

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de rendimiento y calidad de forraje verde en métodos de  
asocios: Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con Girasol (*Helianthus annuus*) y con  
Crotalaria (*Crotalaria juncea*) en proporciones 5:1 y 4:2 por asocio**

Estudiante

Josué Alexander Alarcón Mendoza

Asesores

Angel Suazo, M.AE.

Celia Trejo, Ph.D.

Rony Muñoz, M.Sc.

Honduras, julio 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Decana Académica

**CELIA ODILA TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Índice de Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figuras .....	6
Índice de Anexos .....	7
Resumen .....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
Materiales y Métodos .....	13
Ubicación .....	13
Tratamientos .....	13
Diseño Experimental .....	14
Variables Evaluadas .....	14
Establecimiento del Cultivo .....	15
Análisis Estadístico .....	16
Rendimiento (Tn/ha).....	16
Recolección de Muestras de Forraje Verde .....	16
Materia Seca (MS).....	17
Extracto Etéreo (EE) .....	17
Proteína Cruda (PC) .....	17
Cenizas (CNZ) .....	17
Fibras Ácido Detergentes (FAD) .....	18
Fibras Neutro Detergentes (FND) .....	18
Fibras Crudas (FC) .....	18
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) .....	18
Energía Neta de Lactancia (ENL) .....	19
Energía Bruta (EB).....	19

	4
Resultados y Discusión.....	20
Rendimiento .....	20
Materia Seca (MS).....	21
Extracto Etéreo (EE) .....	22
Proteína Cruda (PC) .....	22
Cenizas (CNZ) .....	23
Fibras Neutro Detergentes (FND) .....	24
Fibras Ácido Detergentes (FAD) .....	25
Fibras Crudas (FC) .....	25
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) .....	26
Energía Neta de Lactancia (ENL) .....	27
Energía Bruta (EB).....	27
Conclusiones.....	29
Recomendaciones.....	30
Referencias .....	31
Anexos .....	33

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Cuadro de tratamientos, proporción de socios en hileras .....	13
Cuadro 2 Efecto del uso de socios en los rendimientos de producción en toneladas/hectáreas (Tn/ha) de cada unidad experimental. ....	20
Cuadro 3 Efecto del uso de socios en el porcentaje de Humedad (HMD) y Materia Seca (MS). .....	21
Cuadro 4 Efecto del uso de socios en el porcentaje de Extracto Etéreo (EE), Proteína Cruda (PC) y Cenizas (CNZ). ....	24
Cuadro 5 Efecto del uso de socios en el porcentaje de fibras detergentes neutras (FND), ácidas (FAD) y fibra cruda (FC).....	26
Cuadro 6 Efecto del uso de socios en el contenido de Energía libre de nitrógeno (ELN), energía neta de lactancia (ENL) en Mal/kg y Energía bruta (EB) en Kcal/kg. ....	28

## Índice de Figuras

Figura 1 Distribución en campo de los tratamientos .....	14
----------------------------------------------------------	----

### Índice de Anexos

Anexo A Toma de datos Rendimiento y Corte de forraje.....	33
Anexo B Trabajo de laboratorio .....	34

## Resumen

En este estudio se evaluó la influencia de la incorporación de socios de girasol (*Helianthus annuus*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*) en proporciones (5:1) y (4:2) para cada socio, en la producción de forraje verde de sorgo (*Sorghum bicolor*). Se analizó el rendimiento de producción de forrajes fresco (Tn/ha); y se determinó la calidad nutricional de los tratamientos establecidos a partir de un análisis proximal completo y el fraccionamiento de fibra bajo el método Van Soest. El experimento se realizó en el lote de “La Vega de Monteredondo” en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. El establecimiento del cultivo fue en los meses de febrero a mayo del 2022, la siembra se ordenó en parcelas individuales bajo el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones por cada tratamiento. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS en el cual se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), en conjunto con una prueba Duncan de separación de medias. En el rendimiento (Tn/ha) se encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ), en el socio con crotalaria (42.81 Tn/ha) en proporción (4:2) Mientras que, de forma comparativa mediante un análisis bromatológico, concluye que en socios de sorgo con crotalaria (*Crotalaria juncea*) (5-1) en proporción (5:1) mejoró los contenidos de Materia Seca (MS), Fibras Neutro Detergente (FND), Fibras Acido Detergentes (FAD), Proteína Cruda (PC), Cenizas (CNZ) y Energía Bruta (EB).

*Palabras clave:* Análisis bromatológico, crotalaria, forrajes, forraje de crotalaria, forrajes de sorgo, forraje de girasol, girasol, nutrición animal, sorgo.



### Abstract

This study evaluated the influence of the incorporation of sunflower (*Helianthus annuus*) and brown hemp (*Crotalaria juncea*) associations in proportions (5:1) and (4:2) for each association, on the production of sorghum (*Sorghum bicolor*) green forage. The yield of fresh forage production (Tn/ha) was analyzed, and the nutritional quality of the established treatments was determined from a complete proximate analysis and the determination of fibers under the Van Soest method. The experiment was carried out in the "La Vega de Monteredondo" plot at the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Crop establishment was from February to May 2022, planting was arranged in individual plots to distribute five treatments and four replications under the Randomized Complete Block design (RCB). The statistical analysis was carried out with the SAS program in which an analysis of variance (ANDEVA) was performed, together with a Duncan test for separation of means. In the yield (Tn/ha) significant differences were found ( $P \leq 0.05$ ), due to a reduction in forage production presented in Treatment 5 in association with brown hemp (42.81 Tn/ha) in proportion (4:2). While, comparatively through a bromatological analysis, it was concluded that Treatment 4 of association with crotalaria in proportion (5:1) improved Dry matter (DM), Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), Crude protein (CP), Ash (ASH), and Gross energy (GE) contents.

*Keywords:* Animal nutrition, bromatological analysis, crotalaria juncea, crotalaria juncea fodder, fodder, sorghum, sorghum fodder, sunflower, sunflower fodder.

