

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACION**



Análisis de los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria de la Finca Agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura.

PROYECTO DE TESIS

presentada como requisito parcial para obtener el título de
INGENIERO EN GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

POR:

Oscar Eduardo Godoy Benavides

CATACAMAS, OLANCHO

Noviembre de 2023

Análisis de los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria de la Finca Agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura.

POR:

Oscar Eduardo Godoy Benavides

M.S.C. JOSUÉ DAVID MATUTE AGUILAR

Director de Tesis

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de
INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES

CATACAMAS, OLANCHO

Noviembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe de Tesis certificamos que:

El estudiante **Oscar Eduardo Godoy Benavides** del IV Año de ingeniería en gestión integral de los recursos naturales presentó su informe intitulado:

“ANÁLISIS DE LOS APORTES DE SISTEMAS SILVOPASTORILES A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA FINCA AGROECOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA”

El cual, a criterio de los evaluadores, _____ el presente Informe Final de Tesis como requisito previo para optar al título de Ingeniero en gestión integral de los recursos naturales.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diecisiete días del mes de noviembre de dos mil veintitrés.

M.s.c. Josué David matute Aguilar

Director de Tesis

M.s.c. Javier Reyes Luna

Jurado de Tesis

PhD. Wendy Leonela Castellanos
Jurado de Tesis

DEDICATORIA

ADIOS

Por su infinita sabiduría y amor, que me han guiado y sostenido en este camino, quien me ha dado fortaleza y guía en cada paso de mi vida académica.

A MIS PADRES

Por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios para brindarme la oportunidad de obtener esta educación.

A MI NOVIA

Quien ha sido mi mayor motivación y fuente de inspiración, gracias por tu paciencia y comprensión durante este arduo camino.

A MIS HERMANOS

Por su amor, su amistad, su apoyo y sus consejos durante esta etapa .

A MIS AMIGOS

Aquellos que han estado a mi lado en cada etapa de mi vida universitaria, gracias por los momentos de diversión y por ser mi red de apoyo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por darme la vida, fortaleza, sabiduría y la capacidad de enfrentar las dificultades que se han presentado durante este proceso de formación.

A MIS PADRES

No encuentro palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo lo que han hecho por mí. Por su dedicación, amor y sacrificio han sido fundamentales en mi educación y desarrollo como persona. Gracias por creer en mí, por alentarme y por apoyarme incondicionalmente en cada desafío.

A MI NOVIA

Tu amor y apoyo han sido un faro de luz en mi vida. Gracias por estar a mi lado, por comprender mis largas horas de estudio y por ser mi motivación constante. Tu amor incondicional me ha dado la fuerza y la confianza para superar cualquier obstáculo.

A MIS HERMANOS

Gracias por ser mis cómplices, mis confidentes y mis mejores amigos.

A LA UNAG

Quiero extender mi agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de Guatemala por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos y desarrollarme académicamente. Gracias por ofrecerme una educación de calidad y por formar parte de mi crecimiento personal y profesional

A MIS AMIGOS

Gracias por estar siempre ahí, celebrando mis logros y animándome en los momentos de duda. Vuestra amistad ha sido un regalo precioso que valoro profundamente.

A MIS ASESORES

Quiero expresar mi gratitud a todos mis asesores por su orientación, conocimientos y apoyo durante el proceso de elaboración de esta tesis. Sus enseñanzas y consejos han sido invaluable para mi desarrollo académico y profesional. Gracias por su paciencia, dedicación y compromiso con mi éxito.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Sistemas silvopastoriles.....	4
3.1.1. Generalidades de los sistemas silvopastoriles.....	4
3.1.2. Beneficios de los SSP.....	5
3.1.3. Tipos de sistemas silvopastoriles	5
3.1.4. Producción de biomasa de los SSP	6
3.2. Especies forrajeras con alto aporte nutricional.....	7
3.2.1. Forraje Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	7
□ Días de corte y producción de biomasa de la caña del botón de oro.....	8
3.2.2. CUBA OM 22 (<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum glaucum</i>).....	8
□ Días de corte de la caña del CUBA OM 22.....	9
□ Días de corte de la caña de azúcar	10
□ Producción de biomasa por ton/ha de la Caña de Azúcar	10
3.2. Especies menores.....	11
3.2.1. Ventajas de las especies menores.....	11
3.2.2. Semi-estabulado para el ganado.....	12
3.3. Utilización de los desechos producidos por origen animal y vegetal.....	12
3.3.1. Técnicas para el tratamiento de los desechos del ganado	12
3.4. Lombricompost.....	13
3.4.1. Funcionamiento.....	13
3.4.2. Ventajas.....	14
3.4.3. Diseño para lombricompostas	15

3.4.4.	Ejemplo de aporte nutricional de la lombricompost con desechos producidos por ganado	15
3.5.	Seguridad Alimentaria	16
3.5.1.	Importancia de la seguridad alimentaria	16
3.5.2.	Seguridad alimentaria y económica para los pequeños núcleos	17
IV.	MATERIALES Y METODOS	18
4.1.	Descripción del lugar donde se desarrollará la práctica	18
4.2.	Materiales:	19
4.3.	Diseño experimental	19
4.4.	Desarrollo de las actividades en la parcela de sistema silvopastoril	19
4.4.1.	Limpieza de área y levantamiento de camas	19
4.4.2.	Siembra de Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)	20
4.4.3.	Siembra de Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	21
4.4.5.	Incorporación de cobertura vegetal en las parcelas de sistema silvopastoril	22
4.4.6.	Aplicación de Lixiviado en los forrajes	23
4.4.7.	Análisis de biomasa fresca, materia seca y el % humedad de cada forraje	23
4.5.	Análisis bromatológicos del botón de oro	25
4.6.	Actividades desarrolladas en el Sistema semi-estabulado de los ovinos y caprinos	26
4.6.1.	Área del sistema semi-estabulado ubicado en la Finca Agroecológica	26
4.6.2.	Limpieza del sistema ganadero para la toma de datos	26
4.6.3.	Peso Inicial de los Ovinos y Caprinos	27
4.6.4.	Mantenimiento de las áreas del sistema	27
4.6.5.	Entrada de comida para el ganado	28
4.6.6.	Salida de desechos orgánicos producidos por el ganado	28
4.6.7.	Peso final del ganado	29
4.7.1.	Limpieza de área	30
4.7.2.	Diseño de estructura de la lombricompost	30
4.7.3.	Incorporación de los desechos orgánicos producidos el ganado en las pilas de lombricompost	31
4.7.4.	Riego y regulación de la humedad en la lombricomposta	32
4.7.5.	La extracción del lixiviado de lombricomposta	32
4.7.6.	Extracción de muestras de materia orgánica y lixiviado par análisis de los nutrientes realizados en el laboratorio de suelos de Zamorano.	33
V.	DISCUSIÓN Y RESULTADOS	34

5.1.	Importancia de los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria. ..	34
5.3.	Análisis parámetros de bromatología Botón de Oro	35
5.4.	Registro inicial y final de peso del ganado	37
5.5.	Entrada de alimento y salida de desechos orgánicos del sistema ganadero	39
5.6.	Macro y micronutrientes de lixiviado y materia orgánica de lombricompost.....	40
VI. 6.	Conclusiones	42
VII. 7.	Recomendaciones	43
VIII. 8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	44
IX. 9.	ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 4. Pesaje de los Ovinos y Caprinos	27
Tabla 8. Estimación producción Biomasa fresca, Materia seca y % húmeda de los forrajes .	35
Tabla 9. . Análisis de laboratorio de bromatología Botón de Oro.....	36
Tabla 13. Análisis de laboratorio de los parámetros medidos.....	40

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Tabla de aporte nutricional obtenidos en una lombricompost con estiércol de especie menores por Olivares et al. (2012)	16
Figura 2. Ubicación de la Finca Agroecológica de la universidad Nacional de Agricultura..	18
Figura 3. Control de malezas y levantamiento de camas.	20
Figura 4. Siembra de botón de oro por estaca.	20
Figura 5. Siembra de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	21
Figura 6. Siembra del Cuba 22 (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	22
Figura 7. Incorporación de cobertura vegetal en las parcelas de sistema silvopastoril.....	22
Figura 8. Aplicación de Lixiviado en los diferentes forrajes.	23
Figura 9. Recolección de muestras de cada forraje.	24
Figura 10. Peso de biomasa fresca de los forrajes.	24
Figura 11. Análisis de Materia seca y % de humedad.	25
Figura 12. Recolección de muestras para análisis bromatológicos del botón de oro	25
Figura 13. Área del sistema semi-estabulado de los ovinos y caprinos.	26
Figura 14. Limpieza del sistema ganadero para el inicio de la toma de datos.	27
Figura 15. Mantenimiento de las áreas del sistema.....	28
Figura 16. Alimentación del ganado en la finca agroecológica.	28
Figura 17. Salida y pesaje de desechos orgánicos producidos por el ganado.	29
Figura 18. Limpieza del área para la construcción de la lombricultura.	30
Figura 19. Construcción de la estructura.....	31
Figura 20. Finalización de la construcción	31
Figura 21. Incorporación de los desechos orgánicos en las pilas de lombricompost.....	31
Figura 22. Riego y regulación de la humedad en la lombricompost.....	32
Figura 23. Extracción del lixiviado o humus liquido de la lombricultura.	32
Figura 24. Extracción de muestras de materia orgánica y lixiviado par análisis de laboratorio	33
Figura 25. Antes y después de instalación de sistema de bancos forrajeros.	34
Figura 26. Registro inicial, final y diferencia peso de Ovejoes (as).	37
Figura 27. Registro de peso de los Cabros (as).	38
Figura 28. Registro de peso de los Ovino (as) nacidos.	38
Figura 29. Gráfico de Entrada de alimento y salida de desechos orgánicos (kg).	39

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Inicio de parcela de forraje botón de oro, siembra por estaca.	47
Anexo 2. Desarrollo de Forraje botón de oro establecida la parcela.	48
Anexo 3. Aprovechamiento de forraje botón de oro al sistema ganadero de la finca.	50
Anexo 4. Inicio de parcela de forraje de caña por estaca bajo el método de siembra horizontal continúa.	51
Anexo 5. Banco forrajero cuba 22.	52
Anexo 6. Aplicación de lixiviado en los bancos forrajeros.	53
Anexo 7. Muestras de biomasa fresca.	54
Anexo 8. Análisis del contenido de materia seca y % de humedad de los pastos.	55
Anexo 9. Análisis de laboratorio de bromatológico del botón de oro.	57
Anexo 10. Análisis de macro y micronutrientes del lixiviado y lombricompost sólida.	58

Godoy Benavides. O.E. 2023. Análisis de los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria, Informe final de investigación Ing. Catacamas Olancho, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura.

RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Catacamas, Olancho, específicamente en la Universidad Nacional de Agricultura, que se encuentra a 6 km del barrio El Espino. La finca utilizada para el estudio, tiene una extensión de 5 hectáreas y se encuentra a una altitud de 367 metros sobre el nivel del mar. La recepción media anual registrada en la zona oscila entre 1200 y 1400 mm. El objetivo del estudio fue evaluar los beneficios de los sistemas silvopastoriles en términos de seguridad alimentaria en la finca agroecológica. Para esto, Se midió la producción de biomasa de tres especies: Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cuba 22 (*Panicum maximum*) produjeron una biomasa fresca promedio de 61.89 kg, 32.34 kg, 25.66kg ton/ha, respectivamente. Además, se realizó un estudio bromatológico del Botón de oro para determinar su contenido nutricional con un 1.9% de ceniza, 3.05% de proteína bruta y los minerales con mayor concentración con un 2,758.12% de potasio , 48.91% de calcio y con un 13.84% de magnesio... Dentro de este estudio, también se trabajó con especies menores, como ovinos y caprinos, utilizando una dieta alimenticia que contribuyó a la seguridad alimentaria. Se obtuvieron datos sobre la cantidad de alimento proporcionada durante los meses de junio, julio y agosto 2023, así como el peso inicial y final, demostrando datos en cuanto al peso ganado por cada individuo, demostrando que Los ovinos y caprinos jóvenes obtuvieron mayor aumento de peso debido a su crecimiento constante y desarrollo. Finalmente, se realizaron mediciones de los aportes de desechos producidos en el sistema ganadero. Estos desechos se incorporaron en un sistema de lombricompost. Se evaluó el contenido de macronutrientes y micronutrientes de los productos derivados del lombricompost, como el lixiviado con un 0.90% de MO y de la materia orgánica de lombricompost con un 26.40%.

Palabras Claves: Sistema silvopastoril, forraje, biomasa, producción sostenible, lombricompost, lixiviado, seguridad alimentaria

I. INTRODUCCIÓN

Para FAO (2009) prevé que para 2050 se necesitará un aumento del 50 % al 70 % en la productividad alimentaria para alimentar a 9,000 millones de personas. La creciente demanda de alimentos pone una gran presión en los recursos naturales y en el uso de combustibles fósiles, esto unido a la sobre explotación de los suelos hace imperativa la implementación de estrategias agroecológicas amigables con el ambiente.

El aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), producto de la actividad humana, altera de manera significativa la radiación atmosférica. La producción de alimentos de origen agropecuario es considerada como una de las principales actividades humanas que contribuyen al calentamiento global por medio del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Alrededor de 7.1 mil millones de toneladas de este gas proviene del sector ganadero, cantidad que podría reducirse en un rango de 14 % al 41 % si se incorporaran prácticas sostenibles en este sector como los sistemas silvopastoriles (Gutiérrez y Mendieta 2022).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son arreglos agroforestales que combinan intencionalmente plantas forrajeras, como los pastos y hierbas leguminosas, con arbustos y árboles para la nutrición animal y usos complementarios. Ellos permiten la intensificación de la producción ganadera basada en procesos naturales y son reconocidos como un acercamiento integral al uso sostenible de la tierra. Los SSP promueven interacciones ecológicas benéficas que se manifiestan por sí solas en un incremento en la producción por unidad de área, aumento de la eficiencia en el uso de recursos y mejora en la provisión de servicios ambientales (Chará *et al.* 2020).

La producción de alimento demanda cada vez el uso de mayor cantidad de recursos, lo que constituye un reto para los productores, investigadores e instituciones relacionados al sector agropecuario. Esto conlleva a realizar cambios en los procesos productivos al intensificar las áreas de producción sin sobre explotar los recursos naturales. El presente estudio tuvo como objetivo analizar los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria de la finca agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura Catacamas, Olancho. Destacando la importancia de la diversificación de la producción, el trabajo con especies menores y la

implementación de prácticas sostenibles. Estas acciones contribuyen a garantizar la disponibilidad de alimentos nutritivos y fortalecer la seguridad alimentaria en la comunidad agrícola sostenible. El trabajo fue realizado con el fin de continuar fomentando el análisis de sistemas silvopastoriles en la seguridad alimentaria en la finca agroecológica.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria.

Objetivos específicos

- ❖ Evaluar el aporte de biomasa de al menos 3 especies de plantas con alto aporte nutricional.
- ❖ Determinar el aporte de desechos orgánicos producidos en el sistema ganadero de la finca agroecológica.
- ❖ Medir el aporte nutricional de los desechos producidos en el sistema de especies menores en finca agroecológica.
- ❖ Determinación de la cantidad de alimentos de origen animal producidos en el sistema.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera en la finca. En este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal. La importancia de los mismos es que pueden aportar mucho en mantener una cobertura vegetal continua sobre el suelo, posiblemente haciéndolo más fértil a mediano plazo, y, además, trae beneficios verificables en la producción animal. La diferencia con el sistema tradicional, es que antes se pensaba que tener una sola variedad de pasto establecido era suficiente para la alimentación animal (IICA 2016).

A eso se le llama monocultivo. Hoy en día se entiende, que los animales usualmente necesitan una dieta más elevada, la cual puede obtenerse con una diversidad de forrajes. Pero un factor decisivo fue el reconocimiento de que el pasto monocultivo tiende a ser muy afectado por la sequía, lo que puede llevar a degradación de los suelos. Si usted quiere que su finca sea productiva por mucho tiempo, y que los suelos se mantengan fértiles para la próxima generación, le recomiendo considerar cuidadosamente la importancia de esta estrategia para su finca (IICA 2016).

3.1.1. Generalidades de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son arreglos agroforestales que combinan intencionalmente plantas forrajeras, tales como pastos y hierbas leguminosas, con arbustos y árboles para la nutrición animal y usos complementarios. Permiten la intensificación de la producción ganadera basada en procesos naturales y son reconocidos como una forma de uso sostenible del suelo. Los SSP promueven interacciones ecológicas benéficas que pueden manifestarse por sí mismas a través del incremento en la producción por unidad de área, la mejora en la eficiencia en el uso de recursos y en la provisión de servicios ambientales (Chará 2020)

Como resultado, los ingresos de la finca pueden incrementarse o diversificarse, directamente por incrementos en las ventas de madera, animales y productos animales, e indirectamente por

los efectos benéficos de conservación de suelo, provisión de refugio para el ganado y mejora del bienestar animal. Por lo tanto, estos sistemas pueden ser más productivos, rentables y sostenibles que el cultivo forestal especializado o la producción animal por sí solos (Chará 2020).

Los principales SSP incluyen árboles dispersos en potreros; plantaciones de maderables con áreas de pastoreo para el ganado; pasturas entre callejones de árboles, barreras rompevientos, cercas vivas, bancos de forraje con arbustos; y sistemas silvopastoriles intensivos. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSP) combinan una alta densidad de arbustos cultivados (4 000–40 000 plantas ha⁻¹) con pastos mejorados y especies de árboles o palmas en densidades de 100–600 árboles ha⁻¹. Estos sistemas son manejados bajo rotación de pasturas con periodos de ocupación de 12-24 horas y 40 a 50 días de periodo de descanso, incluyendo la provisión ad libitum de agua limpia y sal mineralizada en cada potrero (Murgueitio *et al.* 2016).

3.1.2. Beneficios de los SSP

Los principales beneficios de los sistemas silvopastoriles, cuando se comparan con las pasturas sin árboles son: Incremento de la producción de forrajes de mayor calidad, lo cual reduce la necesidad de suplementación con fuentes externas; incremento (hasta 4 veces más) de la producción ganadera por ha; mayor captura de carbono en la biomasa aérea y en el suelo; mejoramiento de las propiedades del suelo, debido al incremento en la absorción de nutrientes de las capas profundas del suelo, mejor disponibilidad de nutrientes de la hojarasca e incremento en el aporte de nitrógeno por los árboles fijadores de N₂, mejor resiliencia del suelo a la degradación, pérdida de nutrientes y cambio climático; mejor retención de agua y capacidad de infiltración del suelo, lo cual contribuye a la regulación del ciclo hidrológico mediante la reducción de la intensidad de escorrentía; hábitats de mayor biodiversidad y mejor bienestar animal (Chara *et al.* 2020).

3.1.3. Tipos de sistemas silvopastoriles

Según IICA (2016) se pueden clasificar en:

1. **Cercas vivas** : Son árboles o arbustos sembrados en hileras o filas para delimitar potreros o áreas de uso ganadero.
2. **Árboles y arbustos dispersos en potreros**: Consiste en tener árboles y arbustos distribuidos de manera dispersa en los potreros.
3. **Bancos de proteína**: Son áreas donde se cultivan especies forrajeras de alta calidad para alimentar al ganado en épocas de escasez de pasto.
4. **Sistemas silvopastoriles intensivos**: Son sistemas en los que se busca una alta integración entre los árboles, arbustos, pasturas y animales, con el objetivo de maximizar la producción y los beneficios ambientales.
5. **Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales**: Consiste en utilizar áreas de plantaciones de árboles maderables o frutales como pastizales para el ganado.
6. **Barreras o cortinas rompevientos**: Son hileras de árboles o arbustos plantados para proteger los potreros del viento y reducir la erosión del suelo.
7. **Árboles en callejones**: Consiste en tener árboles plantados en hileras o filas, dejando espacios entre ellos para el pastoreo del ganado.

3.1.4. Producción de biomasa de los SSP

La producción de biomasa en sistemas silvopastoriles es un tema importante en la agricultura y la ganadería. Estos sistemas combinan árboles, pastizales y animales en un mismo espacio, lo que permite aprovechar de manera eficiente los recursos naturales y mejorar la productividad. La producción de biomasa en sistemas silvopastoriles puede variar dependiendo de diversos factores, como el tipo de árboles y pastizales utilizados, las condiciones climáticas y el manejo del sistema. La biomasa se refiere a la cantidad de materia orgánica producida por las plantas, que puede ser utilizada como alimento para los animales o como materia prima para la producción de energía.(Chará *et al* 2020)

3.2.Especies forrajeras con alto aporte nutricional

3.2.1. Forraje Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

El Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) es una planta que se ha estudiado en diferentes contextos, incluyendo su uso como alternativa sostenible, su potencial forrajero y su valor nutricional (Álvarez *et al.* 2016).

❖ Las características del botón de oro como forraje

- La calidad del forraje de botón de oro varía con el estado fenológico de la planta. Los valores máximos de proteína se han registrado en las etapas de crecimiento avanzado (30 días después del corte) y prefoliación (50 días).
- El momento más adecuado para cosechar el forraje sin causarle deterioro al cultivo es en el estado de prefloración. En este estado, es factible obtener una producción de biomasa verde de 31,5 toneladas por hectárea en cortes cada 50 días.
- El botón de oro es una planta nutritiva que contiene altos niveles de proteínas, carbohidratos y fibra. También es una planta resistente que puede tolerar condiciones adversas, como sequía y suelos pobres.

❖ La distancia de siembra

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es de 3 metros entre surcos y 50 centímetros entre plantas. Sin embargo, para el establecimiento de bancos de forraje, se recomienda una distancia de 1 metro entre surcos y 50 centímetros entre plantas. Esto permite una densidad de 20.000 plantas por hectárea. Para sembrar, se utilizan esquejes de 20 a 30 centímetros y se plantan dos estacas inclinadamente por cada lugar. La primera poda o cosecha puede realizarse a los 150 días y se pueden realizar cortes sucesivos cada siete semanas. La altura de corte para la cosecha de forraje debe ser de al menos 50 centímetros (Roa 2018).

❖ **Productividad**

La producción de forraje verde anual estimada es de aproximadamente 30 a 70 t/ha, dependiendo de la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo. Con una densidad de siembra de 13.300 plantas/ha se alcanza una producción de 46 t/ha. Valor nutritivo: A los 30 días de rebrote el contenido de proteína cruda es de 28,5%, materia seca de 14%, calcio de 2,25% y fósforo de 0,39%. El contenido de Fibra Detergente Neutra alcanza 35%. La digestibilidad está entre 63-65% (Álvarez *et al.* 2016).

❖ **Días de corte y producción de biomasa de la caña del botón de oro**

El botón de oro (*Tithonia diversifolia*) es una planta forrajera que se utiliza en sistemas silvopastoriles. Según los resultados de la búsqueda, el primer corte del botón de oro se puede realizar entre 120 y 150 días después de la siembra, y los cortes posteriores se hacen cada 45-60 días. Sin embargo, ten en cuenta que estos tiempos pueden variar según las condiciones locales y las prácticas de manejo específicas, el botón de oro puede producir entre 90 y 130 kg de ton/ha al año. Esto equivale a un rango entre 24 y 35 kg toneladas de materia seca por hectárea por año.

(Carlos 2019).

3.2.2. CUBA OM 22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*)

El forraje Cuba OM 22 es una variedad de pasto híbrido desarrollado a partir de la combinación de las especies *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum glaucum*. Es ampliamente utilizado como alimento para el ganado debido a su alta productividad y valor nutricional. El pasto Cuba OM 22 se caracteriza por su capacidad de crecimiento rápido y su resistencia a condiciones adversas, como la sequía y la salinidad del suelo. Además, este forraje tiene un buen contenido de proteína y es altamente digerible, lo que lo convierte en una opción ideal para la alimentación del ganado (Suárez *et al.* 2022).

Cuba 22 OM es una planta de exuberante crecimiento, tallos y hojas completamente lisos, no contiene espinas, ni vellosidades, no causa irritación ni rasquiña a operarios y animales. Su crecimiento es erecto macollante, pero su follaje se dobla desde edades muy tempranas debido

a su abundante biomasa y alcanza una talla de 1,5 a 1,8 metros de altura. Produce un abundante follaje desde su base y presenta tallos gruesos con muy buena digestibilidad. Contiene hojas muy anchas y al mes de sembrada ya brota con 8 a 10 hijos, su principal propiedad es la alta proporción de follaje (Clavijo 2016).

❖ **Distancia de siembra**

Las estacas para la siembra serán de 3 a 4 entrenudos aproximadamente de 25 a 30 centímetros de longitud. Distancias de plantación a: 0.25 m, 0.60 m, 1 m. La siembra se efectúa en cada lote, y se ubica la semilla horizontalmente en forma continua a 3 centímetros de profundidad (Clavijo 2016).

❖ **Días de corte de la caña del CUBA OM 22**

Es un pasto de corte de alta producción y calidad que se puede cosechar varias veces al año. A los 90 días, el CUBA OM 22 tiene un alto contenido de proteína y digestibilidad, lo que lo hace ideal para la alimentación animal también se pueden hacer cortes en diferentes edades hasta los 30 a 150 días de corte (Aguirre y Rojas 2014).

❖ **Productividad**

Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha está tasada entre 70 y 180 toneladas al año de forraje fresco por hectárea pro año, rango que varía según la región y época del año puede alcanzar alturas de hasta 2 metros. Produce elevados contenidos en proteína y azúcares. Para su desarrollo requiere suelos drenados, ácidos y neutros. Uno de las características más importantes que posee es que soporta períodos de sequía prolongados por la profundidad de sus raíces. Soporta asociaciones con Leguminosas y forrajeras arbóreas (Clavijo 2016).

3.2.3. Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*)

Las variedades de caña de azúcar para su uso en alimentación animal es importante considerar que estas tengan alta productividad de biomasa verde, alto contenido energético y de fibra, y

que sean de fácil cosecha, considera que para la selección de cañas forrajeras, además de tomar en cuenta su capacidad de resistencia a plagas y enfermedades, y su productividad y calidad nutritiva debe asegurarse que la variedad tenga periodos vegetativos cortos, alta precocidad, alto poder de germinación y rebrote, , amplia distancia entre nudos, baja dureza (alta blandura), ausencia de tricomas (ahuate o pelusa), alta relación hoja/tallo, bajo deshoje y buen espigamiento, borde de la hoja no aserrada y persistencia al corte (Gómez y Merino 2018)

Las bondades de la caña de azúcar en la alimentación animal están en razón de su elevada capacidad de producción de biomasa o materia verde y seca, la alta cantidad de energía contenida por unidad de área en corte por año, y la reconocida capacidad de mantener su potencial energético durante periodos secos prolongados. La característica más importante es su alto contenido de azúcares solubles 48 % en promedio).(Gómez y Merino 2018).

