivamente. El tratamiento T12 (Suelo+ 1,0m + *S. aterrinum*) presentó un mayor porcentaje de fibra bruta con el 52,76%, y el tratamiento T9 (Suelo + 0,5m + *S. aterrinum* presentó el mayor porcentaje de grasa (3,15 %) seguido del T5. Aunque no es una estadística como tal, los valores porcentuales dejan en evidencia que los niveles de proteína bruta de la leguminosa *C. ensiformis* superan a *M. pruriens*, que tuvo valores más bajos en casi todos los tratamientos. La mayor concentración de proteína bruta en *C. ensiformis* indica un mejor potencial nutritivo, lo que es crucial para la alimentación animal (Castro et al., 2022). Es necesario mencionar que la composición química está influenciada por muchos factores entre uno de ellos, la edad de las plantas. Reyes (2022) en su investigación con *Moringa oleífera* a diferentes edades demostró composición química de las hojas, así como el contenido de MS, presentó una tendencia lineal positiva, es decir incrementó con la edad de evaluación, sin embargo, el contenido de materia orgánica e inorgánica, Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA), no presentaron este comportamiento, más bien, fue errático y no se demuestra una tendencia con el incremento de la edad.

## CONCLUSIONES

El sistema de soporte en espalderas resultó ser el óptimo método de cultivo para la producción de semilla y biomasa forrajera. La distancia de siembra de 1,00 m entre planta les proporcionó un mayor espacio vital lo que permitió obtener un excelente crecimiento y desarrollo vegetativo, produciendo una mayor

cantidad de semillas. La leguminosa *Canavalia ensiformis*, fue la especie que presento excelentes resultados en ambos sistemas y distancia de siembra, mostrando una mayor adaptación a las condiciones ambientales imperantes en la Estación Experimental Portoviejo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alatorre-Hernández, A., Guerrero-Rodríguez, J. de D., Olvera-Hernández, I., Aceves-Ruíz, E., & Vaquera-Huerta, H. (2018). Leguminosas forrajeras herbáceas de enredadera, recursos poco valorados en el trópico seco. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4), 403-411.  
<https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.403-411>
- Baker, S. K., & McClure, W. E. (2011). *Forages: The Science of Grassland Agriculture*. 7ª edición. Wiley-Blackwell.
- Barton, L., & Galloway, J. N. (2006). *Environmental effects of legumes in degraded soils*. *Soil Science Society of America Journal*, 70(3), 543-553.
- Biondi, C., & Sclavi, M. (2015). *Effect of forage legumes on the digestibility and performance of dairy cows: A review*. *Livestock Science*, 179, 35-43.
- Bouwman, A. F., et al. (2002). *Global and regional costs of controlling greenhouse gas emissions from agriculture*. *Environmental Science & Policy*, 5(5), 245-261.
- Castrejón, F., Corona, L., Rosiles, R., Martínez, P., Lorenzana, A., Arzate, L., Olivos, P., Guzmán, S., García, A., Avilés, J., Valles de la Mora, B., Castillo, E., Jarillo, J., Durán, E., Flores, G., Paredes, S., Santiago, R., Martínez, R., Hernández, H., ... Carrillo, S. (2021). Características Nutrimientales de Gramíneas, Leguminosas y algunas Arbóreas Forrajeras del Trópico Mexicano: Fracciones de Proteína (A, B1, B2, B3 y C), Carbohidratos, Digestibilidad in vitro, Elementos Minerales y Aporte de Energía (Primera edición). Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (FMVZ-UNAM).
- Castro, E., Cardona, J., Meneses, D., Morales, S., Zapata, J., Portillo, P., & Hernández, F. (2022). Características, uso y manejo de gramíneas y leguminosas en sistemas de producción bovina del trópico alto colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Primera edición). Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405514>

- Castro-Montoya, J. M., & Dickhoefer, U. (2020). The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: A systematic review. *Animal Feed Science and Technology*, 269, 114641.
- García, E. (2019). Efecto de la densidad de siembra sobre el desarrollo y la producción de semilla de *Mucuna pruriens*, cultivada en un sistema con espaldera [Tesis de pregrado]. Universidad de Costa Rica.
- García-Abarca, E., & Calderón, R. (2021). Influencia de la densidad de siembra sobre producción y desarrollo de mucuna (*mucuna pruriens* L. DC). *Agronomía Costarricense*, 45(2).  
<https://doi.org/10.15517/RAC.V45I2.47771>
- Giller, K. E. (2001). *Nitrogen Fixation in Tropical Cropping Systems*. CABI Publishing.
- Giller, K. E., et al. (2013). *The role of legumes in integrated nutrient management and sustainable agriculture*. *Field Crops Research*, 155, 1-9.
- Haynes, R. J., & Giller, K. E. (1996). *Soil Fertility and Organic Matter Management in Agroecosystems: Contributions of Legumes and their Implications for Sustainability*. *Biology and Fertility of Soils*, 23, 227-234.
- Hernández, M., López, S., Jarillo, J., Ortega, E., Pérez, S., Díaz, P., & Crosby, M. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(1), 53-69.  
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>
- Herrera, J., & Carrillo, R. (2018). *Uso de leguminosas forrajeras en sistemas silvopastoriles: efectos en la producción de leche y carne en ganado bovino*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(3), 365-378.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (s. f.). Estación Teodomira. Código: M1208. <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>
- IpiALES, O., & Cuichán, M. (2024). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (p. 16) [Boletín técnico]. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2023/Boletin\\_tecnico\\_ESPAC\\_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Boletin_tecnico_ESPAC_2023.pdf)