## Introducción

En la actualidad la alta demanda de forrajes para ganado se presenta como un reto para la agricultura y la ganadería, por lo tanto, producir forrajes de alto rendimiento y buena calidad nutricional es fundamental para lograr mantener una producción eficiente y rentable. Tal como lo establecen Molina Restrepo y Moreno Osorio (2007), un programa de alimentación animal se debe enfocar en un mejoramiento continuo de la calidad de los forrajes, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros productivos y reproductivos. Las gramíneas como el sorgo o maíz, forman parte de la base alimenticia de los bovinos a nivel mundial, además el uso en conjunto con otras especies como las leguminosas en relaciones mixtas, resultan de un alto interés en la alimentación de ganado bovino debido a su alto contenido proteico. Además, González-Castillo et al. (2014) determinaron que el uso de diversas plantas forrajeras en la dieta de diferentes animales es una alternativa eficiente y rentable la cual se está utilizando en los sistemas agropecuarios.

García Rocha (2019), explica que la importancia del análisis bromatológico determina la calidad y seguridad de los alimentos y su composición nutricional, que forman parte de la dieta alimentaria. Por lo tanto, este análisis es fundamental para así conocer que tan aprovechable será para el ganado.

El análisis bromatológico permite conocer los distintos compuestos que conforman los alimentos como por ejemplo las fibras, las cuales son de suma importancia según lo declarado por Moller (2008) quien afirma que, la fibra es un factor determinante para la hidrólisis de todos los ingredientes nutricionales.

El sorgo (*Sorghum bicolor* L.), tal y como se establece en PROAIN Tecnologías Agrícolas (2020) es una gramínea originaria de África tropical, fue uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre para su propia alimentación y para la de sus animales. Esta especie permite disponer

rápida de una gran cantidad de forraje que puede rondar en una producción de entre 30 a 50 Tn/ha de forraje verde.

Dentro de su fenología, esta planta posee un sistema radicular fibroso que puede alcanzar aproximadamente 1.20 m de profundidad, es muy eficiente debido a la cantidad de raíces presentes alrededor de la corona de su base, que lo hace más resistente a sequías en comparación con el cultivo de maíz. Su tallo es compacto en forma de caña y en ocasiones esponjoso.

La cantidad de hojas que puede producir una planta de sorgo puede variar entre siete y 24 hojas. El grano de sorgo es de color blanco, amarillo o castaño hasta rojizo, los colores marrones una vez el grano se encuentra maduro, los cuales se relacionan con la cantidad de taninos que posee el grano, sustancia que provoca la disminución de su digestibilidad.

Otro punto a favor de este cultivo es su versatilidad para adaptarse a diferentes condiciones de suelos y climas el cultivo de sorgo necesita de entre 400 – 550 mm de agua/ciclo, sin embargo Vallati (2004) reporta que el cultivo tiene las capacidades de adaptarse a necesidades mínimas de 250 mm durante el ciclo del cultivo. De acuerdo a lo postulado en Infoagro (accessed 2022) el cultivo presenta una mayor exigencia de agua 30 días después de su emergencia, debido a que comienza sus procesos de floración y formación de panoja.

El sorgo se desarrolla bien en terrenos con suelos que posean un pH de entre 6.2 y 7.8, para su germinación se requiere que el suelo se encuentre a una temperatura óptima entre 18 y 20 °C, para un óptimo crecimiento la temperatura debe ser de 32 °C.

Se conoce que la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), al ser una planta perteneciente a la familia de las leguminosas, tiene un alto contenido de fibra y proteína siendo forraje de altísima calidad. Lo cual se sostiene gracias a Avendaño (2011) quien explica que el sorgo al ser un cultivo procedente de la familia de las leguminosas tiene un poder proteico muy alto, consiguiendo porcentajes de proteínas elevados (entre el 18 y 22%) siendo estos uno de sus mayores beneficios proteicos. El ser

una leguminosa, le permite tener una mejor captación de nitrógeno ambiental, el cual se fija al suelo y lo hace disponible para el resto de los cultivos con los cuales se lo asocia.

El girasol (*Helianthus annuus*), perteneciente a la familia Astareaceae, se considera una especie alternativa con la cual se puede producir forrajes, debido a los bajos requerimientos de producción que presenta, en comparación con otras especies (Escalante Estrada et al. 2008). El girasol permite obtener un forraje de buen rendimiento y calidad nutricional, tal como lo establece Bravo Quirino (2014) el girasol alcanza promedios en rendimientos de 50 Tn/ha con un 12% de proteína, superior a otros cereales. Es debido a estas evidencias que los objetivos planteados para este estudio fueron: Evaluar los rendimientos de producción de forraje de las asociaciones de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con girasol (*Helianthus annuus*) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con crotalaria (*Crotalaria juncea*) en proporciones de 5:1 y 4:2 por cada asocio, y Determinar la calidad nutricional que se obtuvo de los forrajes en las asociaciones 5:1 y 4:2 de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con girasol (*Helianthus annuus*) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.) con crotalaria (*Crotalaria juncea*).

## Materiales y Métodos

### Ubicación

El estudio se realizó en el lote de “La vega de Monteredondo” de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm y con una temperatura promedio anual de 26 °C, durante los meses de febrero a mayo del año 2022 con una precipitación promedio de 106 mm en estos meses. El forraje verde se obtuvo utilizando como base la variedad de Sorgo, los cultivos utilizados como asociados fueron crotalaria (*Crotalaria juncea*) y girasol (*Helianthus annuus*), siendo cosechados a los 96 días después de la siembra del sorgo.

### Tratamientos

Se usaron cinco tratamientos en este experimento, el tratamiento 1 fue el tratamiento control que estaba compuesto por seis hileras de sorgo, los tratamientos 2 y 3 tuvieron un asociado de girasol en proporciones 5:1 y 4:2 respectivamente, mientras que los tratamientos 4 y 5 se asociaron con crotalaria en proporciones de 5:1 y 4:2 respectivamente, tal y como se muestran en el Cuadro 1, mientras que en Cuadro 2, se muestra la distribución geográfica de los tratamientos.

### Cuadro 1

*Cuadro de tratamientos, proporción de asociados en hileras*

Tratamiento	Cultivo principal	Asocio	Relación de hileras
1	Sorgo	-	6:0
2	Sorgo	Girasol	5:1
3	Sorgo	Girasol	4:2
4	Sorgo	Crotalaria	5:1
5	Sorgo	Crotalaria	4:2

**Figura 1**

*Distribución en campo de los tratamientos*

R1=	T1	T3	T2	T5	T4
R2=	T2	T1	T5	T4	T3
R3=	T3	T4	T1	T2	T5
R4=	T4	T5	T3	T1	T2

### Diseño Experimental

El orden en que se encontraron dispuestas las unidades experimentales fue mediante parcelas distribuidas en bloques completamente al azar, se contaron con 20 unidades experimentales, en las que se contaron con cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno.

