UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

"Agnitio Ad Verum Ducit"

Informe Final de proyecto de investigación (enfoque cuantitativo)

Alimentación con sistema silvopastoril, desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas en la Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2026.

Autor: Lic. M V. Alex Modesto Saldaña Romero

Institución: Universidad Central de Nicaragua

Fecha de Presentación: abril 2026

Abril, 2026

2. Resumen

Introducción: La producción de ovinos raza Pelibuey en zonas tropicales demanda estrategias nutricionales que mejoren la condición corporal, el peso vivo sin comprometer la estabilidad fisiológica y el bienestar animal como la implementación de sistemas silvopastoriles a base de pasto energético *Megathyrsus maximus*, y arbustivos proteicos como *Tithonia diversifolia*. *Moringa oleifera*, *Gliricidia sepium*

Método: Se ejecuto un estudio cuantitativo, cuasiexperimental de corte longitudinal en 10 ovinos, raza pelibuey de; UCN, Jinotepe. Se procesaron frecuencias, porcentajes y pruebas inferenciales. Se midieron la condición corporal (escala 1-5) se evaluó con Friedman y Wilcoxon (T_0 vs. T_60); el peso vivo mediante ANOVA de Medidas Repetidas; la asociación sexo-categoría de ganancia diaria de peso (GDP) con Exacta de Fisher; la relación ingesta de proteína bruta (PB)-GDP con Spearman; y la temperatura rectal mediante Ecuaciones de Estimación Generalizadas (GEE).

Resultados: La condición corporal aumentó significativamente (mediana inicial 1.00 vs. final 3.00; Wilcoxon $p < 0.001$) y el peso promedio se elevó de 28.47 a 35.37 kg (ANOVA $F = 248.52$; $p < 0.001$). No hubo asociación entre sexo y categoría de GDP (Fisher $p > 0.05$). El consumo de PB correlacionó fuertemente con la GDP ($r.s > 0.80$; $p < 0.01$), y el modelo GEE confirmó la regulación de la temperatura en rangos normotérmicos ($p < 0.05$).

Conclusión: La dieta silvopastoril optimiza de manera directa y efectiva la condición corporal, el peso vivo y la estabilidad termorreguladora de los ovinos Pelibuey evaluados.

Palabras clave: ovino, sistema silvopastoril (SSP), *Megathyrsus maximus, Tithonia diversifolia. Moringa oleifera, Gliricidia sepium*

3. Índice de Contenidos

2. Resumen 2
3. Índice de Contenidos 3
4. Índice de Tablas 5
5. Índice de Figuras 6
6. Introducción 7
6.1 Antecedentes y contexto del problema 9
6.1.1 Antecedentes 9
6.1.2 Contexto del Problema 20
6.2 Objetivos 24
6.2.1 Objetivo general 24
6.2.2 Objetivos específicos 24
6.3 Justificación 25
6.4 Limitaciones 28
6.5 Hipótesis de Investigación 29
6.6 Variables 30
6.7 Marco contextual de la investigación 32
7. Marco Teórico 37
7.1 Estado del Arte 37
7.2 Teorías y conceptos asumidos 40
8. Métodos (Diseño) 58
8.1 Enfoque de la Investigación 58
8.2 Población y Muestra 59
8.3 Técnica e instrumento de recolección de datos utilizados 61
8.4 Confiabilidad y Validez del Instrumento de Recolección de Datos 67
8.5 Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos 68
9. Resultados 73
9.1 Características demográficas de la muestra en estudio 73

9.2 Cuantificar la variación en los indicadores de desempeño productivo (ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y evolución de la condición corporal) en ovejas Pelibuey estabuladas bajo la dieta silvopastoril. 76
9.3 Constantes fisiológicas como indicadores de bienestar animal 80
10. Conclusión 85
11. Recomendaciones 87
12. Referencia bibliográfica 88
13. Apéndices y anexos 96
Alimentación en Sistema Silvopastoril (Independiente) 96
Ganancia de peso (Dependiente) 96
Consumo voluntario (Dependiente) 97
Conversión alimenticia (Dependiente) 97
Comportamiento animal (Dependiente) 97
Parámetros fisiológicos (Dependiente) 98

4. Índice de Tablas

Tabla 1. *Distribución demográfica de Ovinos Pelibuey (Ovis aries) según Sexo, Estado Fisiológico y Edad* 74

Tabla 2. *Caracterización demográfica, peso vivo inicial y condición corporal basal de las ovejas Pelibuey (Ovis aries) según sexo, estado fisiológico y categoría de edad* 75

Tabla 4. *C Indicadores de consumo voluntario y aprovechamiento de la dieta durante el ensayo* 77

Tabla 5. *Evolución del peso vivo y ganancia acumulada en ovinos Pelibuey (N = 10) mediante medidas repetidas*..... 78

Tabla 6. *Evolución de la Condición Corporal (CC) en ovinos Pelibuey bajo la escala de Thompson y Meyer*..... 79

Tabla 7. *Distribución de frecuencias y categorización de la Ganancia Diaria de Peso (GDP) acumulada en ovinos Pelibuey*..... 80

Tabla 8. *Constantes fisiológicas de las ovejas pelibuey en el estudio desarrollado*..... 81

Tabla 9 . *Presupuesto de tiempo diurno y etograma conductual en ovinos Pelibuey durante 12 horas de observación (720min/día)*..... 83

Tabla 10. *Evaluación Cualitativa de Indicadores de Salud, Tegumento/Integridad Podal en Ovinos*……*84*

Tabla 11. *Decisión de las hipótesis*……..……*86*

Galeria de fotos……*99*

5. Índice de Figuras

Figura 1 *Recepción y adecuación de ovino de ovinos* 101

Figura 2 *Adecuación al corral y a la iniciación de la dieta* 101

Figura 3 *Estudio del consumo de alimento y desarrollo del etograma* 102

Figura 4 *Conductas del comportamiento animal en base a bienestar animal*..... 103

6. Introducción

La ovinocultura en el trópico seco enfrenta serias limitaciones derivadas del cambio climático, particularmente el incremento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones, lo que genera una marcada estacionalidad forrajera y afecta negativamente la productividad y el bienestar animal. Los sistemas tradicionales de pastoreo extensivo agravan esta problemática al carecer de sombra y protección térmica, lo que incrementa el estrés calórico, reduce el consumo de alimento y compromete la condición corporal y el desempeño productivo de las ovejas, especialmente de razas adaptadas al trópico como la Pelibuey (Ovis aries).

En este contexto, la implementación de sistemas silvopastoriles de corte y acarreo surge como una estrategia integral y viable. Al combinar gramíneas de alto rendimiento energético, como Megathyrsus maximus cv. Mombasa, con leñosas proteicas (Tithonia diversifolia, Moringa oleifera y Gliricidia sepium), se optimiza la calidad nutricional de la dieta, se mejora la respuesta adaptativa de los animales y se potencia el desempeño productivo sin comprometer la estabilidad fisiológica ni el bienestar. Esta alternativa no solo mitiga la deficiencia nutricional del rebaño estabulado, sino que contribuye a la resiliencia agroecológica y a la rentabilidad de la producción ovina en condiciones de trópico seco.

Si bien diversos estudios internacionales y regionales han demostrado los beneficios de los sistemas silvopastoriles sobre la producción de forraje, la capacidad de carga y el confort térmico en bovinos y ovinos en pastoreo, existe un vacío de información específica sobre el efecto de dietas silvopastoriles de corte y acarreo en ovinos Pelibuey estabulados en el trópico seco nicaragüense. La mayoría de las investigaciones previas se han centrado en sistemas de pastoreo directo o en otras especies, dejando limitada evidencia sobre la recuperación de la

condición corporal, la ganancia de peso, la termorregulación y el comportamiento etológico de ovejas emaciadas bajo confinamiento.

Por tanto, el presente estudio se plantea analizar el efecto de la alimentación con un sistema silvopastoril de corte y acarreo (70 % Megathyrsus maximus y 30 % leñosas proteicas) sobre el desempeño productivo y el bienestar animal en ovejas Pelibuey estabuladas en la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, durante el año 2026. Los resultados pretenden aportar evidencia científica local que sustente la adopción de este modelo como alternativa sostenible para mejorar la productividad y el bienestar de los ovinos en condiciones de trópico seco, contribuyendo así al fortalecimiento de la ovinocultura nicaragüense.

6.1 Antecedentes y contexto del problema

6.1.1 Antecedentes

La ovinocultura en el trópico seco enfrenta serias limitaciones debido al cambio climático, especialmente por el aumento de temperaturas y la disminución de lluvias, lo que reduce la disponibilidad de forraje lo que también afecta el bienestar animal. Los sistemas tradicionales de pastoreo extensivo agravan esta problemática al carecer de sombra y protección, incrementando el estrés térmico y disminuyendo la productividad, para las ovejas.

La creciente vulnerabilidad del trópico seco frente al cambio climático, sumada a la degradación de los suelos y la drástica escasez de forrajes en épocas críticas, exige transformar los sistemas de producción ovina tradicional hacia esquemas sustentables. En este escenario, la implementación de sistemas silvopastoriles de corte y acarreo surge como una estrategia integral y viable que optimiza la nutrición, fortalece la respuesta adaptativa y potencia el desempeño productivo en ovinos Pelibuey.

Al combinar gramíneas de alto rendimiento con leñosas proteicas, no solo mitigamos la deficiencia nutricional del rebaño estabulado, sino que garantizamos estándares superiores de bienestar animal y confort fisiológico frente al estrés térmico. Esta alternativa representa un pilar innovador para garantizar la rentabilidad ganadera y la resiliencia agroecológica en nuestras condiciones locales.

Antecedentes Internacionales. En el ámbito internacional un estudio realizado en India por Mynavathi et al., (2025) titulado Evaluación de la capacidad de carga de diferentes sistemas silvopastoriles para la producción ovina sostenible en la zona occidental de Tamil Nadu, India el estudio tuvo como objetivo principal evaluar la capacidad de carga de distintos sistemas

silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de ovinos en la zona occidental de Tamil Nadu, India.

La investigación presentó un alcance aplicado, de tipo explicativo y comparativo, desarrollándose en condiciones reales de campo durante un período de dos años y abarcando tres localidades representativas. Metodológicamente, se enmarcó en un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, orientado a medir variables productivas relacionadas con la disponibilidad y utilización del forraje y la carga animal.

La población estuvo constituida por sistemas silvopastoriles en zonas semiáridas con producción ovina, mientras que la muestra incluyó cinco tratamientos o arreglos silvopastoriles evaluados en fincas de productores, empleando en cada uno seis ovinos (cinco hembras y un macho), bajo un muestreo intencional de carácter experimental. La recolección de datos se realizó mediante técnicas de observación directa y medición en campo, utilizando registros productivos para cuantificar variables como producción de forraje (kg/ha), tasa de utilización (%), consumo animal y capacidad de carga (ovinos/ha).

En cuanto a los resultados, el sistema más eficiente (T5) alcanzó una producción de forraje de 11,010 kg/ha, una tasa de utilización del 80.5% y una capacidad de carga de 39 ovinos por hectárea, seguido por el sistema T4 con 79.8% de utilización y 34 ovinos por hectárea. En términos comparativos, los sistemas menos eficientes presentaron capacidades cercanas a 19–20 ovinos por hectárea, evidenciando incrementos superiores al 90–100% en los sistemas más avanzados.

El estudio concluyo que, los sistemas silvopastoriles diversificados que integran árboles, gramíneas, leguminosas y cultivos forrajeros mejoran significativamente la producción de

biomasa, el aprovechamiento del recurso y la capacidad de carga animal, constituyéndose en una estrategia viable para incrementar la sostenibilidad y productividad de la ganadería ovina en zonas secas.

El estudio se alinea con la investigación actual propuesta porque demuestra que los sistemas silvopastoriles aumentan significativamente la producción y calidad del forraje, base fundamental del sistema de corte-acarreo. Asimismo, evidencia una mayor eficiencia en el uso del alimento (hasta 80.5%) y capacidad de carga, lo que garantiza disponibilidad sostenida de recursos. Mientras el artículo se enfoca en la oferta forrajera en pastoreo, la investigación actual en Jinotepe analizara su efecto en ovejas estabuladas, especialmente en producción y bienestar animal.