❖ **Distancia de siembra**

La distancia entre surco y la densidad de siembra dependen de la variabilidad de los suelos, fluctúa entre 60 y 120 toneladas de caña por hectárea. La densidad entre surco puede oscilar entre una única hilera con estacas espaciadas cada 20 cm y una doble hilera con estacas

❖ **Días de corte de la caña de azúcar**

La caña de azúcar se puede cortar a los 90 días. Sin embargo, el rendimiento de azúcar y la calidad de la caña serán menores que si se corta a los 120 días o más. La caña de azúcar es una planta de rápido crecimiento que puede alcanzar una altura de hasta 6 metros en un año. El tiempo necesario para cosechar la caña de azúcar depende de la variedad de caña, las condiciones climáticas y el manejo del cultivo. Las variedades de caña de azúcar de maduración temprana pueden cosecharse a los 90 días, mientras que las variedades de maduración tardía pueden tardar hasta 24 meses en madurar. Las condiciones climáticas también pueden afectar el tiempo de cosecha (Chavez 2023).

❖ **Producción de biomasa por ton/ha de la Caña de Azúcar**

Las cañas pueden producir hasta 68 toneladas por hectárea al año con cortes cada cuatro meses, y 81.2 toneladas de biomasa por hectárea al año, con cortes cada ocho meses. Esto las convierte en una alternativa atractiva para la alimentación animal, ya que ofrecen una alta producción de

biomasa, pueden utilizarse a edades tempranas y son una buena fuente de energía (Chavez 2023).

3.2. Especies menores

Estas hacen referencia a la explotación de aquellas especies animales de menor talla que la de los bovinos o los equinos. Estas especies han sido técnicamente mejoradas a través del tiempo, facilitando su domesticación y manejo para que de esa forma sean productivamente rentables, obteniendo por un lado animales comercializables y por otro lado benéficos económicos para el productor, dentro de estas especies tenemos: Porcinos (cerdos), caprinos (cabras), ovinos (ovejas), aves de corral (gallinas, pollos, codornices, patos, gansos, pavo), conejos, peces, lombrices. El gran potencial que tienen las especies menores para dar alimento e ingresos a los pequeños productores es enorme (Iñiguez 2020).

Esta crianza ha sido por mucho tiempo un componente muy importante en la agricultura, especialmente en los sistemas de manejo integral de los recursos, tanto por ser fuentes de alimento de gran calidad nutricional, de pieles y fibras, así como garantía de fertilización natural y orgánica de nuestras praderas y campos de cultivo. cabe recalcar unas de las más importantes características de estas especies, su capacidad de adaptación y domesticación. también podemos resaltar la capacidad de los animales de aprovechar los rastrojos de cosecha y hacer una función doble propósito, mediante la fertilización del suelo son fuentes de productos en beneficio directo con el hombre y también para los cultivos (Iñiguez 2020).

3.2.1. Ventajas de las especies menores

Las especies menores y animales domésticos juegan un papel muy importante dentro de los sistemas mixtos de producción y núcleos productivos pequeños debido a sus características particulares en las que encontramos: Fácil manejo, fácil adecuación de instalaciones, rápido crecimiento en la población de animales, baja Inversión inicial, bajos Costos de sostenimiento, independencia alimentaria y económica, altos niveles nutricionales en sus productos domésticos, se adaptan a cualquier piso térmico. En cuanto a valor y demanda buena parte de

la alimentación humana proviene de las especies menores siendo una de las principales fuentes de proteína animal y hoy en día una muy buena fuente económica por su creciente demanda en sus productos (ORGANIC 2008)

3.2.2. Semi-estabulado para el ganado

El sistema semi-estabulado es una alternativa de manejo para el ganado que combina elementos de pastoreo en praderas y confinamiento. En este sistema, el ganado tiene acceso tanto a áreas de pastoreo como a un área de confinamiento parcial, como un corral o un establo. El objetivo principal del sistema semi-estabulado es ofrecer control y manejo más eficiente del ganado, especialmente durante épocas de condiciones climáticas adversas o cuando se requiere un mayor monitoreo individual de los animales (Bonilla 2019).

3.3. Utilización de los desechos producidos por origen animal y vegetal

Los residuos orgánicos son los que tienen un origen biológico, es decir, animal o vegetal como restos de comida, desechos de jardín, madera, entre otros, y que se descomponen naturalmente. Este tipo de residuos son de los que más se producen y tienen mejores posibilidades de valorizarse y ser aprovechados de diversas formas beneficiosas (Abinader 2014).

3.3.1. Técnicas para el tratamiento de los desechos del ganado

para Ohara (2013), ORGANIC (2008), Gromko (2020). existen varias técnicas las cuales mencionan:

- ❖ **Compostaje:** El compostaje es un proceso biológico que descompone los desechos orgánicos en un material rico en nutrientes.
- ❖ **Ensilado:** El ensilado es un proceso de fermentación que conserva los nutrientes de los desechos del ganado.

- ❖ **Digestión anaeróbica:** La digestión anaeróbica es un proceso biológico que descompone los desechos del ganado en biogás y digestato.

- ❖ **Riego:** Los desechos del ganado pueden utilizarse como fertilizantes para cultivos y pastos.

3.4. Lombricompost

La lombricultura se puede definir como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: la lombricomposta como fertilizante de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. La lombricomposta es utilizada para la fertilización de especies vegetales de interés alimenticio. La técnica consiste en utilizar todo residuo orgánico generado en el hogar y sus alrededores el cual se debe compostar la cual la lombriz coqueta roja o lombriz californiana lo transforma mediante su aparato digestivo en una extraordinaria fuente fertilizadora (Somarriba 2002)

La lombricomposta es un método cada vez más popular de composteo pasivo y se reconoce como el composteo del futuro. Para elaborar la lombricomposta se introduce la lombriz roja (*Lumbricus rubellus*) que a veces se puede encontrar en el estiércol de vacas y caballos, también llamada “lombriz californiana” (*Eisrnia fetida*). Si creamos las condiciones óptimas para que se desarrollen las lombrices, nos pueden elaborar un humus/abono de excelente calidad sin que tengamos que hacer el trabajo de hacer pilas y traspalear (Martínez 2005).

Sirve para proporcionar a los suelos permeabilidad tanto para el aire como para el agua, aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar nutrientes requeridos por las plantas, presenta una alta carga microbiana que resulta de la actividad biológica del suelo, entre otras. Se requiere una caja con tabique, no necesita un colado en el fondo, pues el exceso de humedad se tiene que drenar durante las lluvias. También se necesitan tapas (Martínez 2005).

3.4.1. Funcionamiento

- I. Se agrega materia orgánica/desechos orgánicos cada día, después de una semana se introducen las lombrices.
- II. Se sigue añadiendo materia orgánica fresca, mientras las lombrices se reproducen y comen desechos ya medio podridos.
- III. Después de dos o tres meses se puede empezar a cosechar la tierra donde se empezó, mientras las lombrices siguen la materia orgánica y ya no necesitan estar presentes en la tierra “trabajada”. La lombricomposta es un excelente mejorador de suelos

3.4.2. Ventajas

Proporciona a los suelos permeabilidad tanto para el aire como para el agua. Aumenta la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada. Su PH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin riesgo de quemar las plantas, la química del humus de lombriz es equilibrada y nos permite colocar una semilla en ella sin el menor riesgo. Presenta una alta carga microbiana que resulta de la actividad biológica del suelo; esta flora bacteriana es la que desempeña las funciones vinculadas a la absorción de nutrientes por las raíces (Martínez 2005).

Dosis de aplicación: a mayor cantidad, mayor beneficio. Fertilizantes químicos: en dosis excesivas hay graves perjuicios para el suelo y el ser humano. Vencimiento: cuanto más vieja más nutritiva. Fertilizantes químicos: tienen corta vida útil. Estructura del suelo: hace el suelo más suelto y mejora la aireación. Fertilizantes químicos: generan apelmazamiento del suelo. Nutrientes: están equilibrados (Zuniga 2018).

Fertilizantes químicos: hay poco aporte de micronutrientes. Beneficios: a corto, mediano y largo plazo. Fertilizantes químicos: a corto plazo hay mejoras, a mediano y largo plazo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes. Ecología: el abono es producto de reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas. Fertilizantes químicos: producen desertificación del suelo y contaminación del agua. Otra forma de cosechar tierra es colocarla al sol directo unos minutos, las lombrices huyen de la luz y la tierra se puede extraer de a poco retirando las cajas de arriba (Zuniga 2018).

3.4.3. Diseño para lombricompostas

Al agregar materia orgánica conforme las lombrices la van procesando. Cuidado con los excesos de humedad, pero tampoco deje secar su composta, porque las lombrices dejan de reproducirse y se van. Necesitan una humedad relativa de 70% en el suelo. La temperatura ideal para que se reproduzcan es de 21 grados. No les gustan las temperaturas elevadas o los fríos excesivos. Ubicar en un rincón protegido y sombreado no demasiado lejos de la cocina (Ramírez 2009).

La lombricomposta terminada (en general consiste en los excrementos de las lombrices), se considera “oro” para nutrir plantas y hortalizas, es una tierra riquísima en materia orgánica, minerales y nutrientes. Los contenedores pueden ser cajas de plástico (con drenaje para el exceso de agua), de madera o bien contenedores hechos de tabique o cemento. Para separarlas de la tierra se les agrega alimento en sólo una esquina de la caja durante unos días, así todas se concentran ahí y la tierra puede cosecharse del resto de la caja (Menéndez 2020).

En general, uno empieza con una pequeña cantidad de lombrices: al principio se les da pequeñas cantidades de la materia orgánica que haya disponible, mezclada con tierra. Las lombrices pueden procesar, una vez acostumbradas al alimento, cualquier materia orgánica. Hay compostas que procesan puro estiércol o desperdicios de cocina. Las lombrices empiezan a procesar la materia orgánica cuando está suave y ya medio descompuesta, por eso a veces se recomienda precompostera en una pila durante una o dos semanas, antes de darla a las lombrices, especialmente cuando hay grandes cantidades de material fresco. Poco a poco se añada más materia orgánica, conforme se van reproduciendo las lombrices. A veces se pueden añadir cantidades muy pequeñas de ceniza o cal, para balancear la acidez (Ramírez 2009).

3.4.4. Ejemplo de aporte nutricional de la lombricompost con desechos producidos por ganado

Residuo orgánico	Humedad (%)	C (%)	N (%)	Cantidad de residuo en la mezcla inicial (kg)
Estiércol vacuno	77.9	10.3	2.1	1.3
Aserrín	11.4	25.8	0.5	1.0

Tabla 2. Características nutricionales de la lombricomposta y composta empleadas.

Table 2. Nutritional characteristics of the worm compost and compost used.

Característica	Lombricomposta	Composta
C (%)	18.57	14.91
N-total (%)	2.24	2.20
Relación C/N	8.13	7.05
N-NO ₃ (mg kg ⁻¹)	532	769.00
P (%)	0.12	0.14
K (%)	0.79	0.22
Ca (%)	1.33	0.95
Mg (%)	1.21	0.84
Na (%)	0.12	0.26
Fe (mg kg ⁻¹)	357.00	367.00
Zn (mg kg ⁻¹)	91.00	86.00
Mn (mg kg ⁻¹)	196.00	213.00
Cu (mg kg ⁻¹)	38.00	41.00
pH	6.00	7.42

Figura 1. Tabla de aporte nutricional obtenidos en una lombricompost con estiércol de especie menores por Olivares et al. (2012)

3.5. Seguridad Alimentaria

El concepto de seguridad alimentaria nace en la década de los 70. Su evolución, hasta la definición actual, ha incorporado diferentes variables económicas y socioculturales. Según la FAO, en una definición establecida en la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de Roma en 1996, la seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable (Iberdrola 2023).

La seguridad alimentaria en los sistemas silvopastoriles implica garantizar la disponibilidad de alimentos para el ganado, así como la calidad y la inocuidad de los mismos. Se deben seguir prácticas adecuadas de manejo y alimentación del ganado, así como de manejo de los recursos naturales, para asegurar la producción de alimentos seguros y nutritivos (Amalia Yunia Rahmawati 2020).

3.5.1. Importancia de la seguridad alimentaria

La disponibilidad de los alimentos, el acceso de las personas a ellos y un consumo nutricionalmente adecuado son los tres pilares sobre los que se asienta el concepto de seguridad alimentaria. El cambio climático, la escasez de recursos hídricos o la degradación de los suelos son algunas de las amenazas que la ponen en peligro a nivel mundial, a la que hay que sumar ahora los efectos socio-económicos de la pandemia de COVID-19. Según el informe El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019 de la FAO, se estima que un total de 2.000 millones de personas en el mundo experimentan algún nivel de inseguridad alimentaria—incluso en América Septentrional y en Europa, donde se calcula que el 8 % de la población la padece (Iberdrola 2023).