Cada parcela experimental constó de seis hileras de cinco metros, con un espacio de 0.8 m entre cada surco, teniendo una parcela de 25 m<sup>2</sup> implementando una calle de tránsito entre cada parcela de 1.5 metros, para finalmente abarcar un área superficial total de 760 m<sup>2</sup> y un área productiva de 500 m<sup>2</sup>.

### VARIABLES EVALUADAS

El proyecto se divide en dos partes, la primera parte de campo en la que se evaluó los rendimientos de los forrajes de cada tratamiento y la segunda parte en la que se realizaron una serie de análisis bromatológicos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

En la etapa de campo, se evaluó el rendimiento en producción (Tn/ha) de cada uno de los tratamientos utilizados. Mientras que en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), se realizaron una serie de análisis a las muestras de cada tratamiento para determinar materia seca (MS), cenizas (CNZ), proteína (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno

(ELN), energía bruta (EB), fibra acida detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), energía neta de lactancia (ENL).

### **Establecimiento del Cultivo**

La siembra se realizó en dos fechas distintas para lograr sincronizar el estado reproductivo óptimo para elaborar forraje de sorgo, con el de girasol y de la crotalaria. En el caso del sorgo la siembra se realizó el 10 de febrero del 2022, mientras que los asociados fueron sembrados el 20 de febrero del 2022. La densidad de plantas por metro lineal fue distinta para cada cultivo, para sorgo fueron 16 plantas/m lineal, el girasol 12 plantas/m lineal y la crotalaria en 22 plantas/m lineal. Teniendo una densidad de 128,000 plantas de sorgo, 96,000 plantas de girasol y 176,000 plantas de crotalaria por hectárea.

El manejo agronómico utilizado para el mantenimiento de los cultivos fue el mismo para todos los tratamientos, utilizando como base el manejo que se le da a un cultivo de sorgo en la Unidad de Pastos y Forrajes de Zamorano.

La fertilización del cultivo fue dividida en dos partes, la primera fertilización fue realizada al momento de la siembra, se utilizó Fastrac (27-6-12), la segunda fertilización se realizó a los 30 días después de la siembra utilizando Urea (60-0-0).

El riego se suministró utilizando un sistema de riego por goteo, se surtía dos veces por semana, en un intervalo de tiempo estimado de dos horas diarias. Este sistema de riego estuvo operativo hasta el día 30 de abril, fecha en la que se eliminó el suministro de agua mediante el riego por goteo debido al inicio de la época lluviosa en el Valle del Zamorano.

Para el control químico de plagas, fue realizado utilizando dos insecticidas, el primero a base de Spinetoram a una concentración de 7.5 g para una bomba de 25 litros, que se utilizó a los 15 y 65 días después de la siembra. Mientras que el segundo a base de Emamectina a una concentración de 15 g para una bomba de 25 litros, que se aplicó a los 40 días después de la siembra. El control de

malezas se realizó de forma mecánica, durante los primeros 40 días del establecimiento del cultivo de forma semanal.

Por lo tanto, el forraje de Sorgo, se cosechó a los 96 días después de la siembra, encontrándose en su etapa reproductiva R7 en que el grano se encuentra en estado pastoso, mientras que los cultivos de girasol y crotalaria se cosecharon en el día 86 después de la siembra, para la cosecha se utilizó una cosechadora de forraje modelo PECUS Duo G2 a un tamaño de corte de 5 mm, el forraje obtenido fue almacenado en cinco silo-bolsas, una bolsa por cada tratamiento, el cual fue conservado para continuar con el proceso de ensilaje.

### **Análisis Estadístico**

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al azar, para el análisis estadístico del rendimiento en toneladas por hectárea. Se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) mediante el cual se realizó un análisis de varianza ANOVA, en conjunto con una prueba Duncan de separación de medias. El resto de las variables, se analizaron de forma comparativa/descriptiva entre los tratamientos.

### **Rendimiento (Tn/ha)**

Se obtuvo tomando el peso en Kg mediante una balanza, se dispuso de 1 metro lineal de los cuatro surcos internos según los cultivos establecidos en cada parcela experimental, que se tomaron como base para estimar la producción total que se obtendría en 1 ha de producción.

### **Recolección de Muestras de Forraje Verde**

Las muestras fueron tomadas a partir de los cinco tratamientos y sus repeticiones, teniendo un total de cinco muestras que se transportaron al Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). En el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), se realizaron análisis para obtener materia seca (MS), cenizas (CNZ), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN), energía bruta (EB), fibra ácida detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), energía neta de lactancia (ENL).



**Materia Seca (MS)**

Se calculó tomando 3 g de muestra fresca, esta fue ingresada a un horno MPCO MODEL 630® durante 12 horas, una vez finalizado el proceso se calculó el porcentaje de materia seca, tomando en cuenta la diferencia entre el peso inicial y el peso final.

**Extracto Etéreo (EE)**

Se realizó tomando 2 g ( $\pm 0.0050$  g) de Sélite, además de 2 g ( $\pm 0.0050$  g) de muestra por tratamiento dispuestas en dedales sobre vasos de aluminio, se ingresó al equipo Soxtec 8000, utilizando hexano como reactivo se expusieron a las muestras a tres etapas: ebullición, extracción y recuperación. Finalmente se tomó el peso del vaso de aluminio con los restos de grasas que se ingresaron a un horno durante dos horas para eliminar cualquier resto líquido que no sea grasa.

**Proteína Cruda (PC)**

Se pesó 1 g ( $\pm 0.0050$  g) por cada muestra, sobre papel cartón que fue doblado y dispuesto en los tubos proteicos a los que se les añadieron dos pastillas catalizadoras Kjeltab. Se utilizó el digestor FOSS Tecator 20® y el destilador FOSS Kjelttec 8100®, que realizaron el análisis usando una solución al 40% de Hidróxido de Sodio, ácido bórico, ácido sulfúrico y agua destilada. Luego de que los procesos de digestión y destilación finalizaron, se procedió a realizar la titulación final para obtener los resultados de proteína cruda.