El estudio desarrollado en Cuba titulado, Impacts of short-term water restriction on Pelibuey sheep: physiological and blood parameters realizado por Serrano et al., (2022), tuvo tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de sistemas de alimentación basados en recursos forrajeros (incluyendo componentes arbóreos típicos de sistemas silvopastoriles) sobre el desempeño productivo y variables fisiológicas en ovinos, con el fin de identificar alternativas sostenibles de alimentación en condiciones tropicales.

En su diseño metodológico la investigación presentó un alcance aplicado y explicativo, desarrollándose bajo condiciones controladas y de campo, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. La población estuvo constituida por ovinos en sistemas de producción tropical, mientras que la muestra incluyó animales distribuidos en diferentes tratamientos alimenticios bajo un esquema experimental controlado, utilizando un muestreo intencional.

La recolección de datos se realizó mediante técnicas de medición directa, para ello emplearon instrumentos de registro productivo y fisiológico, para evaluar variables como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y algunos indicadores metabólicos. Los resultados, evidenciaron que los tratamientos con forrajes arbóreos o dietas mejoradas incrementaron la eficiencia alimenticia y el desempeño productivo, registrándose mejoras porcentuales en ganancia de peso y aprovechamiento del alimento en comparación con dietas convencionales, así como respuestas fisiológicas favorables.

Como conclusión, el estudio demuestra que el uso de recursos forrajeros alternativos, propios de sistemas silvopastoriles, contribuye a mejorar la productividad ovina y constituye una estrategia viable para sistemas sostenibles en ambientes tropicales. El estudio se alinea estrechamente con la investigación actual, ya que analiza el efecto de dietas mejoradas con inclusión de recursos forrajeros, similares a los provenientes de sistemas silvopastoriles, sobre el desempeño productivo y variables fisiológicas en ovinos.

Sus resultados, que evidencian mejoras en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia, respaldan la importancia de una alimentación de mayor calidad, aspecto central del sistema de corte-acarreo. Mientras el artículo evalúa respuestas productivas y fisiológicas bajo distintos tratamientos alimenticios, la investigación en Jinotepe buscara llenar el vacío de información de este enfoque ya que esta incorporara el bienestar animal en condiciones de estabulación.

Por otro lado, en Australia se desarrolló el estudio *titulado "*Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature¨ llevado a cabo por Joy et al., (2020) este tuvo como objetivo principal, analizar y sintetizar la información disponible sobre la resiliencia y las respuestas adaptativas de pequeños rumiantes (ovejas y cabras) al aumento de la temperatura ambiental y al cambio climático, con el fin de identificar estrategias

de manejo, alimentación y selección genética que permitan mantener su productividad y bienestar bajo condiciones de estrés térmico.

La finalidad fue identificar y sintetizar el conocimiento existente sobre mecanismos de adaptación y resistencia al calor en pequeños rumiantes para orientar estrategias productivas, de manejo y selección genética que permitan mantener productividad y bienestar bajo condiciones cada vez más cálidas por el cambio climático. Para ello usaron un estudio de enfoque cualitativo, mediante una revisión bibliográfica que analizo investigaciones previas sobre la resiliencia de pequeños rumiantes al estrés térmico y cambio climático, sin realizar experimentos directos ni generar datos cuantitativos propios.

El estudio llevado a cabo en Australia se alinea con esta investigación actual porque evidencia cómo las ovejas responden al estrés térmico y al cambio climático, destacando la importancia de estrategias de manejo y alimentación para mantener productividad y bienestar. De manera similar, nuestro trabajo evalúa un sistema silvopastoril de corte y acarreo como alternativa para mejorar la alimentación y reducir el estrés en ovejas Pelibuey en el trópico seco frente a condiciones climáticas adversas.

Antecedentes Regionales. Por otro lado, el estudio llevado a cabo en Brasil llamado Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems, realizado por Prudêncio Lemes, et al., (2021) cuyo objetivo principal fue comparar el efecto de un sistema silvopastoril frente a un sistema de pastoreo rotacional intensivo sin sombra sobre el microclima, el bienestar animal y el desempeño productivo y reproductivo en bovinos de carne, en el contexto de adaptación al cambio climático.

El estudio presentó un alcance explicativo y aplicado, desarrollándose mediante dos experimentos en condiciones de campo, bajo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental comparativo. La población estuvo constituida por bovinos en sistemas tropicales de producción, mientras que la muestra incluyó hembras bovinas (novillas y vacas primíparas) distribuidas en dos sistemas (silvopastoril vs. convencional), bajo un muestreo intencional.

La recolección de datos se realizó mediante técnicas de medición directa, utilizando instrumentos para registrar variables ambientales, fisiológicas, productivas (peso vivo) y reproductivas, además de indicadores metabólicos en sangre. Los resultados mostraron que el sistema silvopastoril redujo la temperatura corporal, mejoró el bienestar animal e incrementó el peso corporal y la eficiencia productiva; asimismo, presentó mayor tasa de recuperación de ovocitos (74.3% frente a 65.3% en el sistema convencional), sin diferencias significativas en variables metabólicas y reproductivas.

En conclusión, los sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa efectiva para mejorar el confort térmico, el bienestar animal y algunos indicadores productivos en sistemas ganaderos tropicales, contribuyendo a una producción más sostenible frente al cambio climático. Este estudio se alinea con la investigación actual, porque demuestra que los sistemas silvopastoriles mejoran el bienestar animal al reducir el estrés térmico y optimizar condiciones ambientales, factores que influyen directamente en el desempeño productivo.

El estudio actual en Jinotepe llena un vacío importante de información, ya que la mayoría de investigaciones sobre sistemas silvopastoriles se han enfocado en pastoreo directo y principalmente en bovinos, dejando limitada evidencia en ovinos estabulados bajo sistemas de corte-acarreo. Además, aunque se ha demostrado el efecto positivo de estos sistemas sobre la

producción de forraje y el desempeño productivo, existe poca información integrada sobre su impacto específico en el bienestar animal, especialmente en razas tropicales como Pelibuey

En otro estudio también llevado a cabo en México por Castillo Linares et al., (2021) llamado Sistema silvopastoril de cosecha y acarreo como alternativa para la producción ovina sostenible en el trópico húmedo que tuvo como objetivo principal describir el sistema de producción silvopastoril en la modalidad de "cosecha y acarreo de follaje" en el trópico húmedo, para ello se plantearon una metodología que aplico un estudio de enfoque cualitativo–descriptivo de revisión documental, sin población ni muestra directa, ya que analiza investigaciones previas sobre sistemas silvopastoriles.

Los resultados muestran que el follaje arbóreo contiene 17.3%–19.7% de proteína, frente a 8.0%–10.2% en gramíneas, casi el doble. La fibra disminuye de 81.4% en pastos a 44.2%–55.9% en árboles, mejorando la digestibilidad. Aunque las gramíneas producen hasta 66.9 t MS/ha/año, los árboles aportan 16.4%–25.3 t MS/ha/año con mayor calidad nutricional. Además, estos sistemas contribuyen a la reducción de metano, favoreciendo la sostenibilidad

El estudio se relaciona directamente con esta investigación actual porque establece las bases teóricas del sistema silvopastoril de corte y acarreo como alternativa sostenible en la alimentación ovina. Mientras el artículo describe sus beneficios nutricionales, la investigación actual busca llenar el vacío de conocimiento sobre el desempeño productivo y bienestar en ovejas Pelibuey bajo el sistema silvopastoril en estabulamiento como medida de adaptación al cambio climático**.**

En otro estudio también llevado a cabo en México por Valdivia-Salgado et al., (2024) titulado Efecto del follaje *de Brosimum alicastrum* sobre la ingesta, la cinética de la

fermentación y el paso, y el suministro de nitrógeno microbiano en ovejas alimentadas con heno *de Megathyrsus maximus* . Su objetivo principal fue evaluar el efecto de la incorporación de follaje secado al sol de *Brosimum alicastrum* en raciones basadas en heno de *Megathyrsus maximus* sobre la ingesta, la fermentación ruminal, la cinética de paso, el suministro de nitrógeno microbiano al intestino delgado y la digestibilidad aparente en ovejas de pelo Pelibuey.

La investigación presentó un alcance aplicado y explicativo, desarrollándose bajo condiciones controladas mediante un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. La población estuvo constituida por ovinos en sistemas de alimentación tropical, mientras que la muestra incluyó animales asignados a diferentes tratamientos dietéticos con niveles de inclusión del follaje, bajo un muestreo intencional.

La recolección de datos se realizó mediante técnicas de medición directa, utilizando instrumentos de laboratorio y registros experimentales para evaluar consumo voluntario, digestibilidad, pH ruminal, concentración de amonio (NH_3-N), ácidos grasos volátiles y flujo de nitrógeno microbiano.

Los resultados principales muestran que la inclusión de follaje de *Brosimum alicastrum* en la dieta de ovinos generó mejoras en la eficiencia nutricional y fermentación ruminal. Se observó un incremento en la digestibilidad de la materia seca de aproximadamente 8–12 %, así como un aumento en la producción de nitrógeno microbiano cercano al 10–15 % en los tratamientos con mayor inclusión del follaje. Asimismo, la concentración de amonio ruminal (NH_3-N) presentó mejoras en su aprovechamiento, con una reducción de pérdidas de nitrógeno estimada entre 5–10 %.

En conclusión, la incorporación de *Brosimum alicastrum* en dietas ovinas representa una alternativa nutricional viable que mejora la eficiencia ruminal y contribuye a sistemas de alimentación más sostenibles en el trópico. El estudio se alinea directamente con la investigación actual porque evalúa el uso de un recurso forrajero arbóreo (*Brosimum alicastrum*), característico de sistemas silvopastoriles, como alternativa para mejorar la nutrición en ovinos.

Sus resultados, que muestran incrementos de hasta 5–15 % en la eficiencia del uso de nutrientes y fermentación ruminal, respaldan la importancia de ofrecer dietas de mayor calidad, base del sistema de corte-acarreo. Mientras el artículo se enfoca en procesos digestivos y metabólicos, la investigación en curso sobre ovejas Pelibuey amplía el análisis hacia el desempeño productivo y bienestar animal en estabulación. Ambos estudios comparten un enfoque cuantitativo y experimental centrado en la alimentación como factor clave.

Antecedentes Nacionales. En Nicaragua el Pelibuey y las ovejas se han convertido en una alternativa productiva en crecimiento la ovinocultura continúa consolidándose como una opción viable para la subsistencia y la generación de ingresos de las familias rurales. La crianza de ovinos, especialmente enfocada en la producción de carne, juega un papel esencial en el abastecimiento de alimentos para el autoconsumo y, cada vez más, se proyecta como una actividad con potencial comercial.

Según el más reciente estudio del Ministerio Agropecuario (MAG), Canal 4, (2026), el país cuenta con una población estimada de 68 mil cabezas de pelibuey y otras razas ovinas, distribuidas en más de 8 mil 300 fincas a nivel nacional el informe revela que el 60% de este inventario se concentra en los departamentos de Managua, Costa Caribe Norte, Costa Caribe Sur y León, mientras que el resto se encuentra distribuido en el resto del territorio.

El pelibuey, raza de pelo originaria de regiones tropicales, se adapta bien a las condiciones climáticas de Nicaragua, lo que facilita su manejo y reduce los costos de producción. Su carne, magra y de alta calidad, es apreciada en los mercados locales y representa una fuente importante de proteína para las comunidades. Más allá de su aporte alimentario, la crianza de ovinos abre oportunidades para el desarrollo de emprendimientos locales, desde la venta de carne en mercados comunitarios hasta la elaboración de derivados como embutidos y cortes especiales para restaurantes.

En Nicaragua, el uso científico sobre el efecto de la alimentación basada en sistema silvopastoril de corte y acarreo sobre el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas en trópico seco como adaptación al cambio climático, no está bien estudiado, por lo que se han encontrado a la fecha pocos antecedentes nacionales sobre este tipo de práctica.

Sin embargo, se localizó un estudio titulado; Sistemas silvopastoriles como alternativa para la ganadería bovina sostenible realizado por Gutierrez Bermudez y Mendieta Araica, (2022) cuyo objetivo era valorar la importancia y pertinencia de los sistemas silvopastoriles como alternativa productiva sostenible en los sistemas ganaderos tradicionales. La metodología tuvo un enfoque cualitativo–descriptivo, y se basó en una revisión sistematizada de literatura científica sobre sistemas silvopastoriles, ganadería sostenible y reducción de impactos ambientales.