- Kuo, S., & Jellum, M. D. (1994). *Effect of legumes on nitrogen dynamics and water quality*. *Journal of Environmental Quality*, 23(3), 574-579.
- Lema, M. E., & Alvarado, A. (2001). *Beneficios del uso de leguminosas forrajeras en la nutrición del ganado bovino*. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 18(2), 45-54.
- León-Rodríguez, I., Lituma-Zhunio, N., & Veintimilla-Luna, G. (2022). Estudio situacional de la actividad ganadera en la parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 5(S2), 443-457. <https://doi.org/10.51247/st.v5iS2.311>
- Lok, S., Torres, V., & Sarmiento, M. (2019). Efecto de las leguminosas en la dinámica edáfica en áreas ganaderas del occidente de Cuba. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(2), 57-77. <https://www.redalyc.org/journal/837/83759628006/html/>
- López, S., Jarillo, J., Ortega, E., Pérez, S., Díaz, P., & Crosby, M. (2020). Rendimiento y calidad nutritiva del forraje en un sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* cv. Tanzania. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 4565. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4565>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. (2010). *Animal Nutrition*. 7ª edición. Pearson Education.
- Morales-Velasco, S., Vivas-Quila, N., & Terán-Gomez, V. (2016). Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1), 135-144. [http://doi.10.18684/BSAA\(14\)135-144](http://doi.10.18684/BSAA(14)135-144)
- Osorio-Giraldo, J., Calderón-Bedoya, V., López de Mesa, O., & Restrepo-Berrio, D. (2024). Importancia de la disponibilidad de alternativas forrajeras para la alimentación de ganado bovino. *Revista Politécnica*, 20(39), 18-30. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n39a2>
- Pérez, P., & Figueroa del Castillo. (2021). Evaluación de *Canavalia ensiformis* y *Vigna radiata* como abonos verdes, sobre la dinámica microbiana del suelo de la finca El Plan de Burras, en el municipio de El Espino, Boyacá, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 17(1), 27-40. <https://doi.org/10.18359/rfcb.5433>
- Ramli, N., Chen, Y., Mohd, Z., Abdullah, M., Rusl, N., & Zainol, M. (2021). Effect of soaking time and fermentation on the nutrient and antinutrients composition of *Canavalia ensiformis* (Kacang

- Koro). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 756. doi:10.1088/1755-1315/756/1/012033
- Reyes, J. (2022). DEGRADABILIDAD RUMINAL IN VITRO DE HOJAS Y TALLO DE (*Moringa oleífera*) A DIFERENTES EDADES DE CORTE. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Rivera, R., Martín, G., Simó, J., Joao, J., García, M., Tamayo, Y., Bustamante, C., González, P., Ramírez, J., Ruíz, L., Ojeada, L., & Hernández, A. (2022). Bases y beneficios del manejo conjunto de *Canavalia ensiformis* e inoculantes micorrízicos en la producción agropecuaria. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 12(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/aacc/v12n1/2304-0106-aacc-12-01-e1104.pdf>
- Serra, I., & Calderon-Orellana, A. (2020). ESPALDERA Aspectos agronómicos básicos [Ficha técnica]. Universidad de Concepción. [https://www.researchgate.net/publication/338776044\\_Espaldera\\_aspectos\\_agronomicos\\_basicos](https://www.researchgate.net/publication/338776044_Espaldera_aspectos_agronomicos_basicos)
- Soussana, J. F., et al. (2010). *Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant livestock systems through improved feeding practices*. *Global Change Biology*, 16(3), 956-979.
- Suazo, K. (2022). Efecto de la inoculación de *Rhizobium* en los cultivos de cobertura de: *Canavalia ensiformis* L., *Crotalaria juncea* L., *Dolichos lablab* L. y *Mucuna pruriens* L. [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9afc51e7-2a42-4c47-b315-2e429ca16c65/content>
- Syam, N., Hasan, N., & Rusdy, M. (2021). Dry matter production and quality of *Pennisetum purpureum* cv. Taiwan applied different fertilizer. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 788, 1-7. 10.1088/1755-1315/788/1/012162
- Velado, R. (2020). Evaluación de cuatro leguminosas como cultivos de cobertura en Zamorano, Honduras [Proyecto especial de graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25c07276-7cbf-4cb9-9702-dbc30c5cc571/content>