3.5.2. Seguridad alimentaria y económica para los pequeños núcleos

Las especies menores son también un medio de ahorro para el campesino, ya que por una parte nos aportan alimento en forma de huevo, leche, carne y en situaciones de emergencia o en ciertos momentos de la vida de la familia y de la comunidad en general, También son un medio para la diversificación productiva y la generación de ingresos monetarios adicionales. En los mercados urbanos son cada vez más apreciados ciertos productos derivados de la crianza de animales menores como son la carne, entre esas las de conejo o cuy que por sus características bajas en grasa y con alto contenido de proteínas tienen una creciente demanda en nuestro país (Iñiguez 2020).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del lugar donde se desarrollará la práctica

Descripción de área de la finca agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG) ubicada con las siguientes coordenadas 14.826408, -85.840831, carretera hacia Dulce Nombre de Culmí, kilómetro 215, Barrió El Espino ciudad de Catacamas, Honduras. La extensión de Catacamas es de 7,228.5 km², el municipio limita al norte con Gualaco, y Dulce Nombre del Culmí; al sur con Patuca y Trojes; al este y el departamento de Jinotega, Nicaragua; y al oeste con Santa María de El Real, San Francisco de Becerra y Juticalpa. El trabajo se realizará en los meses de mayo a agosto del 2023.

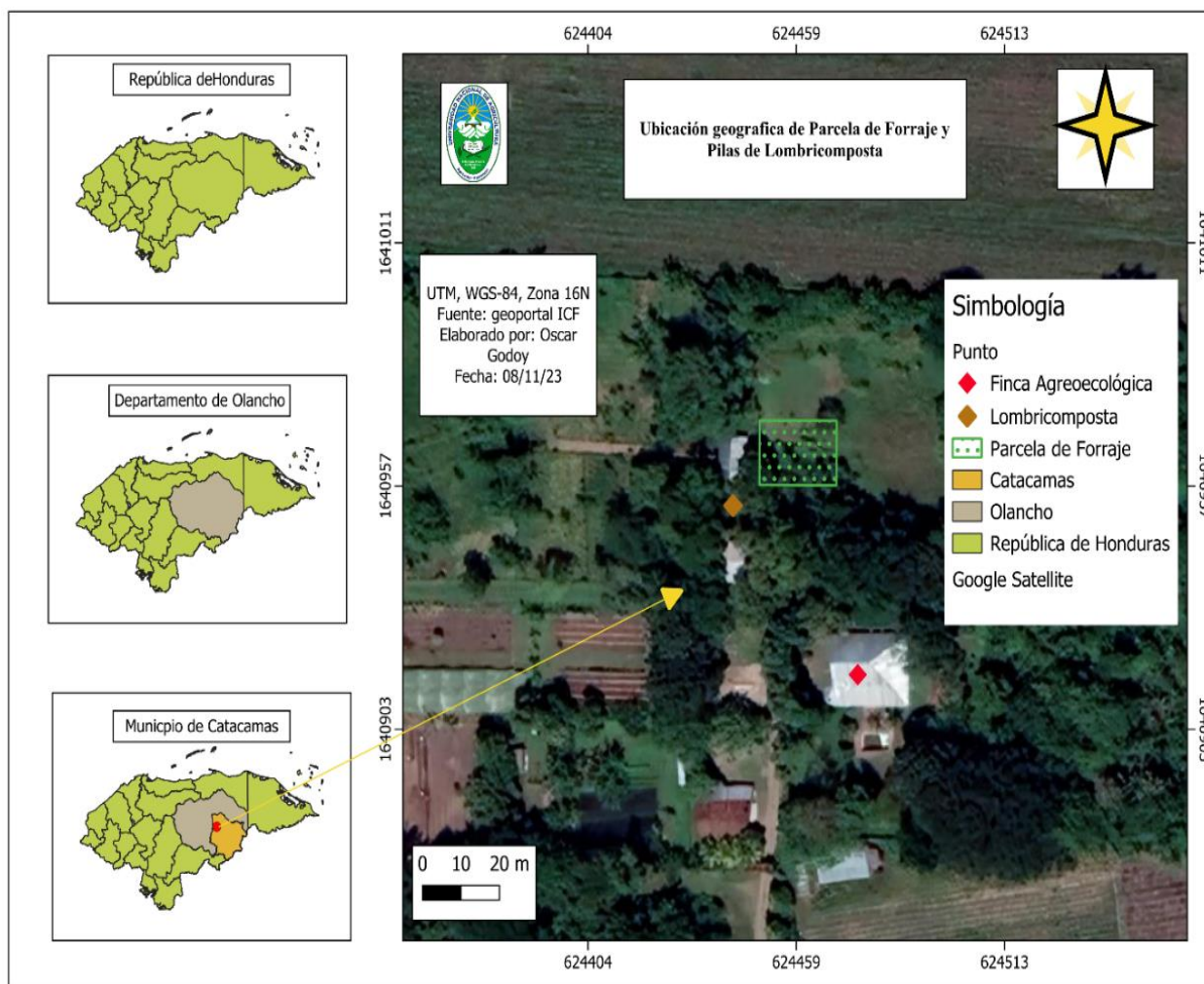


Figura 2. Ubicación de la Finca Agroecológica de la universidad Nacional de Agricultura.

4.2. Materiales:

Machete, azadón, barra, Metro, pesa digital, libreta de campo, lápiz, computadora, Word 2016, Excel 2016, cemento, madera, bloque, lamina, balde barril, y otros.

4.3. Diseño experimental

En este estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo para analizar los aportes de los sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria. El objetivo principal fue recopilar datos numéricos y estadísticos para evaluar de manera precisa y objetiva los beneficios de estos sistemas en términos de producción de alimentos. Se recolectaron datos sobre la cantidad de biomasa producida, el contenido de proteínas del forraje de botón de oro y la cantidad de desechos generados por el sistema ganadero. Estos datos cuantitativos permitieron realizar análisis detallados y obtener conclusiones sólidas.

4.4. Desarrollo de las actividades en la parcela de sistema silvopastoril

Durante los meses de junio a noviembre del año 2023 se realizó el trabajo de investigación profesional supervisado en la finca agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura. Las actividades que se desarrollaron durante este periodo fueron las siguientes:

4.4.1. Limpieza de área y levantamiento de camas

Antes de comenzar con la siembra de los forrajes, fue esencial realizar un reconocimiento exhaustivo del área y llevar a cabo una limpieza adecuada. Este proceso garantizó un entorno propicio para el desarrollo óptimo de las plantas y maximizará la producción de los cultivos. De esta manera se realizó una inspección minuciosamente la superficie destinada a las camas de siembra, eliminando cualquier obstáculo, maleza o residuo que pueda interferir con el crecimiento saludable de las plantas. Asimismo, es fundamental preparar el suelo de manera adecuada, asegurándose de que esté bien nivelado y libre de piedras u otros elementos que puedan dificultar el enraizamiento.

Con estos pasos preliminares completados, estaremos listos para proceder con la siembra de los forrajes seleccionados: Botón de oro, caña de azúcar y cuba 22.



Figura 3. Control de malezas y levantamiento de camas.

4.4.2. Siembra de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*)

La siembra de Botón de Oro se realiza en 5 surcos, cada uno con una longitud de 20 metros de largo y un metro de ancho de surco a surco. Para garantizar un óptimo crecimiento de las plantas, se estableció una distancia de siembra de 50 centímetros de estaca a estaca, Este espaciamiento adecuado permite que las plantas tengan suficiente espacio para desarrollar sus raíces y hojas de la mejor manera.

Además, se incorpora bocachi al suelo durante la siembra, lo cual proporciona nutrientes adicionales y mejora la calidad del suelo. La adición de bocachi contribuye a un mejor desarrollo de las plantas de Botón de Oro, promoviendo su crecimiento saludable y aumentando su resistencia frente a enfermedades Figura.



Figura 4. Siembra de botón de oro por estaca.

4.4.3. Siembra de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Se desarrolló la siembra de la caña de azúcar se llevó a cabo en 5 surcos, cada uno con una longitud de 20 metros, y con una separación de 1 metro entre cada surco. Para realizar la siembra, se utilizó el método de estacas por horizontal continuo, donde se colocaron estacas a lo largo de los surcos.

Este método permite un mejor aprovechamiento del espacio y una distribución uniforme de las plantas. Además, se incorporó bocachi durante la siembra, lo cual contribuye a un mejor desarrollo de las plantas de caña de azúcar. El bocachi aporta nutrientes esenciales al suelo, mejorando su fertilidad y proporcionando a las plantas los elementos necesarios para su crecimiento Figura 5.

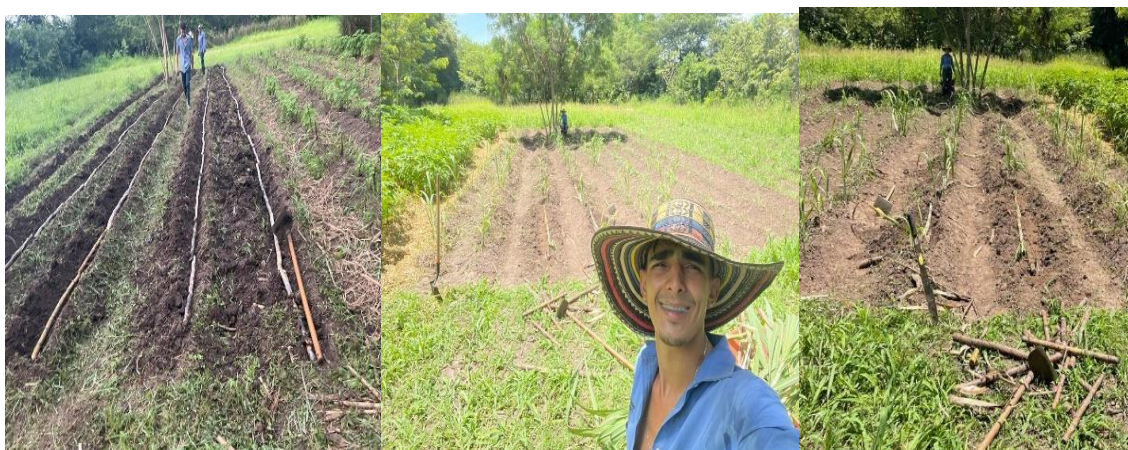


Figura 5. Siembra de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

4.4.4. Siembra del Cuba 22 (*Pennisetum purpureum*)

Se llevó a cabo la siembra del forraje cuba 22, en la parcela de 5 surcos cada uno de 20 metros de largo y una distancia de surco a asurco de un metro.

Para realizar la siembra, se utilizaron estacas mediante el método de horizontal continuo, donde se colocaron las estacas a lo largo de los surcos. Este método permite una distribución uniforme de las plantas y un mejor aprovechamiento del espacio disponible.

Además, se incorporó bocachi durante la siembra, lo cual contribuye a un mejor desarrollo de las plantas de cuba 22.



Figura 6. Siembra del Cuba 22 (*Pennisetum purpureum*).

4.4.5. Incorporación de cobertura vegetal en las parcelas de sistema silvopastoril

Se incorporó material seco orgánico, como zacate, hojarasca que sirve para el control de malezas, y cuando se desintegre aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorar la fertilidad del mismo, mejor infiltración, aireación y también esto ayuda a mantener por más tiempo la humedad en el suelo permitiendo así que las plantas no entren en estrés hídrico en tiempo de sequía y evitando la erosión de la misma.

Entre los forrajes utilizados se encuentran el botón de oro, la caña de azúcar y la cuba 22, estos forrajes son altamente nutritivos para el ganado, proporcionándoles una alimentación balanceada y de calidad. La combinación de estas especies vegetales en el sistema silvopastoril promueve la sustentabilidad y la diversificación productiva, permitiendo obtener mayores rendimientos Figura.



Figura 7. Incorporación de cobertura vegetal en las parcelas de sistema silvopastoril.

4.4.6. Aplicación de Lixiviado en los forrajes

La aplicación de lixiviado en los forrajes es una práctica que se llevó a cabo cada 15 días aplicando 1 litro de lixiviado por cada 20 litros de agua, esto con el objetivo de mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos. El lixiviado, que es el líquido resultante de la descomposición de la materia orgánica, contiene nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Al aplicarlo en los forrajes, se promueve un mayor desarrollo de las raíces, una mejor absorción de nutrientes y un aumento en la producción de biomasa.

Además, el lixiviado ayuda a mantener la humedad del suelo y a combatir plagas y enfermedades. Esta práctica de aplicación regular de lixiviado en los forrajes contribuye a obtener cultivos más sanos y nutritivos, beneficiando tanto a la seguridad alimentaria



Figura 8. Aplicación de Lixiviado en los diferentes forrajes.

4.4.7. Análisis de biomasa fresca, materia seca y el % humedad de cada forraje

Una vez que los forrajes estuvieron listos para cosecha, se realizaron análisis de biomasa fresca, seca por ton/ha y % humedad. Los resultados mostraron que el forraje Oro alcanzó su madurez a los 116 días, mientras que la caña de azúcar y el Cuba 22 se hizo a los 90 días. El cual se tomaron 3 muestras de cada surco para sacar el promedio de biomasa fresca en kg para luego convertirlos a ton/ha.



Figura 9. Recolección de muestras de cada forraje.

- **Para tomar los datos de biomasa fresca contenida en cada forraje se pesaron en una balanza digital los forrajes para luego ser los cálculos respectivos.**



Figura 10. Peso de biomasa fresca de los forrajes.

- **Análisis de laboratorio de materia seca y % de humedad contenida en cada forraje.**

En esta actividad se utilizaron muestras de 100 g y muestras de 2 g para el análisis. Además, utilizo un horno para el secado y una balanza de humedad para llevar a cabo el proceso y los cálculos.

La fórmula que se utilizó para calcular el porcentaje de materia seca es la siguiente:

$$\%MS = (\text{Peso seco} / \text{Peso fresco}) \times 100.$$

La fórmula para calcular el porcentaje de humedad es la siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = (\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}) / \text{Peso fresco} * 100$$



Figura 11. Análisis de Materia seca y % de humedad.