**Cenizas (CNZ)**

Para analizar cenizas, se utilizaron crisoles que fueron ingresados a un horno durante 12 horas, luego de esto se pesaron y se les añadió 3 g ( $\pm 0.0050$  g) de muestra, posteriormente fueron ingresados a una Mufla que opera a una temperatura de 500 °C durante cinco horas, una vez finalizado el tiempo, las muestras se ingresaron a un desecador durante dos horas para tomar el peso final de los crisoles con los restos de cenizas obtenidos.

### **Fibras Ácido Detergentes (FAD)**

Esto se realizó preparando una solución reactiva de ácido sulfúrico y bromuro de cetil trietilamonio, utilizando el Digestor ANKOM220, las muestras fueron de 0.5 g ( $\pm 0.0050$  g), que fueron dispuestas en bolsas filtro, luego de sellar e ingresar las muestras se agregó la solución y se dejó trabajar durante una hora. Finalizado el proceso las muestras fueron limpiadas con acetona y secadas en un horno durante dos horas, para finalmente realizar el pesaje final.

### **Fibras Neutro Detergentes (FND)**

Se preparó una solución de EDTA, borato de sodio, fosfato de sodio dibásico anhidro y trietilenglicol, las muestras fueron de 0.5 g ( $\pm 0.0050$  g), y fueron dispuestas en bolsas filtro, luego de sellar e ingresar las muestras al equipo Digestor ANKOM220® se agregó la solución, una vez la solución alcanzó los 70 °C se le añadieron 20 g de sulfito de sodio y 4 mL de alpha melasa. Finalizado el proceso luego de una hora, las muestras fueron sumergidas en acetona y secadas en un horno durante dos horas, para finalmente realizar el pesaje final.

### **Fibras Crudas (FC)**

Se realizó mediante dos soluciones, la primera de ácido sulfúrico y la segunda de hidróxido de sodio, las muestras fueron de 0.5 g ( $\pm 0.0050$  g), y fueron dispuestas en bolsas filtro, luego de sellar e ingresar las muestras al equipo Digestor ANKOM220® se agregó la primera solución y se dejó trabajar durante 1:20 h. Posteriormente, el equipo fue filtrado con agua y se añadió la segunda solución preparada la cual trabajo durante una hora, finalmente las muestras fueron limpiadas con acetona y secadas en un horno durante dos horas, para realizar el pesaje final.

### **Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)**

Se determinó mediante un cálculo, en el cual se suma el porcentaje de PC, EE, CNZ y FC en base húmeda a la cual se le resta a su vez el % de MS, usando la ecuación 1:

$$\% ELN = 100 - (\%PC + \%EE + \%CNZ + \%FC) \quad (1)$$

**Energía Neta de Lactancia (ENL)**

Se determinó en (Mcal/kg), utilizando la siguiente ecuación 2:

$$ENL (Mcal/kg) = (0.7936 - (0.00344 \times FAD)) * 2.2 \quad (2)$$

**Energía Bruta (EB)**

La cantidad de energía bruta se estableció mediante la multiplicación de los % de PC, EE y ELN por factores para cada uno de ellos, finalmente se suman y multiplican por 10, usando la ecuación 3:

$$EB (Kcal/kg) = (\%PC \times 4 + \%EE \times 9 + \%ELN \times 4) * 10 \quad (3)$$

## Resultados y Discusión

### Rendimiento

El análisis estadístico demostró que el tratamiento 5 en asocio de crotalaria 4:2, fue el único que mostro diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en cuanto al rendimiento, esto debido a la cantidad de plantas de crotalaria presentes, que poseen un menor peso y tamaño en comparación con el sorgo y girasol, esto refuerza el hecho de que no hayan existido diferencias significativas en el resto de los tratamientos a diferencia, que no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) en sus valores reportados, ya que el girasol a diferencia de la crotalaria tiene una estructura morfológica muy distinta, siendo una plantade mucho mayor altura y peso (Cuadro 3).

### Cuadro 2

*Efecto del uso de socios en los rendimientos de producción en toneladas/hectáreas (Tn/ha) de cada unidad experimental.*

TRT	Relación (Sorgo : Asocio)	Aporte (Tn/ha) (Sorgo : Asocio)	Rendimiento (Tn/ha)
T1 - Control	6 : 0	50.94 : 0.00	50.94 ± 4.39 <sup>a</sup>
T2 (S-G)	5 : 1	48.42 : 6.88	55.31 ± 1.82 <sup>a</sup>
T3 (S-G)	4 : 2	42.13 : 14.74	56.88 ± 10.36 <sup>a</sup>
T4 (S-C)	5 : 1	41.31 : 11.81	53.13 ± 7.18 <sup>ab</sup>
T5 (S-C)	4 : 2	25.69 : 17.11	42.81 ± 2.46 <sup>b</sup>

*Nota:* T1: Tratamiento Control; T2 (S-G): Sorgo-Girasol (5:1); T3 (S-G): Sorgo-Girasol (4-2); T4 (S-C): Sorgo-Crotalaria (5:1); T5 (S-C): Sorgo-Crotalaria (4:2).

Los resultados de los tratamientos 2 y 3 en asocio con girasol, muestran que los valores de rendimiento aumentan ligeramente en comparación a lo reportado Arana Arias (2022), quien determinó que el rendimiento en materia fresca del girasol en monocultivo es de 53.82 Tn/ha.

Estos resultados se asemejan a reportado por Zavala et al. (2011), quienes, al momento de analizar el rendimiento de materia seca, no presentó un efecto significativo a la hora de asociar maíz con leguminosas anuales, entre ellas la crotalaria.

De la misma forma, según lo reportado por Clemente Romero (2014), tampoco encontró diferencias ( $P > 0.05$ ), al establecer policultivos entre sorgo y crotalaria a diferentes tratamientos de policultivos establecidos.