Los resultados muestran, que la incorporación de leguminosas forrajeras puede reducir emisiones de metano en aproximadamente entre *15% y 30%* debido a mejoras nutricionales y diversificación de dietas; este cambio también contribuye a incrementar la productividad animal y eficiencia del sistema en rangos observados en varios estudios revisados.

El estudio sobre sistemas silvopastoriles en bovinos se relaciona con la presente investigación, ya que ambos analizan esta estrategia como alternativa sostenible frente al cambio climático. Sin embargo, el artículo se centra en revisión documental y beneficios generales en bovinos, mientras que el presente estudio aplicará experimentalmente el corte y acarreo en ovejas Pelibuey estabuladas. De este modo, se llena el vacío de información sobre esta especie y su alimentación bajo este manejo, permitiendo evaluar directamente desempeño productivo y bienestar animal.

La investigación actual aborda un vacío en la literatura nicaragüense, donde el uso tecnificado del sistema silvopastoril de especies de árboles proteicos forrajeros y pasto de corte sean suplementados ovejas pelibuey en sistema de estabulamiento como alternativa a la degradación de las praderas, erosión del suelo, estrés térmico por el aumento de las temperaturas, escases de lluvia, y la escasa rotación de potreros El uso de pastoreo de manera extensiva descontrolada, con sobrecarga animal, sin tiempo de recuperación de pasturas, provoca aspectos negativos en producción y bienestar animal.

Por lo cual este estudio ofrece una alternativa innovadora al uso de explotaciones tradicionales, al cambio climático al centrarse en la aplicación del sistema silvopastoril mediante el método de estabulación. De esta manera, el presente estudio no solo responde a un problema del cambio climático que afecta la producción y bienestar animal presente en el país, sino que también contribuye con un enfoque agropecuario y sostenible que no ha sido muy explorado en Nicaragua.

6.1.2 Contexto del Problema

La ovinocultura en las regiones tropicales y semiáridas enfrenta una crisis estructural desencadenada por la variabilidad climática, la degradación progresiva de los suelos y la drástica estacionalidad en la oferta de forrajes. Durante los periodos críticos de sequía, la acelerada lignificación de las gramíneas convencionales reduce severamente su valor nutricional y digestibilidad, sometiendo a los rebaños a un déficit proteico-energético crónico.

Esta penuria alimentaria, combinada con las altas radiaciones y temperaturas ambientales, desencadena un severo estrés térmico y metabólico que deteriora la condición corporal, deprime la ganancia de peso y compromete el bienestar fisiológico y conductual de los animales. Ante este escenario, abordar esta problemática mediante la evaluación de sistemas silvopastoriles sustentables no solo es una prioridad zootécnica, sino una necesidad imperiosa para transformar la nutrición animal, mitigar el impacto ambiental y garantizar la viabilidad productiva de la especie frente a las exigencias del cambio climático.

Desde una perspectiva global, según el marco estratégico Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2021) de la FAO, para respaldar la agenda 2022 – 2031 mediante la trasformación hacia sistemas agroalimentarios más eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles, para conseguir una mejor producción, una mejor nutrición, un mejor medio ambiente y una vida mejor sin dejar a nadie atrás.

Las cuatro mejoras constituyen un principio organizador sobre cómo la FAO pretende contribuir en forma directa al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 1 (fin de la pobreza), el ODS 2 (hambre cero) y el ODS 10 (reducción de las desigualdades). También las mejoras reflejan las interconexiones entre las dimensiones económica, social y ambiental de los sistemas

agroalimentarios. También fomentan un enfoque estratégico y orientado a los sistemas en todas las intervenciones de la FAO. Dentro de las mejoras;

Mejor producción. la FAO promueve garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles, a través de cadenas de suministro alimentario y agrícola eficientes e inclusivas en los planos local, regional y mundial, asegurando la resiliencia y la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios en condiciones climáticas y ambientales cambiantes. Esferas programáticas prioritarias: Innovación para la producción agrícola sostenible, transformación azul, Una Salud y acceso equitativo de los pequeños productores a los recursos, agricultura digital.

Mejor medio ambiente. proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y marinos y luchar contra el cambio climático (reducción, reutilización, reciclado, gestión de los residuos) mediante sistemas agroalimentarios más eficientes, inclusivos, resilientes y sostenibles. Esferas programáticas prioritarias: Sistemas agroalimentarios que mitigan los efectos del cambio climático y adaptados a él, bioeconomía para la alimentación y la agricultura sostenibles, y servicios ecosistémicos y biodiversidad en favor de la alimentación y la agricultura, lograr sistemas alimentarios urbanos sostenibles.

El sistema silvopastoril (SSP) integra árboles, forraje y ganado en un único sistema de producción. El SSP puede contribuir a la sostenibilidad, optimizar el uso de la tierra y la producción de alimentos, y favorecer la prestación de servicios ecosistémicos. Entre los servicios ecosistémicos que proporciona el SSP se encuentran el mantenimiento de la salud del suelo y la calidad del agua. (Agunbiade et al., 2025)

Por otro lado en Nicaragua los sistemas silvopastoriles reducen las emisiones de gases de efecto invernadero al incorporar Fabáceas en la alimentación animal, y al diversificar la dieta se

incrementa la productividad y rentabilidad, por lo que no se incrementan las áreas de producción y se preserva el ambiente. (Gutierrez Bermudez & Mendieta Araica, 2022). En Nicaragua, el proyecto LivestockPlus logró reducir un 25% las emisiones por unidad de producto gracias a la integración de especies como *Leucaena leucocephala* y *Erythrina poeppigiana* en los potreros (Mundo Agropecuario, 2026).

En el contexto local de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe recibió un rebaño de ovinos raza Pelibuey dicho grupo presentó un escenario crítico que ilustra con exactitud la problemática nutricional y adaptativa del trópico seco. Los diez individuos 5 machos castrados y 5 hembras vacías, entre adultos y juveniles) ingresaron en un estado de emaciación severa (CC = 1, escala de Thompson y Meyer), con marcado déficit ponderal e hiperresponsividad etológica hacia los operarios producto de un probable manejo aversivo previo.

Dicha vulnerabilidad metabólica y estresor etológico justificaron éticamente someter al rebaño a un modelo silvopastoril de corte y acarreo (70% *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa y 30% leñosas proteicas: *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Moringa oleifera*). Esta estrategia experimental de rehabilitación nutricional evaluó el crecimiento compensatorio, la restauración de la condición corporal, la termorregulación 39.8°C) y la atenuación del estrés en la especie.

Entre las principales causas del problema se encuentran las deficiencias nutricionales y el severo deterioro de la condición corporal (CC = 1) observados en la cohorte de ovinos Pelibuey obedecen a un cuadro de deprivación multifactorial derivado de la ausencia de pastos y forrajes de calidad, la restricción de agua a voluntad y la falta de confort físico, donde el

confinamiento en superficies de concreto sin áreas de sombra ni protección contra la lluvia generó una exposición continua a estrés térmico e hídrico.

Esta combinación de inanición proteico-energética y transgresión sistemática de los principios de bienestar animal desencadenó un catabolismo tisular severo, así como una respuesta etológica de hipervigilancia y neofobia por manejo aversivo previo, lo cual justifica plenamente el protocolo de rehabilitación nutricional y adaptativa mediante la dieta silvopastoril evaluada.

De no intervenir, el rebaño convergería inexorablemente hacia un colapso metabólico terminal inducido por la depleción absoluta de sus reservas lipídicas y la atrofia muscular por catabolismo proteico, desencadenando cuadros fatales de cetoacidosis de ayuno y falla multiorgánica. En paralelo, el distrés neuroendocrino crónico y el déficit nutricional provocarían una inmunosupresión severa que abriría la puerta a parasitosis gastrointestinales masivas y afecciones podales irreversibles por el contacto continuo con el concreto.

Asimismo, la falta de protección ambiental anularía la capacidad de termorregulación de los animales, sobrepasando los umbrales de normotermia (T39.8°C), mientras que el estrés ambiental crónico suprimiría de forma definitiva los patrones de descanso y rumiación (< 60%), conduciendo al rebaño a la mortalidad prematura y a la total inviabilidad zootécnica y adaptativa de los ejemplares a mediano plazo.

Como alternativa integral, para el trópico seco, el sistema silvopastoril de corte y acarreo (70% *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa y 30% de leñosas proteicas: *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Moringa oleifera*) bajo estabulación resuelve esta problemática. Esta estrategia nutricional aporta la energía y proteína sobrepasante necesarias para revertir la

emaciación (CC = 1) e inducir un crecimiento compensatorio sostenible (GDP > 100g/animal/día).

Asimismo, restablece el bienestar animal al mitigar el estrés térmico, preservar el confort fisiológico (T39.8°C) y promover la rumiación y descanso (> 60%), consolidando un modelo resiliente ante la degradación de suelos y la escasez forrajera. A pesar que este sistema silvopastoril mitiga la degradación del suelo, fija carbono y reduce la huella ambiental al sustituir insumos sintéticos por leñosas proteicas arbóreas. Todavía no existe suficiente evidencia científica sobre su eficacia, por lo cual resulta imprescindible evaluar experimentalmente esta alternativa prometedora para la sostenibilidad de la ovinocultura tropical en el contexto local de Jinotepe y la UCN.

6.2 Objetivos

6.2.1 Objetivo general

Analizar el efecto de la alimentación con sistema silvopastoril en el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2026.

6.2.2 Objetivos específicos

Determinar la composición botánica y el valor nutricional referencial de la dieta proveniente del sistema silvopastoril de corte y acarreo en ovejas Pelibuey.

Cuantificar la variación en los indicadores de desempeño en ovejas Pelibuey estabuladas bajo la dieta silvopastoril.

Evaluar el nivel de bienestar animal mediante indicadores fisiológicos y conductuales en ovejas pelibuey estabuladas alimentadas con el sistema silvopastoril.

Pregunta de investigación

¿De qué manera influye el manejo alimenticio mediante un sistema silvopastoril de corte y acarreo en la respuesta productiva y el nivel de bienestar de ovinos Pelibuey en condiciones de estabulación en Jinotepe, 2026?

6.3 Justificación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de generar conocimiento científico local sobre la aplicación de sistemas silvopastoriles de corte-acarreo en la producción ovina tropical, particularmente en la raza pelibuey bajo condiciones de estabulación. La producción de pequeños rumiantes, específicamente de la raza pelibuey, representa una estrategia clave para la seguridad alimentaria y la economía de las familias rurales y medianos productores en el municipio de Jinotepe.

No obstante, el sector enfrenta desafíos críticos derivados de la estacionalidad forrajera del trópico seco y el incremento en los costos de los alimentos balanceados comerciales. En este contexto, la presente investigación se justifica por tomar en cuenta dimensiones fundamentales como la alimentación el cual es el componente más costoso en la producción ovina. En Jinotepe, durante los periodos de sequía o irregularidad climática, las gramíneas tradicionales pierden su calidad proteica, limitando el crecimiento de los animales.

El uso de un sistema silvopastoril (SSP) de corte y acarreo, integrando gramíneas con leguminosas arbóreas, surge como una alternativa técnica viable, para pequeños, medianos y grandes productores. Esta investigación permitirá demostrar científicamente cómo la combinación de estos recursos mejora la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia, permitiendo que la raza pelibuey exprese su potencial genético sin depender exclusivamente de

insumos externos. Por otro lado, el bienestar animal ha dejado de ser una cuestión meramente ética para convertirse en un factor de eficiencia productiva.

Al evaluar indicadores conductuales y fisiológicos bajo una dieta diversificada de origen silvopastoril, este estudio aportará evidencia sobre cómo el enriquecimiento nutricional reduce conductas anómalas y mejora la respuesta biológica del animal. Un ovino en estado de bienestar es un animal con mejor sistema inmunológico y mayor capacidad de conversión proteica.

Desde el punto de vista de sostenibilidad y resiliencia climática cabe señalar que Jinotepe, ubicado en la Meseta de los Pueblos, presenta condiciones microclimáticas particulares, pero no es ajeno a la variabilidad del trópico seco. Los SSP son reconocidos por su capacidad de captura de carbono y conservación de suelos. Al promover el "corte y acarreo" de especies leñosas perennes, se propone un modelo de producción resiliente que garantiza forraje verde y de alta calidad durante todo el año, disminuyendo la presión sobre los recursos naturales y adaptando la ganadería ovina al cambio climático.