4.5. Análisis bromatológicos del botón de oro

En esta actividad, se extrajeron muestras de 100 g del botón de oro y se colocaron en bolsas herméticas para su transporte al laboratorio de Zamorano. En dicho laboratorio, se llevó a cabo los análisis de ceniza, proteína cruda y de minerales como el potasio, el hierro, cobre, hierro, calcio, magnesio, y fósforo. Estos análisis son fundamentales para obtener información detallada sobre los componentes nutricionales y minerales de la muestra de botón de oro.

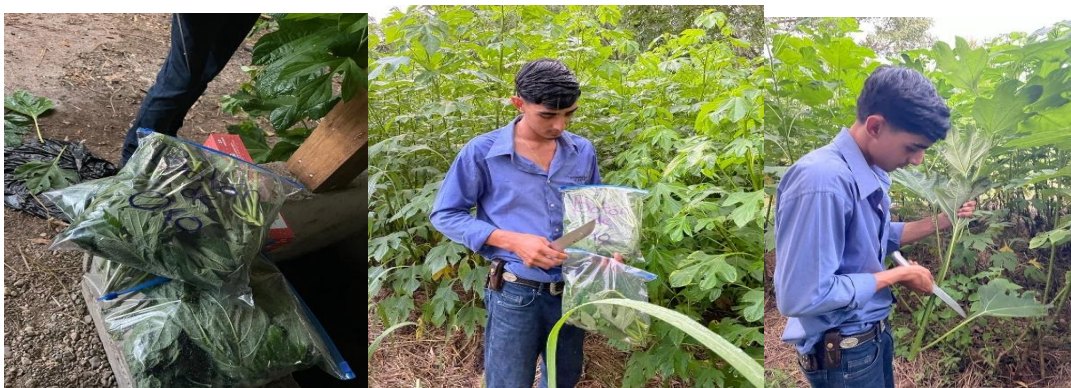


Figura 12. Recolección de muestras para análisis bromatológicos del botón de oro.

4.6.Actividades desarrolladas en el Sistema semi-estabulado de los ovinos y caprinos

El sistema semi-estabulado es un sistema de crianza que integra la estabulación y el pastoreo, en sistema, el ganado tenía acceso a pastar 2 horas al día, una en la mañana y otra en la tarde y pasan el resto del tiempo en el establo donde se les facilita comida y refugio.

El cual dentro de este sistema se realizaron diferentes actividades descritas de la siguiente manera:

4.6.1. Área del sistema semi-estabulado ubicado en la Finca Agroecológica

Se trabajó dentro de un sistema semi-estabulado con ovinos y caprinos, el cual se hizo el reconocimiento previo para la toma de datos.

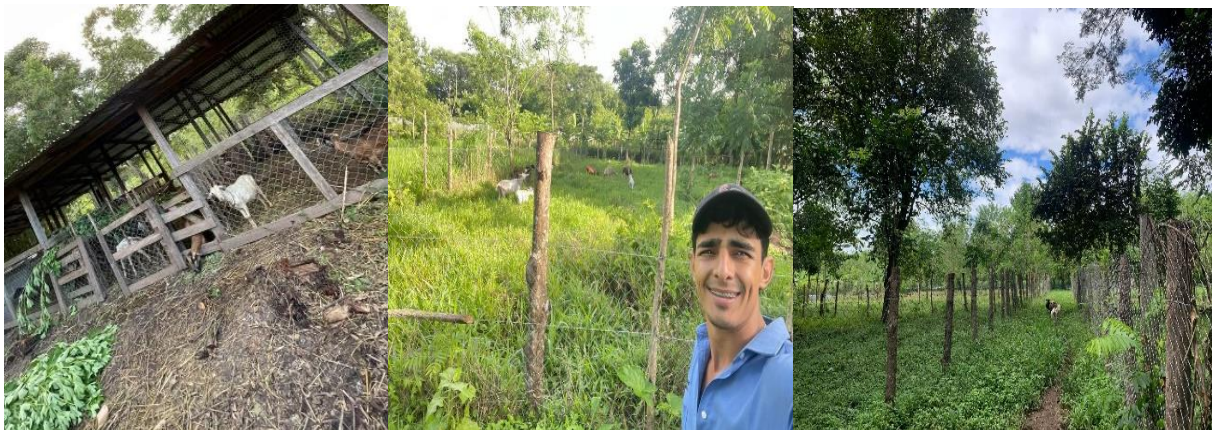


Figura 13. Área del sistema semi-estabulado de los ovinos y caprinos.

4.6.2. Limpieza del sistema ganadero para la toma de datos

La limpieza del sistema ganadero implicó el uso de trinchas, azadón, carreta para la remoción de restos de comida no consumida, la limpieza de los comederos y bebederos, y la disposición adecuada de los desechos. Esta actividad garantizó que los datos recopilados sean confiables y precisos, lo que a su vez aprovechamos los desechos orgánicos para trasladar a la lombricompostera.



Figura 14. Limpieza del sistema ganadero para el inicio de la toma de datos.

4.6.3. Peso Inicial de los Ovinos y Caprinos

Se realizó el pesaje inicial de cabras y ovejas que es un paso fundamental para comenzar a trabajar en su seguridad alimentaria. Esta actividad consiste en registrar el peso de cada animal antes de implementar cualquier programa de alimentación.

En la finca agroecológica cuenta con 10 ovejos y 4 cabras con las que se trabajó.

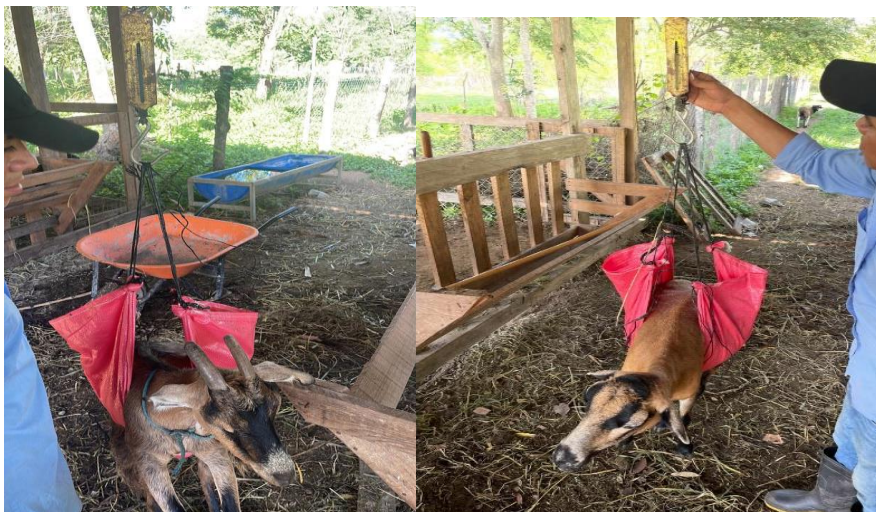


Tabla 1. Pesaje de los Ovinos y Caprinos

4.6.4. Mantenimiento de las áreas del sistema

Se llevó a cabo el mantenimiento necesario del sistema ganadero de la finca como:

Mantenimiento del cercado de los potreros.



Figura 15. Mantenimiento de las áreas del sistema.

4.6.5. Entrada de comida para el ganado

Para obtener la alimentación diaria para darles los ovejos y cabras se utilizaba materiales como machete o chapeadora para poder cortar los alimentos que se les daba. Algunos de los alimentos era zacate, caulote, madreño, mata de plátano, melaza, sal con pecutrin y entre otros forrajes los cuales fueron pesados diariamente para obtener el promedio diario en kg del alimento que ingresaba y los kg de desechos producidos.



Figura 16. Alimentación del ganado en la finca agroecológica.

4.6.6. Salida de desechos orgánicos producidos por el ganado

La cabras y ovejos generaban desechos orgánicos tales como estiércol, orina, restos de comida que fueron aprovechados como cobertura vegetal y para la realización de lombricompostera.

Una correcta recolección y manejo de estos desechos es esencial para maximizar su aprovechamiento y minimizar su impacto ambiental. Además, el estiércol los animales pueden generar un alto contenido de nutrientes que puede ser utilizado como una fuente natural de abono para los cultivos, mejorando la calidad del suelo y aumentando la productividad agrícola de forma sostenible.



Figura 17. Salida y pesaje de desechos orgánicos producidos por el ganado.

4.6.7. Peso final del ganado

Ganancia de peso generado durante los meses de junio, julio y agosto. Se realizó la medición del peso final del ganado utilizando una pesa, expresado en Kg. Esta información nos permitió calcular la ganancia de peso de los animales durante ese período. El registro preciso del peso final y la comparación con el peso inicial nos proporciona una medida objetiva de cómo ha evolucionado el ganado en términos de su aumento de peso y crecimiento de población.

4.7. Actividades realizadas en el Establecimiento de la realización de una lombricompostera.

En la finca agroecológica, se ha establecido la implementación de una lombricompostera como parte de un enfoque sostenible para el manejo de los desechos orgánicos producidos por los ovejos. Esta iniciativa tiene como objetivo aprovechar los residuos generados por los ovejos y

cabros, para convertirlos en un valioso recurso para mejorar la fertilidad del suelo y promover la producción agroecológica y así mismo el cierre de ciclo de nutrientes.

Las actividades realizadas se describen de la siguiente manera:

4.7.1. Limpieza de área

Para empezar con la construcción de una lombricultora, fue necesario hacer una limpieza del terreno donde se instalaron las estructuras, Esta limpieza debe ser profunda, para eliminar cualquier tipo de maleza o residuo que pueda afectar la estructura y el desarrollo de las lombrices. Una vez que el terreno esté limpio, para la estructura de la galera y de las pilas de lombricompost.



Figura 18. Limpieza del área para la construcción de la lombricultura.

4.7.2. Diseño de estructura de la lombricompost

Para las la construcción de la galera que protege las pilas de lombricompost de la estructura fue importante tomar las medidas, de largo contaba con 6 m y de ancho 7 m y de alto 3.20 m, para las pilas se construyeron 3 con medidas de 1 m de ancho, de largo 5.30 m y de distancia de pila a pila es de 70 cm.



Figura 19. Construcción de la estructura.



Figura 20. Finalización de la construcción

4.7.3. Incorporación de los desechos orgánicos producidos el ganado en las pilas de lombricompost

Los desechos orgánicos producidos por los ovejos, como estiércol, orina y residuos de alimentos, fueron incorporados a las pilas de lombricompost diariamente. Este proceso permite aprovechar estos desechos para producir un abono orgánico de alta calidad.



Figura 21. Incorporación de los desechos orgánicos en las pilas de lombricompost.

4.7.4. Riego y regulación de la humedad en la lombricomposta

La actividad de riego y regulación de la humedad en las pilas de lombricomposta se realiza cada dos días. Además, se monitorea la humedad diariamente para asegurar que se mantenga en niveles óptimos. Esto es fundamental para garantizar un ambiente adecuado para las lombrices y el proceso de descomposición. Al regar regularmente y mantener un seguimiento constante de la humedad, se crea un entorno propicio para el desarrollo de las lombrices y el correcto funcionamiento del compostaje.



Figura 22. Riego y regulación de la humedad en la lombricompost

4.7.5. La extracción del lixiviado de lombricomposta

La extracción del lixiviado de lombricomposta es una actividad importante que se realizó en el proceso de lombricultura. El lixiviado, también conocido como humus líquido de lombriz, es un valioso fertilizante orgánico que se obtiene a partir del proceso de descomposición de los residuos orgánicos por las lombrices. Este líquido contiene nutrientes y microorganismos beneficiosos para las plantas.



Figura 23. Extracción del lixiviado o humus líquido de la lombricultura.

4.7.6. Extracción de muestras de materia orgánica y lixiviado par análisis de los nutrientes realizados en el laboratorio de suelos de Zamorano.

La actividad de extracción de muestras de materia orgánica y lixiviado para análisis de laboratorio se sacaron 100 g de materia solida en bolsas herméticas y un litro de lixiviado en frascos de vidrio esterilizado. Es necesario emplear recipientes esenciales apropiados y estériles para asegurar la integridad de las muestras y prevenir cualquier tipo de contaminación. Estos análisis se mandaron hacer en el laboratorio de Zamorano para saber el contenido de macronutrientes y micronutrientes de cada una. Estos nutrientes nos permiten determinar la cantidad de nutrientes que contienen al momento de utilizarlos en los cultivos.



Figura 24. Extracción de muestras de materia orgánica y lixiviado par análisis de laboratorio

V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

5.1. Importancia de los aportes de sistemas silvopastoriles a la seguridad alimentaria.

Los sistemas silvopastoriles, como el establecimiento de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cuba 22, son una opción ideal para las parcelas de forrajes y el consumo de pasto por los alimentos. Estas especies cuentan con altos rendimientos de producción de biomasa y nutrientes. Además, el trabajo con especies menores dentro de estos sistemas también es fundamental, ya que contribuyo de manera importante a la seguridad alimentaria. Los sistemas silvopastoriles son una estrategia efectiva para mejorar la producción de alimentos y garantizar la disponibilidad de recursos alimentarios de manera sostenible (Mendieta 2022).



Figura 25. Antes y después de instalación de sistema de bancos forrajeros.