### Materia Seca (MS)

Los resultados obtenidos muestran que los asociados para producción de forrajes de sorgo con crotalaria, promovió un aumento en la cantidad de materia seca de forraje en comparación con el tratamiento control. Sin embargo, los tratamientos en los que se utilizó un asocio de girasol mostraron los porcentajes más bajos de materia seca, los cuales disminuyeron a medida que aumentó la proporción de girasol presente esto se puede relacionar con el hecho de que el girasol tiene la capacidad de formar aceites lo cual incidirá en la cantidad de humedad presente en la planta (Cuadro 4).

### Cuadro 3

*Efecto del uso de asociados en el porcentaje de Humedad (HMD) y Materia Seca (MS).*

Variables	T1 Control 6:0	T2 (Girasol) 5:1	T3 (Girasol) 4:2	T4 (Crotalaria) 5:1	T5 (Crotalaria) 4:2
% HMD	73.10 ± 0.045	75.98 ± 0.009	77.72 ± 0.01	72.04 ± 0.04	73.29 ± 0.008
CV	6.19	1.12	1.73	0.49	1.12
% MS	26.9 ± 0.045	24.03 ± 0.009	22.29 ± 0.01	27.96 ± 0.04	26.72 ± 0.008
CV	16.82	3.56	6.06	1.26	3.09

*Nota:* HMD: Humedad; MS; Materia seca; CV: Coeficiente de Variación.

Los resultados obtenidos de materia seca en los asociados de crotalaria, concuerdan con lo realizado por Haro Mora y Vizcaino Yopez (2021), que obtuvieron valores de materia seca del 19.69% y 83.31% de humedad en forraje de crotalaria, a los 90 días después de la siembra mediante un análisis bromatológico para establecer diferencias entre dos leguminosas y su influencia agronómica.

El aumento de humedad en los asociados de girasol, concuerda con los datos obtenidos por Arana Arias (2022), quien realizó análisis bromatológicos de hojas y el tallo en materia fresca del girasol a los 66 días después de la siembra, obteniendo resultados de 86.62% y 90.15%

respectivamente. Demostrando que el aumento en las proporciones girasol, influyó en la disminución de materia seca presentada por los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 4).

### **Extracto Etéreo (EE)**

Dentro de los porcentajes de extracto etéreo, el valor más alto fue a partir del tratamiento control, por lo tanto, los socios no tuvieron efecto en el aumento de la cantidad de grasas de los forrajes. En el caso del girasol, se presentaron los valores más altos en comparación a los tratamientos que se utilizó crotalaria, en los cuales los valores disminuyeron considerablemente, este aumento en el contenido de grasas por parte de los tratamientos 2 y 3, estaría relacionado con el hecho de que el girasol (Cuadro 5).

Los resultados de EE en los socios de girasol, de los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 5), concuerdan con lo establecido por Moreno López (2014), quien determinó la calidad nutricional de varias especies y en el caso del girasol, obtuvo resultados de 3.8% de extracto etéreo. En el caso de la crotalaria los resultados de EE obtenidos para los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 5), son inferiores a lo investigado por Roja Guerra (2015), quien realizó un análisis bromatológico de socios entre caña y crotalaria determinando un 2.81% de EE. Este dato se sostiene considerando que Haro Mora y Vizcaino Yopez (2021), determinaron que a los 90 días de edad del cultivo existe un 3.99% de EE.

### **Proteína Cruda (PC)**

El uso de socios al sorgo mejoró en todos los tratamientos el porcentaje de proteína cruda presente en el forraje, demostrando que la crotalaria en el tratamiento 5, aportó una mayor cantidad de proteína, esto debido a que al ser una leguminosa posee altos niveles de nitrógenos los cuales influyen en la cantidad de proteína presente en el socio realizado con la crotalaria, en comparación con los socios de girasol tratamientos 2 y 3, en los cuales mejoró la cantidad de PC, pero en un menor porcentaje debido a que el girasol no posee esta capacidad para aprovechar el nitrógeno atmosférico disponible a su favor (Cuadro 5).

El porcentaje de PC en los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 5) de asocio con crotalaria, concuerdan con los resultados obtenidos por Velasco-Yaselga (2019), que evaluó la calidad nutricional de forraje de crotalaria, millo perla y el asocio de ambas, presentando resultados de 8.2% de PC tanto para la crotalaria de forma individual como en su asocio. Este dato se sostiene gracias a lo establecido por Topçu y Özkan (2021) quienes obtuvieron un resultado de 100.2 g/kg en base seca, lo cual da como resultado un 10.2% de proteína cruda en asociados de 80% maíz y 20% de crotalaria.

Los resultados de los asociados con girasol en los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 5), no concuerdan con los datos de Karadogan y Akgün (2009), quienes evaluaron la calidad de ensilaje de girasol y determinaron un 21% de proteína cruda en su ensilaje. A diferencia de Aragadvay-Yungán et al. (2015), quienes determinaron mediante un análisis bromatológicos a ensilajes en distintas proporciones de asocio entre maíz y girasol, obteniendo 6.4% de PC en una relación (3:1) de maíz y girasol, respectivamente.

### **Cenizas (CNZ)**

Los resultados demuestran que el uso de asociados, aumentaron considerablemente la cantidad de cenizas a comparación con el tratamiento control, que presentó los valores más bajos. Los asociados de girasol en los tratamientos 2 y 3, mostraron los valores más altos en porcentaje de cenizas, esto debido a que en el girasol se concentra una mayor cantidad de minerales, mientras que los asociados de crotalaria en los tratamientos 4 y 5, también aumentaron el porcentaje de cenizas en sus asociados el incremento fue menor, debido a que la presencia de mayor a la del sorgo (Cuadro 5).

Los datos obtenidos a partir de girasol en los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 5), concuerdan con los resultados de Moreno López (2014), quien realizó análisis bromatológicos a varias especies forrajeras, dentro de los cuales en el girasol se encontró un 12.11% de cenizas, valor que resulta superior al obtenido, pero justifica el aumento en comparación a los asociados en los que se utilizó crotalaria.

Sin embargo, los resultados de cenizas para crotalaria en los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 5), no son tan altos en comparación a los obtenidos por Pardo Aguilar (2019), quien determino la calidad nutricional de varias especies de crotalaria las cuales contenían un 6.05% de cenizas, dato que ayuda a sostener los resultados de cenizas obtenidos en los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 5).