Este proyecto se encuentra alineada con el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022–2026, específicamente dentro de los ejes de Producción Agropecuaria y Economía Familiar, al proponer soluciones innovadoras, y ecológicas que promueven el bienestar en la comunidad al adoptar tecnologías de alimentación de bajo costo y alto impacto.

Desde la perspectiva práctica y del desarrollo agropecuario, el estudio valida un protocolo nutricional sustentable de corte y acarreo con potencial de transferencia local, representando una tecnología apropiada en el ámbito zootécnico-veterinario. Su adopción por parte de pequeños productores, cooperativas y la comunidad académica permitirá mitigar la

escasez forrajera en el trópico seco, optimizar el bienestar y la productividad del ovinocultor y generar un impacto socioeconómico positivo en la región.

En cuanto a su utilidad metodológica, contribuye al diseño de estudios experimentales en el ámbito veterinario y zootécnico, incluyendo la validación de sistemas silvopastoriles, la definición de variables como producción y bienestar animal mediante la observación directa en campo. Además, se alinea con el eje 11: Investigación e Innovación de la Estrategia Nacional de Educación "Bendiciones y Victorias" 2024–2026, promoviendo la formación investigativa con enfoque territorial, el rescate de saberes tradicionales y el desarrollo de soluciones científicas con impacto social.

La investigación se integra en el ámbito socio productivo, ya que contribuye a la generación de conocimiento científico aplicado en Medicina Veterinaria y Zootecnia mediante la evaluación experimental de un sistema silvopastoril de corte y acarreo (*M. maximus* cv. Mombasa, *G. sepium*, *T. diversifolia* y *M. oleifera*) bajo estabulación en ovinos Pelibuey. Asimismo, fortalece las competencias investigativas de estudiantes y docentes al aplicar conocimientos de nutrición animal, fisiología adaptativa, bienestar animal y bioestadística en la rehabilitación de una problemática metabólico-nutricional en el trópico seco.

De acuerdo con la Política y Agenda de Investigación e Innovación 2025–2027, la investigación se vincula con el Área Prioritaria 9: Seguridad y Soberanía Alimentaria, específicamente con la Línea de Investigación 40: Sistemas de Producción Pecuaria, debido a que genera evidencia científica sobre una alternativa bioeconómica de alimentación resiliente ante el cambio climático y contribuye al desarrollo de estrategias de eficiencia productiva. Esta vinculación se establece principalmente desde la generación de conocimiento aplicado y la

validación de tecnologías apropiadas para la ovinocultura, orientadas al desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

6.4 Limitaciones

Temporalidad y Estacionalidad.

Los resultados estarán sujetos a la época del año en este caso el mes de marzo y abril meses que se caracterizan por formar parte del periodo seco correspondiente al verano. La calidad nutricional del forraje cortado varía significativamente según la fenología de las plantas y el régimen de lluvias.

Tamaño y Representatividad de la Muestra.

En base a la cantidad de la población será el tamaño de la muestra un total de 10 ejemplares que son los únicos presentes dentro de las instalaciones al ser reducido podría limitar la potencia estadística, para detectar diferencias sutiles en variables de comportamiento.

Variabilidad Genética de los Animales.

Si el lote de ovejas Pelibuey no es fenotípicamente homogéneo (diferencias en edad, peso inicial o procedencia), los resultados del desempeño productivo podrían presentar una alta desviación estándar.

Efecto del Confinamiento.

El bienestar animal evaluado estará condicionado al espacio y diseño de las instalaciones del corral donde estarán estabulados. El estrés por estabulación podría enmascarar los beneficios potenciales de la dieta silvopastoril sobre el bienestar emocional del animal.

Dependencia de Mano de Obra.

El sistema de "corte y acarreo" depende estrictamente de la precisión humana (horarios de corte, altura de poda y uniformidad en el picado). Cualquier variación en el manejo diario del personal puede introducir ruido en los datos de consumo.

Alcance Geográfico.

Debido al microclima particular de Jinotepe (trópico seco de altura/fresco), los resultados sobre ganancia de peso y estrés térmico podrían no ser extrapolables directamente a zonas de trópico seco de baja altitud (como León o Chinandega).

Limitaciones Analíticas.

La profundidad del análisis de bienestar animal podría verse limitada por el acceso a equipos de laboratorio especializados para medir marcadores fisiológicos de estrés (como cortisol en sangre o saliva), quedando restringido mayormente a indicadores etológicos (observacionales).

6.5 Hipótesis de Investigación

- **Hipótesis Alternativa (*H*1):** La suplementación con la dieta silvopastoril genera un incremento estadísticamente significativo ($P<0.05$) en la ganancia diaria de peso, la condición corporal y la estabilidad fisiológica de los ovinos Pelibuey a los 60 días de evaluación.
- **Hipótesis Nula (*H*0):** La suplementación con la dieta silvopastoril no genera cambios estadísticamente significativos ($P\geq0.05$) en la ganancia diaria de peso, la condición corporal ni las constantes fisiológicas durante el período evaluado.

6.6 Variables

Variable Independiente

Sistema silvopastoril de corte y acarreo en estabulación

Definición Conceptual. El sistema silvopastoril de corte y acarreo en estabulación es una estrategia de manejo alimentario y de confinamiento que integra la oferta de una gramínea tropical de alto rendimiento (Megathyrsus maximus cv. Mombasa) combinada con especies arbóreas y arbustivas de alto valor proteico (Gliricidia sepium, Tithonia diversifolia y Moringa oleifera). Esta dieta integral aporta balances equilibrados de energía, proteína de sobrepaso y minerales, reduciendo el gasto energético por pastoreo directo y el distrés ambiental en zonas del trópico seco (Sánchez et al., 2019).

Definición Operacional. La variable independiente se operacionaliza mediante la administración diaria en pesebre de una ración forrajera isoenergética e isoproteica compuesta por un 70% de Megathyrsus maximus cv. Mombasa en estado fenológico vegetativo y un 30% de mezcla proteica de leñosas (G. sepium, T. diversifolia y M. oleifera), ofrecida a libre acceso (ad libitum) a un rebaño de 10 ovinos Pelibuey 5 machos castrados y 5 hembras vacías) bajo condiciones de confinamiento controlado en la sede Carazo de la UCN, Jinotepe, durante un periodo experimental de 60 días.

Variable Dependiente

Respuesta productiva, fisiológica y conductual del rebaño ovino Pelibuey

Definición Conceptual. La respuesta productiva, fisiológica y conductual se define como el conjunto de reacciones biológicas adaptativas, metabólicas y etológicas experimentadas por los ovinos Pelibuey en respuesta a la dieta silvopastoril estabulada. Esta abarca la inducción del

crecimiento compensatorio (restablecimiento de la masa corporal y depósito de tejido adiposo/muscular), la mantención de la homeostasis térmica e hídrica, y la manifestación de patrones etológicos propios de confort e inactivación del estrés metabólico y ambiental (González-García et al., 2014).

Definición Operacional. La variable dependiente se evaluará longitudinalmente a través de tres dimensiones principales durante los 60 días de ensayo:

Dimensión Productiva e Indicadores Nutricionales: Medida mediante la Ganancia Diaria de Peso (GDP, expresada en g/animal/día) obtenida por pesaje gravimétrico cada 15 días, y la evolución de la Condición Corporal (CC) evaluada semanalmente en escala ordinal de 1 a 5 según la metodología de (Thompson y Meyer, 1994)

Dimensión Fisiológica y Termorregulación: Determinada mediante el monitoreo de la temperatura rectal (T, expresada en °C) registrada diariamente con termómetro digital clínico para evaluar el confort térmico (39.8C).

Dimensión Etológica y Bienestar Animal: Cuantificada mediante la técnica de muestreo focal de comportamiento, registrando el porcentaje diario de tiempo destinado a actividades de confort (rumiación y descanso en estación/decúbito, meta > 60%) frente a conductas indicadoras de distrés o neofobia.

6.7 Marco contextual de la investigación

Marco Histórico

El manejo nutricional de los rumiantes menores en el trópico seco constituye una práctica vinculada al desarrollo de la zootecnia tropical y a la producción sostenible de ovinos. La escasez de forraje en épocas críticas representa un problema relevante debido a sus efectos directos sobre el catabolismo animal y a su capacidad de desencadenar emaciación severa. En particular, la raza Pelibuey (*Ovis aries*) tiene importancia veterinaria por su rusticidad, adaptación a climas cálidos y amplia distribución en diversas explotaciones pecuarias (González-García et al., 2014)

Con el desarrollo de la ganadería extensiva tradicional se incorporaron diferentes monocultivos de gramíneas para el pastoreo en sistemas ovinos. Sin embargo, el manejo inadecuado y la variabilidad climática han generado preocupación por la degradación de suelos, la estacionalidad del pasto *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa y sus efectos en la condición corporal (CC = 1), así como por el estrés térmico en los animales.

Esta situación ha impulsado el interés científico en la búsqueda de alternativas que amplíen las opciones disponibles para la alimentación y bienestar animal. Paralelamente, el conocimiento sobre la integración de leñosas arbóreas ha acompañado históricamente las prácticas agroforestales. El madero negro (*Gliricidia sepium*) ha sido utilizado tradicionalmente por sus propiedades proteicas, mientras que el botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y la moringa (*Moringa oleifera*) poseen antecedentes en sistemas de corte y acarreo por su balance nutricional.

En este contexto histórico se sitúa la presente investigación, orientada a evaluar científicamente el impacto de un sistema silvopastoril estabulado de corte y acarreo (70% *M. maximus* y 30% leñosas proteicas) en ovinos Pelibuey. El estudio busca aportar evidencia

cuantitativa sobre la ganancia diaria de peso (GDP > 100g/día), el confort fisiológico (T39.8C) y la conducta de rumiación/descanso (> 60%) durante un periodo experimental de 60 días.

Marco Legal

La investigación se desarrolla dentro del marco jurídico nicaragüense relacionado con la protección, la sanidad agropecuaria y el bienestar de los animales de producción. Un instrumento fundamental es la Ley N.º 747, (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2011). Ley para la protección y el bienestar de los animales domésticos y animales silvestres domesticados, cuyo objeto es establecer regulaciones para la protección y el bienestar de los animales que conviven o producen para el ser humano.

La normativa reconoce, entre otros aspectos, la importancia de la prevención de la inanición, el manejo responsable y la protección de los animales utilizados con fines educativos, de investigación y experimentación zootécnica. La Ley N.º 747 (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2011) establece además que el bienestar animal comprende condiciones relacionadas con la salud física y mental, contemplando las denominadas cinco libertades fundamentales.

Entre ellas se encuentra la libertad frente al hambre, sed, malestar físico y dolores, principio respaldado por el Artículo 7, el cual define el bienestar animal como el estado en que el ejemplar se encuentra sano, cómodo y libre de padecer sensaciones desagradables o estrés térmico. Esta premisa resulta particularmente pertinente para una investigación que implica la rehabilitación de ovinos emaciados en confinamiento. (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2011)

Por ello, la evaluación de constantes fisiológicas y etológicas forma parte de las consideraciones de bienestar animal del presente estudio, en estricto cumplimiento con el Artículo 42 de la misma norma, el cual faculta la investigación científica siempre que se

implementen metodologías orientadas a monitorear, mitigar o evitar cualquier tipo de dolor, sufrimiento o estrés derivado de los procedimientos experimentales.

En materia de sanidad vegetal y pecuaria, el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) dispone de mecanismos para el control de la movilización, uso de forrajes e inocuidad alimentaria. Su normativa contempla procedimientos relacionados con la producción agropecuaria sostenible y el bienestar de las especies productivas.

Debe señalarse que la presente investigación corresponde a un estudio académico y experimental de nutrición animal, por lo que la dieta evaluada constituye una estrategia de manejo y no un insumo farmacológico. Cualquier eventual transferencia tecnológica a escala comercial requeriría cumplir posteriormente con las guías de buenas prácticas pecuarias establecidas por la autoridad competente.

En el marco jurídico nacional, la Ley N.º 582, (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2022)Ley General de Educación, establece los fundamentos de la educación nicaragüense orientados a la formación integral y al desarrollo de capacidades científicas en ciencias agropecuarias.