5.2. Análisis de biomasa fresca, materia seca y % de humedad

La tabla 8 presenta los resultados del estudio realizado con distintos forrajes en la Finca Agroecológica, durante los meses de agosto a noviembre 2023. Según estudio el Botón de Oro fue el forraje que aporato mayor biomasa fresca con 61893.33 kg/ha, con un porcentaje de materia seca de 20,060 kg/ha, en comparación con los otros dos forrajes, la caña de azúcar con mayor rendimiento en materias seca que contiene con 32,340.00 kg/ha. Por su parte los resultados obtenidos en este estudio superan los valores reportados por Arias, (2018), en diferentes densidades de siembra y alturas de corte obteniendo un rendimiento de MF

considerable (46-82mil kg/ha) con un porcentaje de materia seca de (18,000 kg/ha) en forraje (*Tithonia diversifolia*), en otro estudio realizado por Orozco, (2002), presentaron una producción promedio de biomasa fresca de la caña con un rendimiento promedio de 18,250 kg / ha / corte de MF y con un 5,400 kg/ha de materia seca. Otro estudio realizado por (Suárez *et al.* 2022) con el forraje de cuba 22 donde obtuvieron producciones de biomasa fresca de 39,820 kg/ha y de materia seca produjo 4,360 kg/ha..

Tabla 2. Estimación producción Biomasa fresca, Materia seca y % húmeda de los forrajes

Forraje	Edad Días después de siembra	Biomasa fresca (kg/ha)	Materia seca (kg/ha)	Humedad (%)
Botón de Oro	116	61893.33	20,060	80.04
Caña de Azúcar	90	32,340.00	27,380	72.62
Cuba 22	90	25,660.00	4,100	95.9

Porcentaje de Biomasa fresca, materia fresca y % de humedad de los bancos forrajeros con diferentes días de corte.

5.3. Análisis parámetros de bromatología Botón de Oro

Tabla 9. Se da a conocer los diferentes parámetros evaluados del análisis bromatológico del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), demostrando que es un alimento con un alto contenido de minerales tales como (potasio 2,758.12%, calcio 48.91%, magnesio 13.84%, hierro 1.97% y fósforo 5.66% y cobre 0.47%). Presentando concentración de proteína de 16.33%. y de ceniza con 10.90%, más sin embargo, La (*Tithonia diversifolia*) es una planta forrajera con un alto potencial para la alimentación de rumiantes (Arias 2018). Los resultados del análisis de laboratorio del valor nutritivo de botón de oro obtenidos fueron similares a los de Gallego

(2017) y estudio realizado por Gallego *et al.*, (2016), encontró que el contenido de proteínas cruda 14,10%, ceniza 16,19% a y minerales (potasio 11,00%, calcio 2,86%, magnesio 1,20, hierro 69,00%, cobre 4,00 % y fósforo 0,27%), de botón de oro. Demostrando que los resultados pueden ser altos en producción orgánica y con altos contenido en nutrientes.

Tabla 3. . Análisis de laboratorio de bromatología Botón de Oro

Parámetro	Unidad	Valor
Cenizas	g/100g (%)	10.90
Proteína	g/100g (%)	16.33
Potasio	mg/100g (%)	2,758.12
Calcio	mg/100g (%)	48.91
Magnesio	mg/100g (%)	13.84
Cobre	mg/100g (%)	0.47
Hierro	mg/100g (%)	1.97
Fósforo	mg/100g (%)	55.66

5.5.Registro inicial y final de peso del ganado

El la figura 26, 27, y 28 se muestra los gráficos de los pesos iniciales, peso final y la diferencia de peso ganado de cada uno de los individuos tanto como adultos y jóvenes en los meses de junio y julio y agosto del año 2023. El eje X representa el peso en kilogramos, y el eje Y representa el sexo. El Promedio en kg de peso ganado en adultos fue baja de 2.82 kg en comparación con los jóvenes con un promedio alto de 5.39 kg, estos resultado es consistente con el hecho que los individuos jóvenes están en contante crecimiento y los adultos no tuvieron mucho peso ganado, esto se debió a que no constante desarrollo, alcanzan la madurez sexual a los 6-8 meses de edad y, a partir de entonces, su crecimiento se ralentiza Köbrich *et al.* (2021). Para Sotomaior *et al.* (2019) tuvo una comparación de los ovejos jóvenes fue alto, con un promedio de 4.54 kg y los adultos con un promedio bajo de 2.16 kg, esto se debe a que están en constante crecimiento y desarrollo. Los resultados obtenidos por estudios de Giraudo *et al.* (2014) demuestran que la ganancia de peso depende según las edades y dietas alimenticia, donde obtuvo datos promedio en correlación al peso inicial 10,46 (Kg) y final 28,72 (Kg) del ganado.

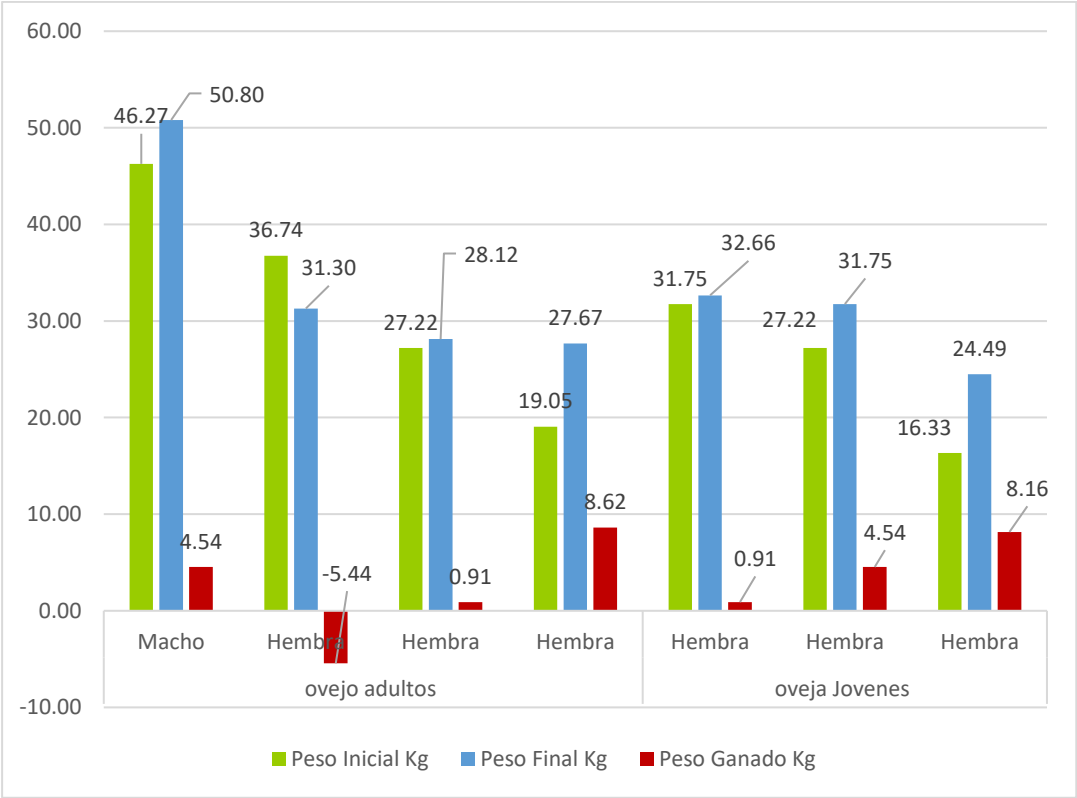


Figura 26. Registro inicial, final y diferencia peso de Ovejos (as).

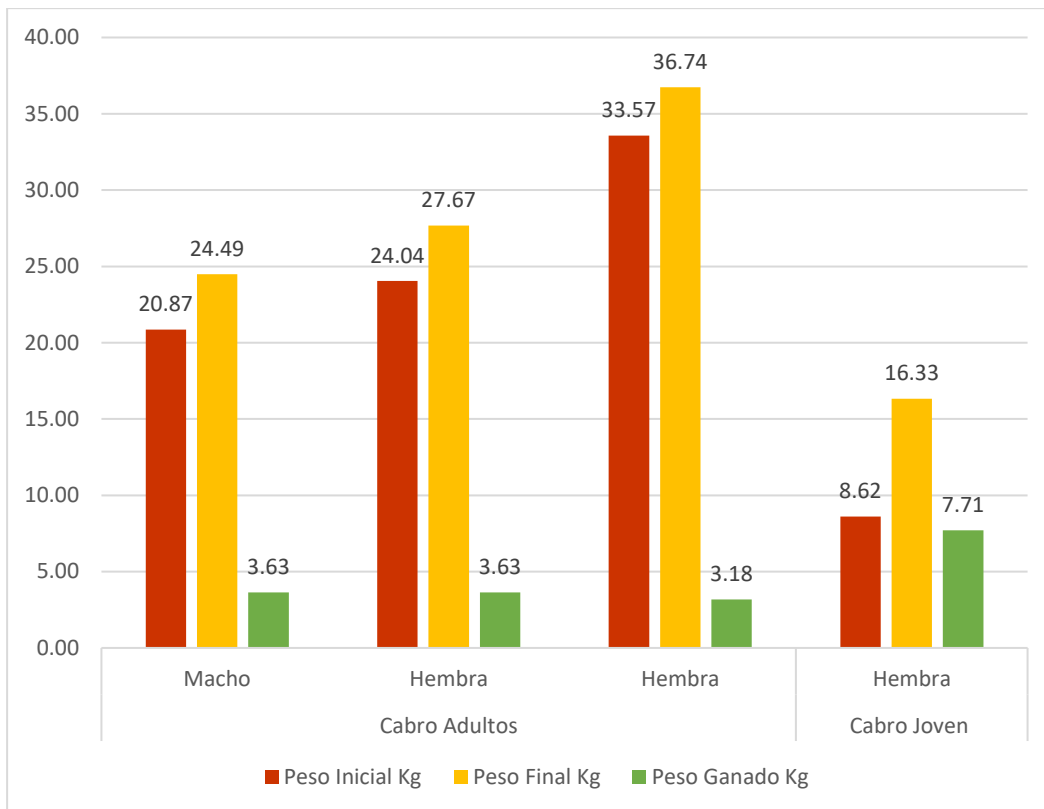


Figura 27. Registro de peso de los Cabros (as).

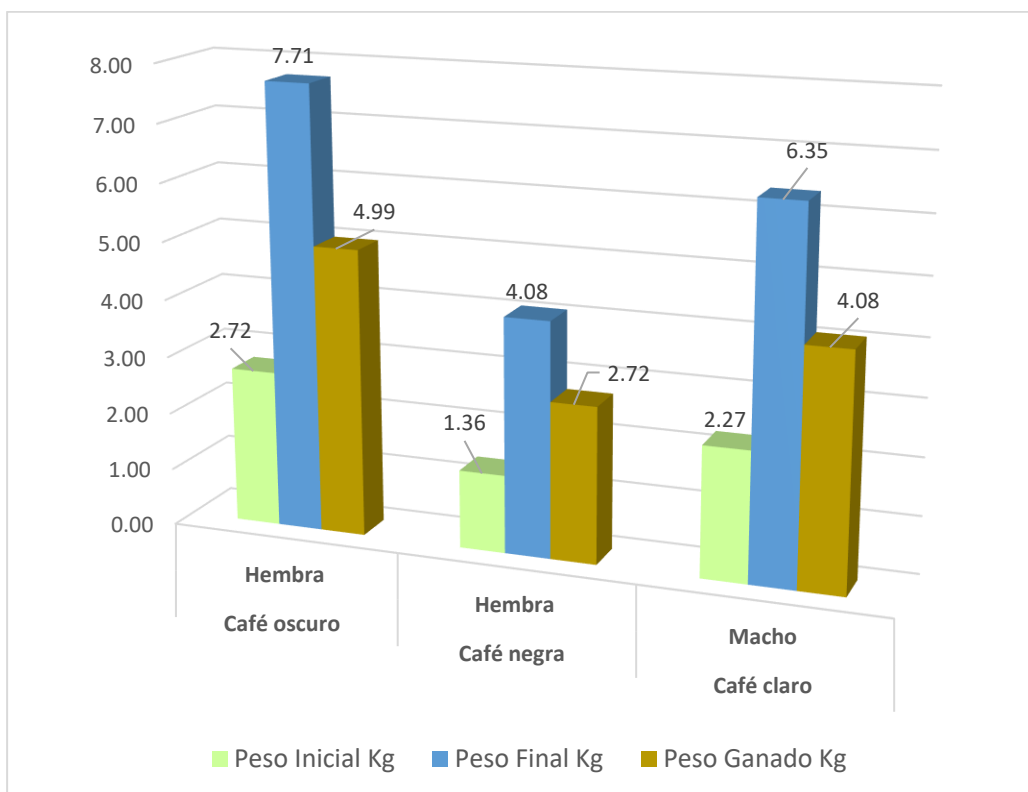
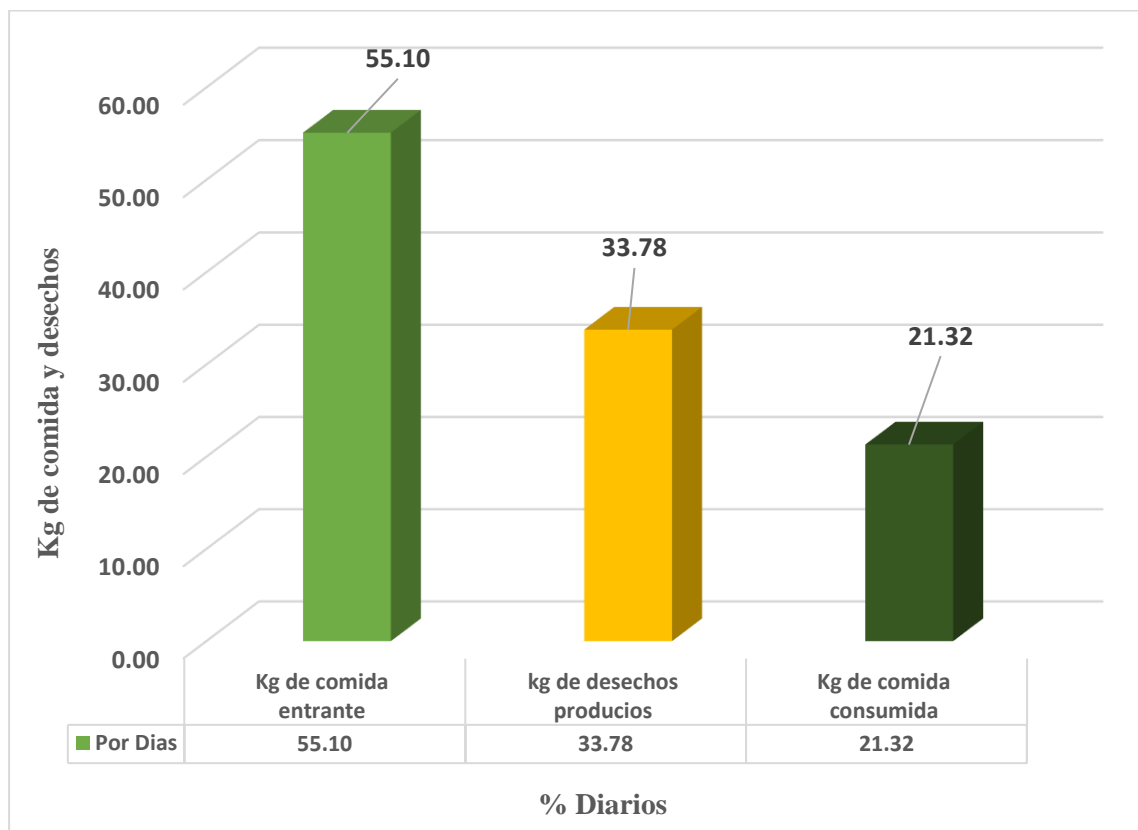