#### Cuadro 4

*Efecto del uso de socios en el porcentaje de Extracto Etéreo (EE), Proteína Cruda (PC) y Cenizas (CNZ).*

Variables	T1	T2	T3	T4	T5
	Control 6:0	(Girasol) 5:1	(Girasol) 4:2	(Crotalaria) 5:1	(Crotalaria) 4:2
% EE	2.19 ± 0.01	1.64 ± 0.05	2.09 ± 0.12	1.23 ± 0.01	1.24 ± 0.06
CV	0.67	2.79	5.55	0.91	4.62
% PC	6.57 ± 0.06	6.43 ± 0.00	7.58 ± 0.25	7.45 ± 0.31	8.59 ± 0.44
CV	0.97	0.00	3.36	4.18	5.10
% CNZ	6.52 ± 0.10	9.15 ± 0.10	11.37 ± 0.05	7.27 ± 0.04	7.47 ± 0.04
CV	1.61	1.09	0.46	0.50	0.50

*Nota:* EE: Extracto etéreo; PC: Proteína cruda; CNZ: Cenizas; CV: Coeficiente de Variación.

#### Fibras Neutro Detergentes (FND)

La inclusión de socios en la producción de forraje ayudo a mejorar los resultados, estos resultados demostraron que el socio de crotalaria en el tratamiento 5, fue el más efectivo a la hora de disminuir el porcentaje de Fibras neutro detergentes (FND), seguido por el tratamiento 4, mientras que en los socios de girasol en los tratamientos 2 y 3, también se redujo este porcentaje, pero en menor medida el porcentaje de fibras neutras, mostrando que las proporciones de socios tuvieron una influencia en el porcentaje de fibras neutro detergentes en cada socio (Cuadro 6).

Los resultados de los tratamientos de girasol concuerdan con lo establecido por Aragadvay-Yungán et al. (2015), quienes reportaron que en relaciones de socio maíz-girasol (3 a 1), el resultado de FND fue de un 55.2%. De igual forma, los socios de crotalaria en los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 6). Mostraron resultados que se sostienen según lo realizado por Topçu y Özkan (2021), quienes determinaron la calidad nutricional de socios entre crotalaria y maíz a una relación (20%: 80%), obteniendo un 52.97% de FND.



### **Fibras Ácido Detergentes (FAD)**

Los socios utilizados permitieron mejorar la calidad de fibras ácidas presentes en los forrajes, determinando a la crotalaria en el tratamiento 5, como el tratamiento más efectivo disminuyendo estas fibras hasta un 38.42%. Sin embargo, el análisis de girasol en el tratamiento 3, presentó resultados similares en los cuales alcanzaron un 38.56%, permitiendo concluir que ambos socios sirven de forma similar a mejorar la calidad de fibras ácido detergentes, demostrando que el porcentaje de inclusión de socios influye en un mayor o menor en el porcentaje de fibras ácidas presentes en el ensilaje (Cuadro 6).

Los datos obtenidos en los socios de crotalaria de los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 6), se relacionan con lo establecido por Clemente Romero (2014), quien realizó una evaluación agronómica de sorgo en asocio con crotalaria para consumo animal, en el cual el porcentaje de FAD fue de un 40%.

De igual forma, los socios de girasol en los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 6), mostraron resultados menores en comparación al control, los cuales si comparamos a lo establecido por Aragadvay-Yungán et al. (2015), nos demuestra que existe una influencia en las relaciones de asocio con el porcentaje de FAD ya que, en el caso de socios de maíz con girasol mediante una relación (80%: 20%) el porcentaje de FAD disminuye de un 24.4% en su tratamiento de solo maíz a un 23.5% en la relación de asocio antes mencionada.

### **Fibras Crudas (FC)**

La implementación de socios al cultivo de sorgo aumentó el porcentaje de fibra cruda, dando como resultado un aumento en los resultados a medida que incrementa la proporción de asocio utilizado, dejando al tratamiento 3 con el mayor porcentaje de FC encontrado (Cuadro 6).

Los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 6), en los cuales se usó un asocio con girasol, demostraron un contenido de 25.14% y 28.10% de FC respectivamente, datos que se pueden sostener debido a lo aclarado por Escalante Estrada et al. (2008), quien evaluó el efecto de la densidad de población sobre

el rendimiento del girasol y mediante un análisis bromatológico determinó un promedio de 29.3% de FC presente en el girasol.

En el caso de la crotalaria en los tratamientos 4 y 5 (Cuadro 6), la proporción del asocio influencio en un aumento en la FC, esto se sostiene considerando lo publicado por Haro Mora y Vizcaino Yopez (2021), quienes realizaron análisis bromatológicos a cultivos de Kudzú y crotalaria en edades de 30, 60 y 90 días, determinando que a los 90 días la crotalaria presenta un 14.02% de FC.

### Cuadro 5

*Efecto del uso de socios en el porcentaje de fibras detergentes neutras (FND), ácidas (FAD) y fibra cruda (FC).*

Variabes	T1 Control 6:0	T2 (Girasol) 5:1	T3 (Girasol) 4:2	T4 (Crotalaria) 5:1	T5 (Crotalaria) 4:2
% FND	55.41 ± 2.97	54.51 ± 2.90	53.01 ± 0.55	50.03 ± 4.96	51.24 ± 1.50
CV FND	5.36	5.32	1.03	9.92	2.92
% FAD	39.62 ± 2.11	39.61 ± 0.001	38.56 ± 2.28	41.37 ± 0.19	38.42 ± 0.69
CV FAD	5.34	0.01	5.90	0.45	1.80
% FC	24.17 ± 0.56	25.14 ± 0.74	28.10 ± 1.08	26.61 ± 5.62	27.86 ± 1.25
CV FC	2.33	2.96	3.83	21.12	4.49

*Nota:* FND: Fibras Neutro Detergentes; FAD: Fibras Ácido Detergentes; FC: Fibra Cruda; CV FND: Coeficiente de variación Fibras Neutro Detergentes; CV FAD: Coeficiente de variación Fibras Ácido Detergente; CV FC: Coeficiente de variación Fibra Cruda.

### Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Los resultados demuestran que los tratamientos en los que se utilizaron socios de girasol y crotalaria, presentaron una reducción de ELN de los forrajes. El tratamiento control presento un mayor porcentaje de ELN con un 60.55%, estos resultados reflejan que la inclusión de socios de girasol y crotalaria disminuyen las porciones de azucares y almidones (Cuadro 7).