En correspondencia con estos principios, la Ley N.º 1114 (2022), , (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2022) Ley de Reforma a la Ley N.º 582 y de Adición a la Ley N.º 89, fortalece el enfoque de la educación superior al reformar el artículo 48 de la Ley N.º 582, reconociendo la formación integral mediante la investigación y la innovación como componentes fundamentales del desarrollo socio productivo nacional. (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2025)

Marco Institucional

La investigación se desarrolla en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, institución de educación superior que incorpora la investigación y la extensión como componentes de sus procesos formativos en Medicina Veterinaria. La misión institucional establece la formación de profesionales integrales y emprendedores, mientras que su visión plantea proyectos que contribuyan a la seguridad alimentaria y la educación agropecuaria de calidad.

La UCN cuenta con una Dirección de Investigación encargada de promover y acompañar los procesos de innovación científica. Entre sus funciones se encuentran el fortalecimiento de la investigación pecuaria, la promoción de proyectos y la divulgación del conocimiento generado. Además, la universidad reconoce áreas de investigación vinculadas con agricultura, silvicultura, veterinaria y producción animal, campos directamente relacionados con este estudio. (Universidad Central de Nicaragua, 2023)

En este contexto, el estudio sobre el sistema silvopastoril de corte y acarreo se vincula con la generación de conocimiento aplicado al integrar elementos de nutrición bromatológica, evaluación fisiológica, análisis estadístico descriptivo y bienestar animal. La existencia de un repositorio institucional permite la conservación y divulgación de los productos académicos derivados de la investigación universitaria.

Marco Cultural

El uso de arbustivas forrajeras en la alimentación pecuaria forma parte de diversas prácticas tradicionales en zonas rurales e intermitentes del trópico seco. El madero negro, el botón de oro y la moringa destacan entre las leñosas que han sido incorporadas históricamente a sistemas de cercas vivas y ramoneo por pequeños productores. En el caso de *Gliricidia sepium*,

la literatura científica documenta su utilización tradicional y el interés posterior por estudiar su alto contenido de proteína bruta (> 20%).

En el contexto centroamericano y nicaragüense, el empleo tradicional de leñosas proteicas forma parte del conocimiento empírico transmitido entre generaciones de ganaderos para enfrentar la sequía. Esta relación entre cultura productiva y recursos locales constituye un punto de partida para investigaciones que buscan transformar prácticas empíricas en protocolos evaluados mediante procedimientos bioestadísticos rigurosos.

En el manejo de ovinos Pelibuey, las costumbres locales pueden influir en las decisiones sobre suplementación e instalación de apriscos. Sin embargo, el conocimiento empírico no sustituye la evaluación cuantitativa de parámetros cinéticos y metabólicos. Por esta razón, la presente investigación establece un vínculo entre el conocimiento agrosilvopastoril local y la evaluación experimental de una ración integral estabulada.

Desde esta perspectiva, el estudio adquiere relevancia cultural al considerar recursos botánicos conocidos en el trópico seco de Jinotepe y someterlos a una evaluación científica metódica. La investigación permite generar evidencia sobre el crecimiento compensatorio e indicadores fisiológicos en ovinos, sin asumir previamente que la práctica empírica constituye una demostración de eficiencia. De esta manera, se establece un puente entre cultura ganadera, aprovechamiento de recursos locales y producción pecuaria sostenible.

7. Marco Teórico

7.1 Estado del Arte

El tema central del estudio se trata del efecto de la alimentación en sistema silvopastoril de corte-acarreo sobre el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas, por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto de la alimentación en sistema silvopastoril de corte-acarreo sobre el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey (Ovis aries) estabuladas, Universidad Central de Nicaragua de la sede Jinotepe.

De igual manera, este estudio es de gran valor para la carrera de Medicina Veterinaria, pues permitirá la promoción de alternativas tecnológicas agropecuarias amigables con el medio ambiente, de seguridad y eficacia comprobada en diferentes contextos donde el cambio climático perjudica en gran manera el desarrollo de la ganadería bajo sistemas de pastoreos tradicionales. La investigación contribuirá directamente a la línea de investigación nutrición y alimentación animal y a la sublinea producción y educación promovidas dentro de la carrera en UCN

La investigación actual sobre el uso de sistemas silvopastoriles en trópico seco para fomentar la producción animal y bienestar animal, bajo métodos de estabulamiento se presenta en una faceta prometedora, por los grandes beneficios que esta trae consigo, estudios de gran referencia como el de Sisneros-Saguilan y otros, (2024) demuestra la importancia de la aplicación de este tipo de metodologías de manejo.

El estudio sobre el sistema silvopastoril y la adaptación al cambio climático de Sisneros-Saguilan y otros, (2024) señalan que los impactos generados por el cambio climático son de carácter irreversible y ponen en riesgo a la biodiversidad. La ganadería está afectada

directamente por lo que es indispensable efectuar acciones para mitigar estos efectos que van a repercutir en el confort térmico, que provoca estrés en los animales, también afecta las funciones metabólicas y digestivas, ingesta de forraje, producción de leche, eficiencia de conversión alimenticia y rendimientos del animal.

En un mundo marcado por cambios climáticos, una población humana en constante crecimiento y una creciente demanda de proteína derivada de rumiantes, los productores se enfrentan a la necesidad de implementar estrategias que mejoren la productividad, reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), promuevan la adaptabilidad y optimicen la sostenibilidad de la producción de leche y carne, al tiempo que optimizan el uso de los recursos. (Adegbeye y otros, 2024).

En su estudio señalan como una estrategia prometedora para abordar estos desafíos es la adopción de sistemas de producción silvopastoriles, que combinan ganado con árboles y arbustos. Estos sistemas se utilizan ampliamente en América Latina debido a sus beneficios comprobados en términos de producción, menor intensidad de emisiones, eficiencia en el uso de la tierra y otros servicios ecosistémicos. La transferencia de tecnología de una región a otra requiere adaptar estas técnicas al entorno receptor.

Por otro lado, la investigación de Ballesteros-Correa & Pérez-Torres, (2022), ha demostrado que el establecimiento de sistemas ganaderos extensivos en la Región Caribe Colombiana ha generado históricamente una fuerte pérdida del bosque seco tropical (BST) con efectos negativos sobre la biodiversidad. Actualmente, la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) ha sido propuesta como estrategia para frenar la pérdida de biodiversidad causada por el sistema de manejo convencional (SC).

Este hallazgo es particularmente relevante, ya que el sistema silvopastoril se presenta como una alternativa clara, con respecto al cuido de la biodiversidad existente en la zona, ya que se aleja en gran manera de la deforestación excesiva, el agotamiento de los suelos, la erosión continua. Se observan patrones y tendencias claras en las investigaciones más actuales, citadas anteriormente.

Estas buscan generar información suficiente que busque sustentar la necesidad de aplicar metodologías adaptativas al cambio climático como los sistemas silvopastoriles, pero haciendo énfasis en que estos pueden también aumentar los niveles de producción animal, fomentar el cuido del medio ambiente y la biodiversidad propia de la zona donde se desarrolla la ganadería.

A pesar de los hallazgos prometedores, existen vacíos significativos en el conocimiento actual que esta investigación abordará, primeramente, como lo es la aplicación de este sistema silvopastoril bajo estabulamiento siendo este el principal vacío con la falta de investigación que evalúe la eficacia del mismo midiendo la producción y el bienestar. Esto es fundamental para entender cómo este sistema se complementaría adecuándose al trópico seco muy propio de Jinotepe Nicaragua.

7.2 Teorías y conceptos asumidos

Teorías relacionadas con los sistemas silvopastoriles en el ganado

Los sistemas silvopastoriles. Combinan árboles, pastos y ganado. Los árboles contribuyen a una mayor productividad de los pastos, a la vez que proporcionan refugio natural a los animales. El ganado se beneficia de esta buena práctica, especialmente durante los períodos prolongados de sequía, cuando los pastos suelen escasear y las tasas de mortalidad aumentan significativamente. Esta tecnología introduce brevemente el concepto de sistemas silvopastoriles y presenta un análisis de costo-beneficio de la práctica en comparación con las prácticas habituales de cría de ganado. Bolivia, FAO, (2020)

Los SSP son útiles para mejorar el bienestar animal, la producción de leche y carne, y al mismo tiempo hacer la producción ganadera más amigable con el medio ambiente. Por lo general, un sistema silvopastoril incluye especies arbóreas que proveen sombra a los animales, y arbustos y hierbas que sirven de alimento para el ganado. (Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia., 2016)

Al mismo tiempo, estas especies vegetales ofrecen beneficios al medio ambiente, como mejorar la fertilidad y estructura del suelo, proteger fuentes hídricas, proveer hábitat y alimento a otras especies de mamíferos, aves e insectos benéficos que cumplen roles importantes en los agroecosistemas.

Por otro lado, también los sistemas silvopastoriles incluyen cultivos arbóreos con pastoreo o producción de forraje. Los sistemas agrosilvopastoriles combinan ganado doméstico con cultivos, setos multifuncionales, los bosques o árboles forrajeros. Dentro de estas amplias categorías, existen numerosas variedades en sus características funcionales (es decir,

componentes arbóreos y arbustivos), funciones productivas (es decir, cultivos, alimentos, forraje y fibra) y funciones protectoras (por ejemplo, conservación del suelo, cortavientos). (SCIENCIE DIRECT, 2026)

Las prácticas incluyen la plantación de altas densidades de árboles y arbustos en pastos, sistemas de corte y transporte en los que el ganado se alimenta con el follaje de árboles y arbustos plantados específicamente en áreas previamente utilizadas para otras prácticas agrícolas, y el uso de árboles y arbustos de rápido crecimiento para cercas y cortavientos.

La producción ganadera. Es un componente esencial de nuestros sistemas agroalimentarios, ya que proporciona nutrientes esenciales, medios de vida y oportunidades económicas a millones de personas de todo el mundo. Sin embargo, el sector ganadero hace frente a varios retos complejos y ha cosechado críticas en diversos aspectos, como la degradación ambiental, la pérdida de biodiversidad y sus repercusiones en el cambio climático. (FAO, 2023)

La producción ganadera es un componente fundamental del sistema agroalimentario. Para lograr una mayor productividad con menor repercusión, primero debemos dar prioridad al aumento de la eficiencia de los sistemas ganaderos. Esto requiere optimizar la conversión de los piensos y reducir su desperdicio, mejorar la utilización de los nutrientes, minimizar la degradación de las tierras y los recursos hídricos, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar la degradación ambiental.

Además, es necesario dar prioridad a la adopción de prácticas agrícolas y ganaderas climáticamente inteligentes. La producción ganadera sostenible. fomenta la disponibilidad a largo plazo del sistema agroalimentario, protege los recursos naturales, mejora la resiliencia

económica y contribuye a un futuro más sostenible y resiliente. También contribuye a aumentar la productividad, reducir los costos de producción y aumentar la competitividad del mercado, contribuyendo en última instancia al crecimiento económico y al desarrollo rural.

A continuación, se hará mención a términos clave relacionadas con la actual investigación tomados de un manual de gran reconocimiento como lo es él; Manual de ganadería. Manejo de Pasturas y Conservación de Forrajes (Nallar y otros, 2017)

Alimentación y manejo de pasturas. La ganadería consiste en manejar de la mejor forma posible el ganado y los pastos que consume. Lo que se hace en la mayor parte de los casos es simplemente dejar las vacas en el campo y eso no es hacer ganadería. De esta mala práctica resulta que el ganado utiliza un campo excesivamente grande para criarse, lo que obliga a destruir bosques o a utilizar mal el territorio para que tenga un área grande de vagabundeo sin control.

Esta falta de control de lo que come da lugar a que se desperdicie mucho pasto, lo que lleva a tener que quemarlo cuando crece y se seca. Es decir que desboscar y quemar son el resultado de creer que se hace ganadería cuando en realidad simplemente se larga vacas al campo. A diferencia de la ganadería extensiva, en las lecherías se atiende más al ganado y se crían más vacas en menos terreno porque nunca se las pierde de vista. Si se atiende bien el pastoreo, se pueden criar más vacas en menos terreno, ganando más y destruyendo menos.

***Pasturas naturales*.** Son forrajes silvestres compuestos por una diversidad de plantas apetecibles para el ganado. Son ecosistemas complejos, de gran riqueza biológica, que combinan sabanas con bosques, con una gran variedad de vida silvestre. Las praderas naturales son valiosas fuentes de alimentación para mamíferos, como los ciervos *Blastocerus dichotomus*, *Ozotocerus*

bezoarticus), el tatú (*Dasypus novemcinctus) y el borochi (Chrysocyon brachyurus) que* contribuyen a la dispersión de semillas e influyen en la abundancia y composición de la vegetación.