Figura 28. Registro de peso de los Ovino (as) nacidos.

5.6. Entrada de alimento y salida de desechos orgánicos del sistema ganadero

La gráfica muestra la cantidad de que entraba y la cantidad de comida consumida diariamente y de desechos producidos en el sistema ganadero (ovinos y caprinos) durante los meses de junio, julio y agosto 2023. Se registro un promedio de 55.10 kg de comida diarios de la comida que entraba dentro del sistema, la cantidad de comida que los ovinos y caprinos consumían era de 21.32 kg al día y los desechos generados en el mismo se aprovecharon para ser incorporados a la lombricompost diariamente con un promedio 33.78 Kg al día. Según estudio de Elvira, (2018) los desechos orgánicos producidos por los individuos, como estiércol, orina y restos de alimentos eran aprovechados de igual manera, como una fuente valiosa de nutrientes para el suelo. Estos desechos pueden ser incorporados a una lombricompostera, donde los microorganismos descomponen la materia orgánica y producen un abono rico en nutrientes (Olivares *et al.* 2012).

Figura 29. Gráfico de Entrada de alimento y salida de desechos orgánicos (kg).



5.7. Macro y micronutrientes de lixiviado y materia orgánica de lombricompost

Tabla 10 muestra los parámetros analizados de la lombricompost tiene una mayor concentración de materia orgánica (MO) que el lixiviado. Esto se debe a que las lombrices son capaces de descomponer la materia orgánica de manera más eficiente que otros microorganismos. Los resultados de los análisis indican que el lixiviado y el lombricompost son productos ricos en materia orgánica y nutrientes. Donde se obtuvo datos bajos para Humus líquido con densidades 1.08 g/ml, materia orgánica (MO) 0.90% y datos altamente significativos para lombricomposta sólido con densidad 64.05 g/ml, (MO) 26.40%, los macros y micronutrientes son muy bajos en el humos de lombricompost por desechos producidos por Ovinos y Caprinos a diferencia de lombricomposta sólido encontrando datos muy altos. Según estudios de Chávez-López *et al.* (2017) encontraron datos similares al estudio registrando análisis del lixiviado de lombricompost producido a partir de diferentes residuos orgánicos, y encontraron que el pH promedio era de 8.2, la densidad promedio era de 1.07 g/ml y el contenido de materia orgánica promedio era de 0.8%. para Carolinas y Vega (2008), analizaron la materia orgánica de lombricompost producida a partir de diferentes residuos orgánicos, y encontraron que el pH promedio era de 8.3, la densidad promedio era de 63.2 g/ml y el contenido de materia orgánica promedio era de 26.1% datos relativamente altos en relación de materia orgánica obtenida. Estudio realizado por Olivares *et al.* (2012), presento resultados de la lombricomposta tiene un contenido de nitrógeno total (N-total) de 2,24%, mientras que la composta tiene un contenido de N-total de 2,20%, de fósforo (P) de 0,12%, a lombricomposta tiene un contenido de potasio (K) de 0,79%.

Tabla 4. Análisis de laboratorio de los parámetros medidos.

Parámetro	Lixiviado	Lombricompost
pH	8.41	8.33
Densidad g/ml	1.08 g	64.05
%		
Humedad g/100 g (%)	90	64
Materia orgánica (MO) g/100 g (%)	0.90	26.40
Nitrógeno (N) g/100 g (%)	ND	1.45

Fósforo (P) g/100 g (%)	ND	0.57
Potasio (K) g/100 g (%)	0.70%	0.91
Calcio (Ca)	ND	1.66
Magnesio (Mg) g/100 g (%)	ND	0.56
Azufre (S) g/100 g (%)	ND	ND
Sodio (Na) mg/Kg	321	ND
Cobre (Cu) mg/Kg	ND	25
Hierro (Fe) mg/Kg	ND	7501
Manganeso (Mn) mg/Kg	ND	404
Zinc (Zn) mg/Kg	ND	194
Boro (B) mg/Kg	ND	191
Relación C/N	ND	10.6

Estos nutrientes son importantes para saber el porcentaje de nutrientes que se están aplicando en los cultivos, por ejemplo, el porcentaje de nutrientes por 1 kg de la lombricompost se obtuvo 14.5 % N esto equivale a 0,145 kilogramos., esto nos sirve para saber qué porcentaje de lombricompost necesarias en el cultivo, para Torres, (2002) menciona que un cultivo de maíz requiere de 20 a 25 kg de nitrógeno por tonelada de grano producida . Por lo tanto, se necesitarían entre 134.1 y 173.9 kg de lombricompost para obtener 20 a 25 kg de nitrógeno que es lo que requiere por una tonelada de grano en maíz. Otro estudio realizado por Tovar, (2015) para producir maíz se requiere aproximadamente de 200 a 250 kg de nitrógeno por hectárea para obtener una producción de 10 toneladas de grano por hectárea. El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas, ya que es un componente importante de la clorofila y de los aminoácidos que forman las proteínas (Orchardson 2020).

VI. CONCLUSIONES

- La siembra de los forrajes Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y cuba 22 (*Panicum maximum*), proporcionan alto porcentaje de biomasa lo cual son una fuente de alimento nutritivo y abundante para los animales, lo que les permite satisfacer sus necesidades nutricionales, y aumento de peso, por su alto contenido de energía y nutrientes.
- El análisis de la biomasa del Botón de Oro en el sistema SSP demostró tener potencial en el sistema para la producción sostenible, por cada 61.893.33 kg/ha se puede obtener 10043.67 kg/ha de proteína cruda, también dando beneficios ambientales y para la seguridad alimentaria.
- La implementación de las pilas de lombricompost fue una muy buena alternativa para el aprovechamiento de los desechos orgánicos producidos en el sistema ganadero de la finca agroecológica. Esto significa que utilizar este proceso de lombricompostaje, además de una alternativa para los desechos, obtenemos valiosos fertilizantes que podemos usar para garantizar nutrientes de alto valor nutricional en nuestros cultivos.
- Se obtuvo un promedio por día de desechos de origen animal, y vegetales producidos en el sistema, un promedio de 33.78 kg de desechos con un contenido de nitrógeno de 491 g de nitrógeno y entre otros nutrientes importantes.

VII. RECOMENDACIONES

- Darle continuidad al banco forrajero para medir otras variables, como el rendimiento de rebrote, respetando los tiempos adecuados de recuperación por cada forraje. Esto permitirá evaluar de manera más completa el desempeño del banco forrajero.

- Seguir estableciendo otras parcelas de forraje botón de oro, ya que este ha demostrado ser alto en rendimiento de biomasa y de buena nutrición. Esto permitirá cubrir mayor demanda de alimento para los animales.

- Realizar un buen manejo a las pilas de lombricompost, por parte del personal encargado de la finca o estudiantes, implica llevar a cabo diversas prácticas para optimizar su funcionamiento, y seguir poder garantizar un producto de buena calidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Álvarez, C; P., N; Álvarez, F; Arango, J; Chanchy, L; García, GF; Sánchez, V; Antonio, S; Sotelo, Z; Mauricio, C. 2016. Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá , Colombia. s.l., s.e. 21-67 p.
- Amalia Yunia Rahmawati. 2020. Reducir los riesgos de responsabilidad de seguridad alimentaria al integrar el ganado con cultivos de especialidad. (July):1-23.
- Aniano-aguirre, H; Rojas-garcía, AR. 2014. 246 producción del pasto cuba om-22. 22:246-251.
- Arias, L. 2018. Evaluación del uso de botón de oro (*tithonia diversifolia*) como suplemento de vacas jersey en etapa productiva. :1-62.
- Bonilla, O. 2019. Semiestabulación (en línea). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) / Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). :1-6. Disponible en http://www.platicar.go.cr/images/buscador/fichas-tecnicas/GANADERIA/07_Semiestabulación.pdf.
- Carlos, C; Carlos, C. 2019. Alternativa Tecnológica Para La Producción Sostenible De Pastos Y Forrajes. Estación Experimental Central Amazónica (593 6).
- Carolinas, L; Vega, L. 2008. Caracterización física-química y biológica de dominicana. :10-29.
- Carvajal Suárez, I; Claudio, J; Rojas, V. 2022. Productividad del pasto Cuba OM-22 bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de cosecha Publicado por la Editorial Sede del Pacífico, Universidad de Costa Rica. 24:216-237.
- Chará J., Reyes E., Peri P., Otte J., Arce E., SF. 2020. Sistemas silvopastoriles y su contribucion al uso eficiente de los recursos y a los objetivos de desarrollo sostenible: Evidencia desde America Latina. s.l., s.e. 60 p.
- CHAVEZ, DSF. 2023. Azúcar, “manejo agronómico del cultivo de caña de pativilca”, (*Saccharum officinarum* L.) EN EL VALLE. .
- Clavijo, CO. 2016. Manual de producción de forraje *Pennisetum* sp cuba om-22. s.l., s.e. 36 p.
- E. Orozco B. 2002. Bancos forrajeros de *Cratylia Argentea* Cv. veraniega: la nueva visión de manejo agrosilvopastoril en los sistemas ganaderos de la Región del Pacífico Central. 52(1):1-5.
- Elvira, SD. 2018. Manejo de residuos solidos organicos (purines) procedentes de acorralados granja

- ovino- caprina, mediante la implementacion de una compostera. *International Journal of Physiology* 6(1):2018.
- Gallego-castro, LA. 2017. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl . A Gray bajo tres. 28.
- Gallego-Castro, LA; Mahecha-Ledesma, L; Angulo-Arizala, J. 2016. Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana* 28(1):213. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21671>.
- Gil Abinader, L. 2014. *Argricultura orgánica*. s.l., s.e. 79-96 p.
- Giraudó, C; Villar, ML; Villagra, S. 2014. Engorde de ovinos y caprinos a corral (en línea). s.l., s.e. 1-50 p. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/146-MANUAL_DE_OVINOS.pdf.
- Gómez-Merino, F. 2018. CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES: EXPERIENCIAS GENERADAS CON CAÑAS FORRAJERAS. 10:70-75.
- Gutiérrez, C; Mendieta, G. 2022. Silvopastoral systems: an alternative for sustainable cattle ranching. 22:46-52.
- Hipólito Castillo Tovar. 2015. Fertilización nitrogenada en maíz (en línea). 21(1):1-9. Disponible en [http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Boletin Electronico V.1, No.1.pdf](http://inifapcirne.gob.mx/Eventos/2015/Boletin_Electronico_V.1_No.1.pdf).
- IICA. 2016. Sistemas silvopastoriles establecimiento y uso en República Dominicana. Árboles Y Arbustos Dispersos En Potreros :48.
- Köbrich, C; Castellaro, G; Williams, P; Cox, JF; Pérez, P; Sandoval, C; Ovalle, C; Torres, C; Contreras, C. 2021. Manual de producción caprina en contexto semiárido. :208.
- Martínez, L. 2005. El estiercol y las practicas agrarias respetuosas con el ambiente (en línea). Hojas divulgadoras :24. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_01.pdf.
- Murgueitio, EE; Galindo, WF; Chará, JD; Uribe, F. 2016. Establecimiento y Manejo de Sistemas Silvopastoriles Intensivos con *Leucaena* (en línea). s.l., s.e. 231 p. Disponible en <http://www.cipav.org.co/emssil/SSPiLeucaena.pdf>.
- Olivares-Campos, M; Hernández-Rodríguez, A; Vences-Contreras, C; Jáquez-Balderrama, J; Ojeda-Barrios, D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo Worm compost and dairy cattle manure compost