Los resultados de los tratamientos 4 y 5, que utilizaron socios de crotalaria en relaciones (5:1) y (4:2) (Cuadro 7), estos resultados son mayores a los presentados por Haro Mora y Vizcaino Yopez (2021), que evaluaron la calidad nutricional de forraje fresco del cultivo Kudzú y crotalaria, determinando un ELN del 49,79%. Mientras que en los resultados presentados en los socios de girasol tratamientos 2 y 3 en relaciones (5:1) y (4:2) (Cuadro 7), concuerdan con los datos obtenidos por Arana

Arias (2022), que en su análisis bromatológico de girasol de hojas y tallos mostraron un 49.15% y 50.34% de ELN respectivamente, los cuales, son menores a diferencia de los resultados presentados de los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 7), no toman en cuenta el asocio de sorgo utilizado en este análisis.

### **Energía Neta de Lactancia (ENL)**

La implementación de socios, en el caso del tratamiento 5 de crotalaria, mejoró de forma mínima la porción de ENL la cual aumento de 1.45 Mcal/kg en el tratamiento control, hasta un 1.46 Mcal/kg en el tratamiento 5 que tiene asocio de crotalaria con una relación (4:2), mostrando que la crotalaria posee un mayor aporte para la producción de leche por su alta digestibilidad. Mientras que en el resto de los tratamientos 2, 3 y 4 no se obtuvo ninguna diferencia en cuanto a los resultados del tratamiento control (Cuadro 7).

Los resultados presentados en los tratamientos 2 y 3, de asocio con girasol en relación (5:1) y (4:2) (Cuadro 7), concuerdan con los resultados obtenidos por Salcedo et al. (2018), quienes evaluaron el efecto de la inclusión de porcentaje de ensilado de girasol en la dieta de vacas lecheras, y determinaron que en socios de ensilaje de maíz al 67% y girasol al 33%, los resultados de ENL fueron de 1.31 Mcal/kg, dato el cual iba disminuyendo a medida que la proporción de girasol en el ensilaje con maíz. Los resultados de los tratamientos 4 y 5 de socios con crotalaria (Cuadro 7), se sostienen gracias a lo establecido por Zavala et al. (2011), quienes evaluaron el valor proteico de ensilaje de maíz con dos leguminosas anuales y en los tratamientos de crotalaria presentaron un total de 1.43 Mcal/kg de ENL.

### **Energía Bruta (EB)**

Los resultados de EB encontrados presentan una disminución en los tratamientos de socios, a comparación del tratamiento control, en el que se obtuvo 28882.08 Kcal/kg, mientras que en los socios de girasol y crotalaria de los tratamientos 2 y 4 de relación (5:1), obtuvieron resultados menores de 2710.38 y 2706.34 Kcal/kg de EB respectivamente, esta disminución se debe a que, al utilizar socios, la porción energética brindada por el sorgo en el forraje se disminuye (Cuadro 7).

Los resultados de EB en asociados de girasol de los tratamientos 2 y 3 (Cuadro 7), difieren con lo presentado por Arana Arias (2022), quien realizó análisis bromatológico al tallo y hojas de girasol y obtuvo resultados de EB de 3.32 y 3.09 Mcal/kg respectivamente. Los tratamientos 4 y 5 de asociados con crotalaria en relaciones (5:1) y (4:2) (Cuadro 7), mostraron ser inferiores en EB a lo obtenido por Haro Mora y Vizcaino Yopez (2021), que evaluaron la calidad bromatológica de dos cultivos de leguminosas en distintas edades, que a los 90 días después de la siembra la EB la crotalaria mostro valores de 2959.2 Kcal/kg, dato mayor al que se obtuvo en los asociados evaluados del presente estudio.

### Cuadro 6

*Efecto del uso de asociados en el contenido de Energía libre de nitrógeno (ELN), energía neta de lactancia (ENL) en Mal/kg y Energía bruta (EB) en Kcal/kg.*

Variables	T1 Control 6:0	T2 (Girasol) 5:1	T3 (Girasol) 4:2	T4 (Crotalaria) 5:1	T5 (Crotalaria) 4:2
% ELN	60.55 ± 0.59	57.64 ± 0.60	50.86 ± 0.99	57.45 ± 5.96	54.85 ± 1.59
CV ELN	0.97	1.04	1.94	10.37	2.91
ENL (Mcal/kg)	1.45 ± 0.02	1.45 ± 0.00	1.45 ± 0.02	1.43 ± 0.001	1.46 ± 0.01
CV ENL	1.11	0.00	1.18	0.10	0.36
EB (kcal/kg)	2882.08 ± 27.43	2710.38 ± 28.06	2525.56 ± 39.31	2706.34 ± 226.61	2649.05 ± 51.39
CV EB	0.95	1.04	1.56	8.38	1.94

*Nota:* ELN: Extracto libre de nitrógeno; ENL: Energía Neta de Lactancia; EB: Energía Bruta; CV ELN: Coeficiente de variación Extracto Libre de nitrógeno; CV ENL: Coeficiente de variación Energía Neta de Lactancia; CV EB: Coeficiente de variación Energía Bruta.

### **Conclusiones**

Los mejores valores de rendimiento de forraje verde en toneladas/hectárea, se presentaron en los de socios de girasol, en los que se mejoró la productividad sin mostrar un incremento significativo en comparación con el tratamiento control de sorgo.

El uso de socios de girasol y crotalaria, ayudaron a mejorar el contenido y calidad nutricional de los forrajes en comparación con el tratamiento control, mostrando que los socios con crotalaria fueron más efectivos al mejorar el contenido nutricional en comparación con el resto de los tratamientos en socios.

### **Recomendaciones**

Repetir el experimento aumentando el número de repeticiones y tratamientos utilizados, evaluando nuevas variables las cuales ayuden a determinar el desempeño de los cultivos usados para producción de forraje.

Aumentar la cantidad de muestras tomadas para realizar un análisis bromatológico y de fibras detergentes en laboratorio más representativo de las relaciones de socios de forrajes evaluadas.