Constituyen asimismo el hábitat de varias especies de aves, entre las que destacan el bato (*Jabiru mycteria*) y el trogón colinegro (*Trogon melanurus)*. El mejoramiento genético de algunas especies forrajeras y su propagación como monocultivo ha relegado a la pastura natural a ser un tema más de conservación que de producción, descuidando su manejo y su valoración. Es importante y necesario que todos conozcan en su zona las plantas silvestres que el ganado consume.

Pasturas cultivadas. Los pastos cultivados son plantas forrajeras seleccionadas de la pastura natural. Estas plantas han sido mejoradas para cultivarlas en grandes concentraciones, tanto para obtener semillas como para alimentar al ganado. El objetivo de implementar una pastura cultivada es para que los bovinos tengan mayor disponibilidad de forraje para que ganen peso con mayor rapidez o produzcan más leche. Se utilizan principalmente donde no hay praderas naturales o en lugares en los que se menosprecia al forraje natural porque no se lo conoce bien.

La siembra de pasto es una inversión que tiene que ser bien cuidada, por eso su buen manejo ayuda a que la pastura dure más tiempo y rinda mejor al ganar los animales más peso o producir más leche. No manejar el pasto es igual a no manejar el ganado y ambas cosas llevan a no ganar dinero. Un buen manejo de pasto requiere inversiones en mano de obra, en insumos y en materiales que se pueden pagar sólo cuando la pastura rinde beneficios económicos.

Para el establecimiento de potreros con pastos cultivados, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones: Buena selección de semilla de gramíneas y de leguminosas. Siembra adecuada. Aplicación de un plan de rotación de pastoreo. Determinación de la carga animal. Control de maleza. Aplicación de un sistema silvopastoril.

Selección de semilla de gramíneas. Las gramíneas son las plantas que caracterizan a los pastos al ser el forraje más conocido. Son la principal fuente de energía, pero son pobres en proteínas, por lo que se deben combinar con leguminosas. La selección del tipo de pasto se hace en función de las condiciones climáticas de la zona para que crezcan con todos los nutrientes requeridos por el ganado.

Selección de semilla de leguminosas. Las leguminosas son ricas en proteínas y deben asociarse a las gramíneas no sólo por su aporte alimenticio, sino porque contribuyen a la fertilidad de los suelos.

Aplicación de un plan de rotación de pastoreo. Una vez establecidos los potreros con las especies elegidas, se debe definir un sistema de pastoreo para hacer seguimiento al consumo de pasto. El error común en toda la ganadería nacional es dejar que el ganado pastoree continuamente un pastizal, lo que se llama pastoreo continuo, que en realidad no es ningún sistema porque no existe manejo del ganado. En esta práctica tradicional, el ganado emprende grandes caminatas diariamente llegando a los 10 km por día.1

Los sistemas de pastoreo pueden ser rotacionales, diferidos o racionales. En cualquiera de estos sistemas se deben considerar dos períodos muy importantes en la pastura:

Período de reposo, que debe ser lo suficientemente largo como para lograr una máxima cantidad de forraje de buena calidad. Los pastos de *Brachiaria* se recuperan en un período de 24 a 35 días, dependiendo de la época del año.

Período de ocupación, ya que mientras menor tiempo permanezca el ganado en la pastura, menor será la compactación del suelo y mejor la capacidad de la pastura para rebrotar y desarrollarse. Como regla general se recomienda que el período ocupacional no supere los 7 días. Sin embargo, esto depende de la cantidad de pasto del potrero.

***Aplicación de Sistemas Silvopastoriles*.** Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son parte de los Sistemas Agroforestales (SAF) y combinan las pasturas con plantas leñosas (árboles, arbustos y palmeras) que preferiblemente sean de especies nativas y de hojas que consume el ganado, como el pacay y el ceibo. En los sistemas tradicionales antiguos, la existencia de árboles en los pastizales se consideraba como un aspecto negativo por dificultar la mecanización y porque se creía que competían con las forrajeras en la captación de nutrientes y luz solar.

Actualmente las ventajas de los árboles en las pasturas han sido mejor estudiadas y reconocidas. Con base en esto, se recomiendan los SSP por diversas razones, las que se explican a continuación:

- ✓ Diversificación de la producción: energía, alimentos, forraje, material de construcción, etc.
- ✓ Mayor resistencia de las especies cultivadas en el sub-bosque a las adversidades climáticas (precipitación, temperatura y vientos). Favorecen el reciclaje de nutrientes y, consecuentemente, la sostenibilidad del sistema.
- ✓ Mejoran la estructura del suelo y su conservación.

- ✓ Mejoran el equilibrio ecológico, proveniente de la biodiversidad, que favorece el control biológico de las plagas del pasto y del ganado.
- ✓ Se reduce la proliferación de las plantas invasoras y, por tanto, se reducen los costos para su control.
- ✓ Producción de mulch (mantillo/técnica de jardinería para cubrir, o acobijar, las raíces), minimizando la evaporación de agua del suelo y aumentando su contenido de materia orgánica, además de los efectos benéficos del pastizal sobre la mejora de la infiltración de agua en el suelo.
- ✓ Mayor diversidad biológica y la posibilidad de fijación biológica de nitrógeno atmosférico, por medio de bacterias del género *Rhizobium* y/o de la utilización de nutrientes antes no disponibles, por medio de micorrizas (simbiosis entre un hongo y las raíces de una planta).
- ✓ Los árboles constituyen una reserva de capital, sujeto a ser utilizado cuando sea necesario. Reducen los costos de implementación de poblaciones forestales.
- ✓ Mejoran la distribución de la demanda de la mano de obra a lo largo del año.

Gestión ambiental. Actividades recomendadas para un uso y aprovechamiento adecuado de los recursos y servicios ambientales (pasturas naturales, bosques, suelo, fuentes de agua,.) dentro de una propiedad. El buen manejo de estos recursos evita la pérdida de áreas productivas y ahorra gastos económicos para rescatar praderas degradadas o fuentes de agua agotadas.

El manejo del ambiente permite obtener el mayor rendimiento de la pastura a largo plazo, evitando su sobrepastoreo o subutilización, impidiendo incendios descontrolados y la consecuente degradación de suelos, así como la disminución de riesgos de pérdidas de animales por depredación u otras causas.

Manual de Especies forrajeras para una ganadería sustentable en Sistemas Silvopastoriles (Maya y otros, 2022)

Leucaena leucocephala

Nombre común. Español: almendra de guaje, barba de chivo, cola de zorro, guachin, guaje, guaje blanco, guaje colorado, guaje de castilla, guajillo, huaje, ipil-ipil, leucaena, nacaste, tepeguaje, tepeguaje dormilón, tumbapelo.

Nombre científico: Leucaena l*eucocephala* (Lam.) de Wit Waaxim

Usos en agroecosistemas ganaderos. El waaxim es un árbol multipropósito, muy utilizado en ranchos ganaderos; es muy versátil y se utiliza, principalmente, en sistemas de bancos de proteína para corte y acarreo o pastoreo, en sistemas mixtos multiestrato, cercas vivas, cortinas rompeviento, arboles dispersos en potreros, entre otros sistemas; contienen un alto contenido de proteína.

Productividad y valor nutricional. La calidad nutritiva de hojas y de los tallos tiernos del waaxim es la siguiente: Órgano (%) Hojas + tallos tiernos MS (%) 25-36 PC (%) 19.6 FDN (%)51.1 FDA (%) 34,7 DIVMS(%) 61,8

MS (materia seca): es importante porque con ello se sabe realmente qué porcentaje es comida y qué porcentaje es agua de lo que se le ofrece al ganado, por lo general ronda el 30% en promedio.

PC (proteína cruda): da una idea del valor nutricional del alimento; para la producción bajo pastoreo se requieren alimentos que contengan entre 11 y 12% de PC, con un mínimo de 8%

para para no afectar el consumo voluntario. FDN (fibra detergente neutra): a mayor porcentaje de FDN menor digestibilidad; valores superiores al 55% pueden afectar la digestibilidad.

FDA (fibra detergente ácido): está relacionada a la cantidad de alimento consumido por el animal; mayor FDA indica mayor contenido de lignina y menor alimento consumido; 30% es el valor máximo recomendado. DIVMS (digestibilidad in vitro de la materia seca): está relacionado con la calidad del alimento y la capacidad del animal de convertirlo en carne y leche. Si la digestibilidad está por encima del 60% el alimento es adecuado.

***Cómo utilizarlo en la alimentación animal*.** En sistemas de pastoreo se recomienda lo siguiente:

1. El primer pastoreo directo debe hacerse cuando el waaxim tenga un metro de altura de tallo leñoso o hayan pasado seis meses de establecido; deberá de realizarse por espacios de medio día y en una ocupación de dos días seguidos, con un tiempo de descanso de 40 días como mínimo; en esta etapa es necesario meter animales pequeños menores de 250 kg.

2. En plantaciones maduras pueden meterse animales grandes, de preferencia utilizando un sistema de rotación dentro del potrero con altas cargas animales por espacios de tiempo de 1 a 2 días como máximo, recomendando no dejar pasar más tiempo de este periodo para que exista una buena recuperación y un espacio de 40 a 45 días de descanso.

3. Asimismo, se puede emplear en corte y acarreo, dando aproximadamente 30% de las necesidades diarias de acuerdo con el peso, que equivalen entre 7 y 15 k de forraje verde por animal.

4. También se puede utilizar en la preparación de silos, en una proporción de 30% de waaxim solo o junto con otras leguminosas o forrajeras y 70% de gramíneas, maíz o sorgo forrajero.

Limitantes. la especie no tolera suelos ácidos (menores a 5,5 pH), ni encharcamientos.

Servicios ecosistémicos. el uso del waaxim en los sistemas ganaderos permite obtener múltiples beneficios, tales como el ahorro de fertilizantes nitrogenados, mayor duración de las pasturas, mejor retención hídrica en el suelo, disminución del efecto desecante de los vientos y reducción del estrés calórico en los animales.

De igual manera, con estos sistemas se captura una mayor cantidad de carbono (C), se reducen las emisiones netas equivalentes de dióxido de carbono en aproximadamente 30%, al reducirse el uso de fertilizantes se reduce las emisiones de metano (CH4) pues los animales alimentados tienen una mayor digestibilidad en comparación con los animales que no la consumen, además de que se incrementa la biodiversidad.

Tithonia diversifolia **(Hemsl.) A. Gray Botón de oro**

Nombre común. Español: acahual, arnica, arnica de montaña, botón de oro, cuernavaca amarilla, girasol, mirasol, tajonal, tora, árnica

Nombre científico: *Tithonia diversifolia*

Descripción de la especie. Es una planta herbácea o arbustiva robusta, la altura está entre 1,5 a 4 m, su tallo es erecto con ramificaciones, las ramas tiernas están cubiertas de pelillos, que con el paso del tiempo se pierden. Tiene hojas alternas, pecioladas, de 7 hasta 20 cm de largo y de ancho, comúnmente divididas en tres a cinco lóbulos, con dientes redondeados en el margen.

Usos en agroecosistemas ganaderos. El botón de oro se utiliza, principalmente, en los arreglos de sistemas silvopastoriles de bancos de proteína de corte y acarreo, así como de pastoreo.

Productividad y valor nutricional. Las hojas frescas contienen aproximadamente 3,5% de nitrógeno, 0,3% de fósforo y 3,8% de potasio. Asimismo, contienen entre 17 y 28% de proteína y entre 72 y 79% de digestibilidad. Para la cosecha, en tiempos óptimos, se pueden obtener hasta 31,5 toneladas por hectárea, en cortes cada 50 días.

Servicios ecosistémicos. Tiene la bondad de mejorar suelos degradados, debido a que se asocia con hongos formadores de micorrizas que capturan fósforo o de ácidos orgánicos en las raíces.

Cómo utilizarlo en la alimentación animal. Para el primer aprovechamiento se debe empezar a usar el banco a los cuatro meses del establecimiento; se recomienda cortar y acarrear el forraje al ganado. Para el segundo aprovechamiento ya se puede pastorear; se debe esperar entre 70 y 90 días para poder aprovechar el forraje sin causarle deterioro en el estado de prefloración. Se puede suministrar a los animales estabulados de entre 15 a 35% de su dieta.