- as fertilisers and in soil improvement (en línea). Universidad y Ciencia Tropico Humedo 28(1):27-37. Disponible en www.universidadyciencia.ujat.mx.
- Orchardson, E. 2020. El nitrógeno en la agricultura (en línea, sitio web). Consultado 12 nov. 2023. Disponible en <https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/>.
- ORGANIC, U. 2008. Agricultura Sustentable Hoja de Datos : Estiércol en Sistemas de Producción Orgánica. :1-4.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2009. La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050 (en línea). Fao :1-4. Disponible en <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/I>.
- Ramírez Chávez, LM. 2009. Metodología sistémica para obtener composta a partir del reciclaje de basura organica. :92.
- Roa Triana, J. 2018. Análisis del efecto del establecimiento de un sistema silvopastoril de un banco forrajero con *Tithonia diversifolia* sobre las características físicas y químicas del suelo en el pie de monte llanero colombiano (en línea). :60. Disponible en <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/1027/1/TRABAJO DE GRADO.pdf>.
- Somarriba, Ricardo; Guzmán, F. 2002. Guía de lombricultura. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de La Rioja (4):20.
- Sotomaior, CS; Mario, P; Rucik, D; Hugo, V; Gamboa, P. 2019. OVEJAS, CABRAS Y CAMÉLIDOS EN LATINOAMÉRICA: producción, salud y comercialización. .
- Torres, M. 2002. Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Maíz-2002 (en línea). :8-11. Disponible en <https://www.profertilnutrientes.com.ar/archivos/fertilizacion-nitrogenada-del-cultivo-de-maiz>.
- Giraldo-Arango, D. M., Mejía-Salazar, J. C., & Ramírez-Castaño, J. A. (2021). Caracterización agronómica y potencial productivo de *Tithonia diversifolia* (Botón de Oro) en el trópico alto de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), 308-320.
- Chávez-López, A., Pérez-López, A., García-Sánchez, J., & Rodríguez-Sánchez, A. (2017). Caracterización fisicoquímica de lixiviados de vermicompost procedentes de distintos residuos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 1059-1066.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Inicio de parcela de forraje botón de oro, siembra por estaca.



Anexo 2. Desarrollo de Forraje botón de oro establecida la parcela.



Anexo 3. Aprovechamiento de forraje botón de oro al sistema ganadero de la finca.



Anexo 4. Inicio de parcela de forraje de caña por estaca bajo el método de siembra horizontal continúa.



Anexo 5. Banco forrajero cuba 22.



Anexo 6. Aplicación de lixiviado en los bancos forrajeros.



Anexo 7. Muestras de biomasa fresca.



Anexo 8. Análisis del contenido de materia seca y % de humedad de los pastos.



Registro de peso Inicial, final y ganado en el ganado

N°	Ovejos	Sexo	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Peso Ganado Kg
1	ovejo adultos	Macho	46.27	50.80	4.54
2		Hembra	36.74	31.30	-5.44
3		Hembra	27.22	28.12	0.91
4		Hembra	19.05	27.67	8.62
5	oveja Jovenes	Hembra	31.75	32.66	0.91
6		Hembra	27.22	31.75	4.54
7		Hembra	16.33	24.49	8.16

N°	Cabras	Sexo	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Peso Ganado Kg
1	Cabro Adultos	Macho	20.87	24.49	3.63
2		Hembra	24.04	27.67	3.63
3		Hembra	33.57	36.74	3.18
4	Cabro Joven	Hembra	8.62	16.33	7.71

N°	Ovejos Nacidos	Sexo	Peso Inicial Kg	Peso Final Kg	Peso Ganado Kg
1	Café oscuro	Hembra	2.72	7.71	4.99
2	Café negra	Hembra	1.36	4.08	2.72
3	Café claro	Macho	2.27	6.35	4.08

Anexo 9. Análisis de laboratorio de bromatológico del botón de oro.



Carrera de
Agroindustria Alimentaria

Honduras
Valle del Yeguaré, km 30
carretera de Tegucigalpa a Danlí.
Francisco Morazán, Honduras, C.A.
Tel: (504) 2287-2000 ext. 2001 / 20004
Fax: (504) 2776-6247
zamorano@zamorano.edu

United States
1701 Pennsylvania Ave. NW,
Suite 300.
Washington, DC 20006
Tel: (202) 461-2242
Fax: (202) 580-6559
wdc@zamorano.edu

Informe de ensayos

Reporte LAAZ 20231003
UNAG

Emitido por: Ing. Maria Morales

Reporte N° 20231003

Fecha de emisión: 07 de noviembre de 2023

Atención a Oscar Eduardo Godoy Benavides
Empresa Universidad Nacional De Agricultura
Dirección Catacamas, Olancho, Honduras
Número telefónico 504 3194-1157
Fecha de recepción 23 de octubre de 2023
Ensayos solicitados Ceniza, proteína, minerales
Finalización de ensayos 07 de noviembre de 2023

Descripción de muestras recibidas

Resumen de Muestras Analizadas

LAA*	Identificación	Análisis	Página
20231003-I	Forraje de botón de oro	Ceniza y Proteína	2
20231003-I	Forraje de botón de oro	Minerales	2

*LAA: Laboratorio de Análisis de Alimentos

NOTA ACLARATORIA: Los resultados de este reporte corresponden únicamente a la muestra evaluada en el laboratorio y su representatividad depende del muestreo realizado por el cliente.



Carrera de
Agroindustria Alimentaria

Honduras
Valle del Yeguaré, km 30
carretera de Tegucigalpa a Danlí.
Francisco Morazán, Honduras, C.A.
Tel: (504) 2287-2000 ext. 2001 / 20004
Fax: (504) 2776-6247
zamorano@zamorano.edu

United States
1701 Pennsylvania Ave. NW,
Suite 300.
Washington, DC 20006
Tel: (202) 461-2242
Fax: (202) 580-6559
wdc@zamorano.edu

Informe de ensayos

Reporte LAAZ 20231003
UNAG

Emitido por: Ing. Maria Morales

Resultados

1. 20231003-1: Forraje de botón de oro - Ceniza y Proteína.

20231003-1	Unidades	Concentración ¹	Limite de Cuantificación	Método de Referencia
Cenizas	g/100g	10.90	-	AOAC 923.03 ²
Proteína	g/100g	16.33	8.80	AOAC 2001.11 ³

²Referencia disponible en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?ID=83607833d681d26c8d307c4a5c78b14&mc=true&nnode=se21.2.101_19&rgn=div8

³Concentración promedio

Valores en base Húmeda

⁴Métodos Acreditados por AZLA (Certificado No. 3592-01)

2. 20231003-1: Forraje de botón de oro - Minerales.

20231003-1	Unidades	Concentración ¹	Limite de cuantificación	Metodo de referencia
Potasio (K)	mg/100g	2,758.12	-	AOAC 985.35
Calcio (Ca)	mg/100g	48.91	-	AOAC 985.35
Magnesio (Mg)	mg/100g	13.84	-	AOAC 985.35
Cobre (Cu)	mg/100g	0.47	-	AOAC 985.35
Hierro (Fe)	mg/100g	1.97	-	AOAC 985.35
Fósforo (P)	mg/100g	55.66	-	AOAC 991.25

¹Concentración promedio

Valores en base húmeda

Temperatura 24 °C

Anexo 10. Análisis de macro y micronutrientes del lixiviado y lombricompost sólida.



ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			
LSZ-MC-F31 INFORME DE RESULTADOS	ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS	Versión	2

Sistema de Gestión de Calidad ISO/IEC 17025


Solicitante	Fecha ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Página
Godoy Benavides	2023-10-21	2023-11-21	1 de 1
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Procedencia de la muestra	Informe N°
Olancho	2023-23	Olancho	2023-327,2


Código interno lab.	Muestra	pH	g/ml		g/100 g (%)								mg/Kg					Rel C/N
			Densidad	Humedad	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
23-O-3666	Muestra #5 Lixiviado	8.41	1.08	-	0.9	ND	ND	0.70	ND	ND	ND	321	ND	8	ND	ND	175	ND
23-O-3667	Muestra #6 Lombricompost	8.33	-	64.05	26.4	1.45	0.57	0.91	1.66	0.56	ND	395	25	7501	404	194	191	10.6


ND: NO DETECTADO

Metodos (En base seca): N: AOAC 2001.11. K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn:Digestión, determinándose por Espectrometría de absorción atómica de llama acetileno-aire (AOAC 965.09).P: Digestión, determinándose por colorimetría de azul de molibdeno. pH determinado en relación acuosa, Humedad: 48 h a 105 °C., M.O., Cenizas: Gravimetría, C.O.: 58% de la M.O.

El laboratorio no se hace responsable por el estado de la muestra al ingresar a nuestras instalaciones. Los resultados se relacionan solo con las muestras recibidas. El laboratorio se exonera de responsabilidad por reproducción parcial o total del informe, o el uso que pueda darselo. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis.

Vo. Bo.: 
Dr. Ricardo Peña Venegas
Director Unidad de Suelos


Ing. Eunice Aguilera Núñez
Responsable del análisis



E-mail: laboratoriosuelos@zamorano.edu, Tel: (504) 2287-2000 ext. 2316 Fax: (504) 2287-6242 Cel: +5049969-6846
Laboratorio de Suelos, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria Apartado Postal # 93 Tegucigalpa-Honduras. Km 30 Carret. Danlí

Cuadros del rendimiento de biomasa por cada forraje en kg/ha

Kg/M		Promedios KG/M	KG/HA ⁻¹	Promedios KG/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹
Muestra 1	5.95	5.61	59,500.00	56,133.33	Muestra 1	56.13
Muestra 2	4.96		49,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	5.93		59,300.00		Muestra 3	
Muestra 1	5.96	5.68	59,600.00	56,833.33	Muestra 1	56.83
Muestra 2	5.55		55,500.00		Muestra 2	
Muestra 3	5.54		55,400.00		Muestra 3	
Muestra 1	6.15	6.36	61,500.00	63,566.67	Muestra 1	63.57
Muestra 2	6.96		69,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	5.96		59,600.00		Muestra 3	

Muestra 1	7.31	6.75	73,100.00	67,466.67	Muestra 1	67.47
Muestra 2	6.96		69,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	5.97		59,700.00		Muestra 3	
Muestra 1	6.74	6.55	67,400.00	65,466.67	Muestra 1	65.47
Muestra 2	6.2		62,000.00		Muestra 2	
Muestra 3	6.7		67,000.00		Muestra 3	
Promedio		6.19		61893.33		61.89

Kg/M		Promedios Kg/ML	KG/HA ⁻¹	Promedios KG/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹
Muestra 1	1.8	3.17	18,000.00	31,700.00	Muestra 1	31.70
Muestra 2	3.78		37,800.00		Muestra 2	
Muestra 3	3.93		39,300.00		Muestra 3	
Muestra 1	2.96	3.02	29,600.00	30,166.67	Muestra 1	30.17
Muestra 2	2.55		25,500.00		Muestra 2	
Muestra 3	3.54		35,400.00		Muestra 3	
Muestra 1	2.15	2.69	21,500.00	26,900.00	Muestra 1	26.90
Muestra 2	3.96		39,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	1.96		19,600.00		Muestra 3	
Muestra 1	3.31	3.41	33,100.00	34,133.33	Muestra 1	34.13
Muestra 2	2.96		29,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	3.97		39,700.00		Muestra 3	
Muestra 1	4.74	3.88	47,400.00	38,800.00	Muestra 1	38.80
Muestra 2	3.2		32,000.00		Muestra 2	
Muestra 3	3.7		37,000.00		Muestra 3	
Promedio		3.234		32,340.00		32.34

		Rendimiento por ha- 1				
Cuba 22						
Kg/M ²		Promedios KG/M ²	KG/HA ⁻¹	Promedios KG/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹	TON/HA ⁻¹
Muestra 1	2.34	2.15	23,400.00	21,466.67	Muestra 1	21.47
Muestra 2	1.89		18,900.00		Muestra 2	
Muestra 3	2.21		22,100.00		Muestra 3	
Muestra 1	2.46	2.60	24,600.00	26,033.33	Muestra 1	26.03
Muestra 2	3.81		38,100.00		Muestra 2	
Muestra 3	1.54		15,400.00		Muestra 3	
Muestra 1	3.15	2.69	31,500.00	26,900.00	Muestra 1	26.90
Muestra 2	2.96		29,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	1.96		19,600.00		Muestra 3	
Muestra 1	2.43	2.72	24,300.00	27,200.00	Muestra 1	27.20
Muestra 2	1.96		19,600.00		Muestra 2	
Muestra 3	3.77		37,700.00		Muestra 3	
Muestra 1	2.99	2.67	29,900.00	26,700.00	Muestra 1	26.70
Muestra 2	2.13		21,300.00		Muestra 2	
Muestra 3	2.89		28,900.00		Muestra 3	
Promedio		2.57		25,660.00		25.66

Convertir \rightarrow Botón de Oro

NO:

DATE:

En el análisis de laboratorio se obtuvo por cada 100 g de Botón de Oro se obtuvo 16.33g(l) de Proteína ¿Cuántos kg se obtienen en 67893.33 kg/ha?

- Convertir

$$16.33/100 = 0.1633$$

- Multiplicar la Cantidad de Biomasa

$$= 0.1633 \times 67893.33 \text{ kg/ha} = 10043.67 \text{ kg/ha}$$

de proteína

$$\text{Proteína Cruda} = 10043.67 \text{ kg/ha}$$

$$\text{Ceniza} = 6760.67 \text{ kg/ha}$$