Repetir el experimento realizando un análisis bromatológico del forraje fresco y del ensilaje de los diferentes socios, para determinar la calidad de la fermentación.

## Referencias

- Aragadvay-Yungán RG, Rayas Amor AA, Heredia-Nava D, Estrada-Flores JG, Martínez-Castañeda FE, Arriaga-Jordán CM. 2015. Evaluación *in vitro* del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. Revista mexicana de ciencias pecuarias; [consultado el 4 de jul. de 2022]. 6(3):315–327. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242015000300006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242015000300006&script=sci_abstract&tlng=pt).
- Arana Arias CE. 2022. Evaluación del girasol forrajero (*helianthus annuus* l.) en dos sistemas productivos, Quiroga, Cotacachi [Tesis de pregrado]. Quiroga, Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12429>.
- Avendaño N. 2011. Revisión taxonómica del género *Crotalaria* L. (Faboideae-Crotalarieae) en Venezuela. Acta Botánica Venezuelica; [consultado el 4 de jul. de 2022]. 34(1):13–78. <https://www.jstor.org/stable/44512560>.
- Bravo Quirino F. 2014. Guía para el aprovechamiento del girasol para forraje. 1ª ed. México: Gobierno del Estado de México Secretaría de Desarrollo Agropecuario Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/GIRASOL.pdf>.
- Clemente Romero DE. 2014. Evaluación agronómica de la asociación *Sorghum bicolor* (L.) (Moench.) - *Crotalaria juncea* (L.) para alimentación animal [Tesis]. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/689>.
- Escalante Estrada LE, Escalante Estrada YI, Linzaga-Elizalde C. 2008. Densidad de siembra del girasol forrajero. Revista de ciencias agrícolas; [consultado el 4 de jul. de 2022]. 32(2):177–182. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2931104>.
- García Rocha N. 2019. Análisis bromatológico [Tesis]. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://ddigital.umss.edu.bo/jspui/handle/123456789/13143>.
- González-Castillo JC, Hahn von-Hessberg CM, Narváez-Solarte W. 2014. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural; [consultado el 4 de jul. de 2022]. 18(2):45–58. [https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletin\\_cientifico/article/view/4113/3799](https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletin_cientifico/article/view/4113/3799).
- Haro Mora KD, Vizcaino Yopez AE. 2021. Respuesta agronómica del cultivo de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y *crotalaria* (*Crotalaria juncea*) en el Cantón La Maná recinto Selva Alegre. [Proyecto de grado]. La Mana, Los Rios, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7727>.
- Infoagro. [consultado el 4 de jul. de 2022]. El cultivo del sorgo: Requerimiento Edafológico. infoagro.com: Infoagro. <https://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.htm>.

- Karadogan T, Akgün İ. 2009. Effect of leaf removal on sunflower yield and yield components and some quality characters. *Helia*. 32(50):123–133. doi:10.2298/hel0950123k.
- Molina Restrepo D, Moreno Osorio F. 2007. Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta: manual técnico: Alimentación Agrícola. 1ª ed. Antioquia, Colombia: FAO; [consultado el 4 de jul. de 2022]. [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13487/44223\\_56472.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13487/44223_56472.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Moller J. 2008. Animal feeding stuff - Method of sampling and analysis: Global Standard for the Determination of Acid Detergent Fibre (ADF) and Lignin. [sin lugar]: International Organization for Standardization; [actualizado 07/2008; consultado el 4 de jul. de 2022]. [https://www.fossanalytics.com/-/media/files/documents/papers/Laboratories%20Segment/global%20standard%20adf\\_lignin%20\(1\)](https://www.fossanalytics.com/-/media/files/documents/papers/Laboratories%20Segment/global%20standard%20adf_lignin%20(1)).
- Moreno López LA. 2014. Valoración nutritiva de cinco especies forrajeras nativas en la amazonía ecuatoriana [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/3772>.
- Pardo Aguilar N. 2019. Capacidad de rebrote, producción de área foliar y calidad nutritiva de dos especies del género *Crotalaria*. [Tesis de maestría]. Tabasco, Mexico: Institución de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://colposdigital.colpos.mx/xmlui/handle/10521/4229>.
- PROAIN Tecnologías Agrícolas. 2020. Tecnologías en la producción de sorgo forrajero. [sin lugar]: PROAIN Tecnología Agrícola; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/tecnologias-en-la-produccion-de-sorgo-forrajero>.
- Roja Guerra A. 2015. Evaluación productiva de carneros pelibuey alimentados con ensilaje mixto de forraje de caña- *crotalaria* [Tesis]. Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <http://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/2020>.
- Salcedo G, Villar A, Caloto F, Pérez R. 2018. Efectos del porcentaje de ensilado de girasol incluido en la dieta de vacas lecheras sobre la producción y perfil de ácidos grasos de la leche. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <https://cutt.ly/wLEWM49>.
- Topçu GD, Özkan ŞS. 2021. Quality properties of sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) and maize (*Zea mays* L.) silages. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 9(3):315–320. doi:10.17138/TGFT(9)315-320.
- Vallati A. 2004. Sorgo granífero. un cultivo versátil y seguro.: Descripción del cultivo. Estación Experimental, Agropecuaria Bordenave, Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; [consultado el 4 de jul. de 2022]. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/maiz\\_sorgo/12-descripcion\\_sorgo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/12-descripcion_sorgo.pdf).
- Velasco-Yaselga MC. 2019. Rendimiento y valor nutricional de especies forrajeras en sistemas de almacenamiento [Tesis]. Mayaguez, Puerto Rico: University of Puerto Rico, Mayaguez Campus; [consultado el 4 de jul. de 2022]. <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/2426>.
- Zavala D, Valencia Elide, Randel PF, Ramos-Santana R. 2011. Producción de ensilaje de maíz blanco (*Zea mays* L.) de alto valor proteico con y sin mazorca asociado con dos leguminosas anuales, *lablab* (*Lablab purpureus* L.) y *crotalaria* (*Crotalaria juncea* L.). *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*; [consultado el 4 de jul. de 2022]. 95(3-4):151–167. <https://core.ac.uk/download/pdf/268236055.pdf>.



## Anexos

### Anexo A

#### *Toma de datos Rendimiento y Corte de forraje*



**Anexo B**

*Trabajo de laboratorio*