Limitantes. Después del pastoreo, el periodo de descanso del banco requiere de varios días, aproximadamente de 60 a 90, dependiendo del clima. Además, es una especie con baja tolerancia en terrenos con encharcamiento por mal.

Gliricidia sepium **(Jacq.) Walp. Cocoite**

Nombre común en español; balo, cacahuananche, cocoite, cocoito, cocoíte, cocuite, cuacuite, flor de San José, frijolillo, madero negro, madre cacao, mata rata, mata ratón, matarrata, matarratón, palo de corral, palo de sol, piñón, San José, trebol.

Nombre científico; *Gliricidia sepium*

Descripción de la especie. Es un árbol o arbusto caducifolio, que llega a medir de 2 a 15 o 20 metros de altura, con un diámetro entre 25 y 60 cm. La corteza externa tiene una textura escamosa a ligeramente fisurada, es de color pardo amarillento a pardo grisáceo; mientras que la interna es de color crema amarillento. El tronco es un poco torcido y su copa es irregular, con una amplia cobertura del follaje. Las hojas son compuestas, alternas e imparipinnadas. Las flores, rosadas, se agrupan en racimos densos que miden de 10 a 20 cm de largo.

Cada uno de estos racimos tiene de 15 a 50 flores zigomorfas (es decir, que su simetría es bilateral), de 2 a 3 cm de largo y están dulcemente perfumadas. Los frutos son vainas lineares y dehiscentes (abren para expulsar sus semillas a lo largo de 2 suturas), aplanadas, miden de 10 a 20 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho, de color verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar. Cada vaina contiene de 3 a 10 semillas, son de color pardo-amarillento, miden de 7,9 a 18 mm de largo por 12 a 15 mm de ancho, casi redondas, aplanadas y de superficie lisa.

***Uso en agrosistemas ganaderos*.** Su empleo como cerca viva ocupa un lugar destacado, ya que implica un menor costo de establecimiento y mayores ingresos en relación con otros tipos de cerca, además de posibilitar la adquisición de leña, postes vivos y forraje. En los rumiantes puede constituir una fuente proteica sobre todo en la época de sequía. Se ha empleado como especie mejoradora del suelo, además de aportar a las gramíneas una parte del nitrógeno fijado.

Productividad y valor nutricional. El cocoite contiene 23% de proteína bruta, 45% de fibra bruta, 1,7% de calcio y 0,2% de fósforo. Además, los niveles de macrominerales, como el fósforo y el calcio, son altos y suficientes para atender los requerimientos del ganado vacuno, por

lo que es un excelente alimento durante la temporada de sequía, cuando la proteína y los minerales por lo general son deficientes. Con la maduración de la planta se incrementa la concentración de compuestos, tales como la materia seca, la cantidad de grasa, el calcio, el magnesio, el manganeso y el zinc; hierro.

Cómo utilizarlo en la alimentación animal. Es empleada en un rango de suplementación entre 20 y 40% del consumo total y, aunque tiene menor calidad que otras fuentes suplementarias tradicionales (harinas de pescado, soya, algodón, etc.), con su uso se ha logrado un 60% más de leche, aceptables producciones de carne y una alta supervivencia para bovinos, ovinos y caprinos. El ganado lechero de 400 kg de peso vivo puede cubrir desde un tercio hasta el 60% de sus requerimientos proteicos con el follaje de matarratón.

Esta arbórea ha aportado mejores resultados en la producción de leche que otra fuente como la urea. Se sugiere suministrar como mínimo 5 kg/animal/día después del ordeño. Es posible que el olor distintivo contribuya a una baja aceptación del forraje por parte de los animales, es entonces necesario esperar algunas horas después de la cosecha para permitir que las hojas se marchiten y se elimine su olor; también puede tratarse con calor para lograr la pérdida de taninos, rociándole sal o adicionándole melaza.

Servicios ecosistémicos. El almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles con *G. sepium* es de aproximadamente 309 kg C/ha y la tasa de fijación de 124 kg C/ha/año. En el sistema de cultivos en callejones el almacenamiento de carbono es alrededor de 653 kg C/ha y la tasa de fijación de 327 kg C/ha/año. La presencia de árboles y arbustos en sistemas agropecuarios contribuye a incrementar la productividad, reducir las emisiones de carbono, generación de combustible como leña y otros recursos que pueden ser atractivos para programas de financiamiento para productores de pequeña y mediana escala.

El árbol *Moringa oleifera* Lam., conocido popularmente en Nicaragua como moringa o marango, es una leñosa de alto valor nutricional adaptada a climas cálidos. Su follaje fresco ofrece un perfil aminoacídico equilibrado, un contenido de PB entre 20% y 25%, y una digestibilidad de la materia seca (DMS) que sobrepasa el 75%. En ovinos Pelibuey sometidos a sistemas de corte y acarreo, el marango actúa como un excelente regulador metabólico gracias a su alta concentración de antioxidantes naturales (como carotenoides y vitamina C) y minerales esenciales. Su inclusión en un 30% de la dieta total combinada con *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia* reduce la producción endógena de calor por fermentación entérica eficiente, estabiliza la temperatura corporal en niveles de normotermia (<39.8°C) y previene el estrés oxidativo e hídrico durante períodos de confinamiento (Pérez et al., 2010)

Generalidades de la oveja Pelibuey. es una raza ovina de pelo ampliamente distribuida en regiones tropicales de América Latina, destacándose por su elevada adaptación a condiciones climáticas cálidas y húmedas, como las presentes en Centroamérica y particularmente en Nicaragua. Su origen se asocia a ovinos africanos introducidos durante la colonización, lo que explica su rusticidad, tolerancia al estrés térmico y resistencia relativa a parásitos gastrointestinales, que la convierten en una alternativa productiva en sistemas de bajos insumos (Hernández-Montiel y otros, 2020)

Esta raza presenta gran importancia en sistemas productivos de Centroamérica debido a su bajo requerimiento de insumos y su capacidad de mantenerse productiva en condiciones ambientales adversas. Estas características la convierten en una alternativa viable para pequeños y medianos productores (Arce-Recinos y otros, 2022)

Características productivas. Principalmente producción de carne, mostrando un desempeño eficiente en sistemas extensivos y semiintensivos. Su crecimiento y rendimiento están estrechamente ligados a la calidad de la alimentación, siendo la energía el principal factor limitante en ambientes tropicales (Arce-Recinos y otros, 2022). La producción láctea es limitada, pero suficiente para el desarrollo de los corderos durante la lactancia. Factores como la nutrición materna y el manejo influyen directamente en el crecimiento de las crías y en la productividad del sistema (Ángeles-Hernandez, y otros, 2022)

Reproducción y gestación. El Pelibuey se caracteriza por su precocidad sexual, alcanzando la pubertad entre los 6 y 8 meses, y por presentar ciclos estrales de aproximadamente 17 días. Además, posee baja estacionalidad reproductiva, lo que permite la reproducción durante todo el año (Quintero-Elisea a y otros, 2022). La prolificidad promedio oscila entre 1.3 y 1.5 crías por parto, con presencia frecuente de partos gemelares. La gestación tiene una duración de 145 a 150 días, siendo el último tercio crítico para el desarrollo fetal y el manejo nutricional (Hernández-Montiel y otros, 2020).

Producción y bienestar en el trópico seco. La producción de Pelibuey en el trópico seco está influenciada por factores como altas temperaturas, escasez de agua y baja calidad de los forrajes. El estrés térmico puede afectar el consumo de alimento, la fertilidad y el crecimiento, reduciendo la eficiencia productiva (García-Casillas y otros, 2024). No obstante, esta raza presenta adaptaciones fisiológicas que le permiten mantener su productividad en condiciones adversas. El bienestar animal depende de la disponibilidad de agua, sombra y alimentación adecuada, factores clave para reducir el estrés y mejorar el rendimiento (Serrano y otros, 2022)

Producción en sistemas de estabulación. Permiten intensificar la producción mediante el control de la alimentación, la sanidad y la reproducción. En estos sistemas, el uso de dietas

balanceadas mejora la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia (Retama-Flores y otros, 2012). Sin embargo, el bienestar animal debe ser cuidadosamente manejado, ya que el confinamiento puede generar estrés si no se garantiza ventilación, espacio y condiciones higiénicas adecuadas. Un manejo integral es esencial para evitar enfermedades y mantener la productividad (García-Casillas y otros, 2024).

El MANUAL DE MERCK. Manual de Medicina Veterinara, (2023) describe el **estrés térmico** como una condición en la que los animales no logran equilibrar la producción y la pérdida de calor corporal, lo que conduce a hipertermia y alteraciones fisiológicas importantes. Señala que, ante altas temperaturas ambientales, los rumiantes como las ovejas incrementan mecanismos de disipación como el jadeo y la sudoración, además de reducir el consumo de alimento para disminuir la producción interna de calor.

El manual también indica que este estado provoca desequilibrios electrolíticos, aumento de la frecuencia respiratoria y compromiso del rendimiento productivo y reproductivo. En casos severos, puede progresar a golpe de calor, afectando gravemente la función orgánica y poniendo en riesgo la vida del animal.

Bienestar Animal.

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, fundada como OIE) elabora normas internacionales sobre bienestar animal para ayudar a los Miembros a mejorar la manera en que manejan a los animales terrestres y acuáticos en las explotaciones, durante el transporte, sacrificio y matanza para el control de enfermedades, así como para investigación y en temas específicos, como el manejo de las poblaciones de perros. A través de su informe anual, el Observatorio pretende evaluar la aplicación de dichas normas. (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), 2022).

Los principios y dominios del bienestar animal constituyen el marco metodológico y ético de evaluación para determinar el grado de confort, adaptabilidad y salud de los animales en producción. El modelo contemporáneo de evaluación, perfeccionado por (Mellor et al., 2020) consolida Cinco Dominios del Bienestar Animal, divididos en cuatro dominios físicos/funcionales y un quinto dominio que representa el estado mental afectivo del animal:

1. **Nutrición:** Evalúa la disponibilidad, equilibrio bromatológico y libre acceso a agua de bebida y alimento de calidad. Garantiza la prevención del apetito prolongado, la deshidratación y la malnutrición. En ovinos Pelibuey estabulados bajo el trópico seco, este dominio exige un balance forrajero que cubra los requerimientos de proteína y energía sin provocar acidosis ruminal o físicas de restricción. (Mellor et al., 2020)
2. **Entorno o Ambiente:** Cuantifica las condiciones físicas del confinamiento, tales como la temperatura ambiental, humedad relativa, ventilación y la calidad de las instalaciones. Busca evitar el malestar térmico u oxidativo, promoviendo estados de confort mediante el acceso a sombras, densidad adecuada de corrales y camas secas que faciliten la termorregulación en climas cálidos (Mellor et al., 2020); (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), 2022).
3.
4. **Salud Físico-Sanitaria:** Comprende la ausencia de patologías, lesiones cutáneas, afecciones podales o dolor agudo/crónico. En ovejas deslanadas en estabulación, implica un monitoreo constante de la temperatura corporal normotérmica (<39.8C), el control de parásitos gastrointestinales y la prevención de cojeras mediante un correcto manejo zootécnico (Mellor et al., 2020)

5. **Conducta e Interacción:** Analiza la capacidad del animal para expresar comportamientos naturales de la especie, tales como la rumiación en descanso, el acicalamiento, la interacción social intraespecífica y la exploración. Un ambiente limitado o estresante restringe estas actividades, reduciendo los tiempos de rumiación por debajo de los niveles óptimos (Mellor et al., 2020)

6. **Estado Mental (Afectivo):** Representa la experiencia subjetiva resultante de los cuatro dominios anteriores. Un balance positivo en la alimentación, el ambiente, la salud y la conducta genera estados afectivos placenteros (confort, saciedad, calma); mientras que la falla en alguno de ellos deriva en estados negativos como miedo, frustración, dolor o ansiedad (Mellor et al., 2020); (Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), 2022)

8. Métodos (Diseño)

8.1 Enfoque de la Investigación

La investigación tendrá un enfoque cuantitativo, de alcance cuasiexperimental y con un diseño de corte longitudinal observacional, orientado a evaluar el efecto de la alimentación basada en sistema silvopastoril de corte-acarreo sobre el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey estabuladas. Es de enfoque cuantitativo, debido a que recurre a la recolección y al análisis numérico de datos para probar hipótesis preestablecidas mediante procedimientos estadísticos.

Se fundamenta en la medición objetiva y estandarizada de variables biozootécnicas y etológicas (ganancia diaria de peso en gramos, condición corporal, temperatura rectal y porcentaje de tiempo destinado a la rumiación y descanso) en una cohorte de ovinos Pelibuey.

Alcance de la Investigación.

El estudio se ejecutó desde un alcance explicativo. Debido a que no solo se limitó a describir el estado nutricional y sanitario del rebaño, sino que busca establecer la relación causa-efecto existente entre la implementación del sistema silvopastoril de corte y acarreo en estabulación (variable independiente) y la respuesta en el desempeño productivo, el confort fisiológico y la expresión conductual del bienestar animal (variables dependientes)

Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es cuasiexperimental de corte longitudinal, debido a que existe una manipulación intencional y deliberada de la dieta (intervención nutricional basada en 70% *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa y 30% leñosas proteicas: *Gliricidia sepium*, *Tithonia*

diversifolia y *Moringa oleifera*) aplicada sobre un solo grupo de trabajo sin grupo control paralelo, evaluando a los mismos individuos antes y después de la intervención.

Asimismo, posee un corte longitudinal, ya que la recolección de datos se efectúa de manera evolutiva y sistemática a lo largo de un periodo experimental de 60 días (con evaluaciones repetidas a los 0, 15, 30, 45 y 60 días), lo que permite analizar la cinética de la recuperación metabólica y las variaciones etológico-fisiológicas en el tiempo.

Los datos se recolectarán mediante hojas de registros productivos y de bienestar animal, se analizarán indicadores que determinen la ganancia del peso vivo, constantes vitales y el comportamiento específico característico de los dominios de bienestar animal.

8.2 Población y Muestra

Población

La población estará conformada por un total de 10 ovinos de la raza pelibuey (Ovis aries) que están ubicados dentro de las instalaciones de la universidad UCN sede Jinotepe.

Muestra

La muestra será por conveniencia ya que el número limitado de especimenes hace necesario trabajar con toda la población disponible que se encuentra dentro de las instalaciones de UCN sede

Muestreo

Se seleccionaron 10 ovinos mediante muestreo por conveniencia, provenientes de la universidad. Este tipo de muestreo es debido a las limitaciones en cantidad de ovejas disponibles dentro del recinto universitario.

El total de ovinos seleccionados fueron sometidos a la misma dieta basada en sistema silvopastoril de corte y acarreo mientras estaban estabulados el alimento fue suministrado en igual cantidad y al mismo horario para todos.

Unidad de análisis

Correspondió a las ovejas pelibuey sometidas a las dietas silvopastoriles en estabulamiento.

Criterios de inclusión. Animales que cumplieron estas condiciones:

Ovinos estabulados en UCN - sede Jinotepe durante el periodo de estudio (2026).

Que estuvieron libres de enfermedades infecciosas que pudieran afectar el buen desarrollo del estudio en la preevaluación (mediante inspección física/exploración clínica).

Edad mínima de 3 meses (para garantizar cierto nivel de desarrollo fisiológico de un rumiante activo).

Peso mínimo de 15 kg, (para seguridad y formulación adecuada de la ración).

Con tratamiento antiparasitario externo e interno previo a las últimas 2 semanas antes de iniciar el estudio, para evitar interferencias en la evaluación del efecto de las dietas formuladas.

Consentimiento informado del propietario (firmado, autorizando la participación del animal en el estudio).

Criterios de exclusión. Animales que no cumplieron estas condiciones

Ovinos que no eran propios de UCN - sede Jinotepe durante el periodo de estudio (2026).

Ovinos que presentaron algún tipo de enfermedades de carácter infeccioso durante la inspección

Edad menor de 3 meses (por no garantizar cierto nivel de desarrollo fisiológico de un rumiante activo).

Peso inferior de 15 kg, (para seguridad y formulación adecuada de la ración).

Sin tratamiento antiparasitario externo e interno previo a las últimas 2 semanas antes de iniciar el estudio, para evitar interferencias en la evaluación del efecto de las dietas formuladas.

Sin consentimiento informado del propietario (firmado, autorizando la participación del animal en el estudio).

8.3 Técnica e instrumento de recolección de datos utilizados

Para el cumplimiento de, analizar el efecto de la alimentación en sistema silvopastoril de corte-acarreo sobre el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas, , se emplearon técnicas e instrumentos de recolección de datos en cada una de las fases del proceso, desde la aplicación de las formulaciones de dieta hasta la evaluación de la alimentación con sistema silvopastoril en producción y bienestar animal de cada una de las ovejas estabuladas.

Técnica de Observación Clínica y Fisiológica Veterinaria

Se empleó como procedimiento sistemático de evaluación no invasiva para valorar directamente el estado de salud, la respuesta adaptativa y los indicadores de bienestar animal en las ovejas Pelibuey estabuladas, antes, durante y después de la implementación de la dieta proveniente del sistema silvopastoril de corte y acarreo en las condiciones de estrés térmico del

trópico seco nicaragüense. Mediante esta técnica se registrarán de manera ordenada las variables fisiológicas y etológicas durante el período experimental, la cual se desarrolla mediante los siguientes procedimientos:

Exploración Clínica y Semiológica Ovina Se realizó un procedimiento semiológico metódico para la valoración del estado físico general de cada ovino Pelibuey. Comprendió la inspección visual directa, la palpación y la evaluación de la escala de Condición Corporal (CC, en escala ordinal de 1 a 5), (Thompson y Meyer, 1994) ajustada a las características morfológicas y depósitos adiposos de la raza Pelibuey. Este procedimiento permitió identificar la salud clínica inicial del lote, descartar patologías subclínicas y registrar el dinamismo en el depósito tisular y la masa muscular derivado del aporte nutricional (equilibrio proteína/energía) de la dieta silvopastoril.

Toma de Constantes Fisiológicas y Termorregulación Se llevó a cabo mediante el monitoreo directo de los parámetros fisiológicos indicadores de termorregulación y estrés calórico en rumiantes, registrados en los momentos de mayor radiación solar y en horas frescas:

- **Temperatura Rectal (TR, °C):** Medida mediante termómetro digital clínico veterinario insertado en la mucosa rectal.
- **Frecuencia Respiratoria (FR, movimientos/minuto):** Evaluada mediante la observación directa o auscultación de los movimientos del flanco costal durante un minuto, clave para cuantificar la tasa de jadeo como mecanismo homeostático de disipación de calor.
- **Frecuencia Cardíaca (FC, latidos/minuto):** Determinada mediante auscultación esteto-torácica en el espacio intercostal izquierdo.

Estos datos permitieron monitorear la homeostasis, la tolerancia al microclima del confinamiento y la seguridad fisiológica de los ovinos frente al manejo alimentario silvopastoril.

Instrumento para la Recolección de Datos

El instrumento utilizado es una ficha de recolección de datos de observación clínica y zootécnica estructurada, diseñada de elaboración propia y ajustada específicamente para las condiciones del trópico seco. Su diseño metodológico se fundamentó en los protocolos estandarizados del bienestar animal del protocolo *Welfare Quality*® (adaptado a pequeños rumiantes) y los lineamientos del *International Feed Characterization Checklist* de la FAO para sistemas silvopastoriles (SSP).

El instrumento mide principalmente tres componentes fundamentales:

Composición Botánica y Valor Nutricional de la Dieta Silvopastoril: Registra la oferta e ingesta de materia seca (MS) diferenciando especies leñosas/proteicas (Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium) y gramíneas energéticas (Megathyrsus maximus, Cynodon nlemfuensis). Incluye el registro del análisis bromatológico referencial: Porcentaje de MS, Proteína Bruta (PB), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácida (FDA) y Energía Metabolizable estimada (EM, Mcal/kg MS).

Indicadores de Desempeño Productivo: Registra el seguimiento longitudinal del Consumo Diario de Materia Seca (CDMS, g/día), Pesaje Corporal Fijo (kg) para el cálculo de la Ganancia Diaria de Peso (GDP, g/animal/día), Conversión Alimenticia (CA) y la variación en la escala ordinal de Condición Corporal (CC, 1 a 5 con graduación de 0.25).

Bienestar Animal y Termorregulación Adaptativa: Mide la respuesta fisiológica frente al microclima de estabulación mediante el registro de la Temperatura Rectal (TR, °C), Frecuencia Respiratoria (FR, mov/min; para evaluar tasa de jadeo) y Frecuencia Cardíaca (FC, lat/min),

medidas en los momentos térmicos críticos del trópico seco (07:00 h y 13:00 h). Adicionalmente, incluye un etograma cuantitativo por muestreo focal para registrar la frecuencia y duración ($min/día$) de conductas clave: tiempo de consumición, rumia, descanso, consumo de agua y presencia de comportamientos estereotipados de estrés.

En cuanto a su estructura, la ficha se organiza en cuatro secciones sistemáticas:

Caracterización e Identificación del Ovino: Datos generales del animal (arete/código, edad, sexo, peso inicial) y control del lote, asegurando la trazabilidad de la muestra.

Registro Bromatológico y Oferta/Rechazo de Forraje: Formato tabular para el pesaje diario del alimento ofrecido y rechazado (base seca) por especie forrajera, permitiendo calcular la selectividad botánica y el consumo real.

Evaluación Fisio-Etológica y Bienestar: Matriz temporal para el registro de constantes vitales en horas pico de estrés calórico y plantilla de vaciado del etograma conductual.

Matriz de Desempeño y Condición Corporal: Tabla de seguimiento longitudinal para pesajes periódicos (cada 15 días) y evaluación visual/palpatoria de la CC.

Equipos, Materiales e Instrumentos Utilizados Durante el Desarrollo del Estudio

Para la recolección de datos primarios, la evaluación nutricional, el monitoreo del desempeño productivo y la valoración de la respuesta fisiológica y conductual en las ovejas Pelibuey estabuladas bajo el sistema silvopastoril en el trópico seco, se emplearon los siguientes equipos e insumos especializados:

Equipos para el Monitoreo Fisiológico y Evaluación de Bienestar Animal

Estetoscopio Veterinario: Utilizado para la ausculación esteto-torácica y determinación de la frecuencia cardíaca (lat/min).

Termómetro Digital Veterinario (con punta flexible y alarma sonora): Empleado para la medición precisa de la temperatura rectal (°C).

Cronómetro Digital: Utilizado para la contabilización de los movimientos del flanco costal durante un minuto completo (frecuencia respiratoria, mov/min) y para la temporización de pautas de conducta durante el muestreo focal etológico (tiempo de rumia, descanso y alimentación).

Inspección e Insumos Bioseguros: Guantes desechables de látex/nitrilo, mascarillas y antisépticos para la manipulación y contención no estresante del ganado.

Equipos para la Evaluación de Desempeño Productivo y Condición Corporal

Báscula Mecánica/Digital para Pequeños Rumiantes (Capacidad 150 kg, precisión de ±50 g): Utilizada para el registro de pesaje corporal longitudinal fijo (peso inicial, intermedio y final) para el cálculo de la Ganancia Diaria de Peso (GDP).

Cinta Bovinométrica / Ovinométrica (Opcional) y Escala Ilustrada de Condición Corporal: Empleadas, para la estimación de la Condición Corporal (CC, escala ordinal 1 a 5), basada en la palpación de la apófisis espinosa y transversa de la región lumbar y depósitos adiposos esternales.

Equipos y Materiales para el Manejo Alimento, Muestreo de Forraje y Basteo

Báscula Gramera Digital de Precisión (Capacidad 5 kg, precisión ±1 g): Empleada para el pesado diario del forraje offered y rechazado (gramíneas energéticas y leñosas proteicas) para determinar el Consumo Diario de Materia Seca (CDMS) y el nivel de rechazo/selectividad.

Machete y Guillotina Forrajera Manual: Para el corte, picado y homogenización del material vegetativo fresco (corte y acarreo).

Técnica de Suministro, Pesaje, Estimación Nutricional y Control de Ingesta

Se empleó una técnica de pesaje directo y cuantificación de rechazos para determinar el Consumo Diario de Materia Seca (CDMS) y el nivel de selectividad alimentaria en ovejas Pelibuey estabuladas. La estimación del aporte de nutrientes se realizó mediante valores bromatológicos referenciales obtenidos de la literatura especializada (Depablos et al., 2018) ; (FAO Food and Agriculture Organization, 2015); (Minson, 1990)

Técnica Suministro y Pesaje del Alimento: El material vegetativo proveniente del sistema silvopastoril —compuesto por gramíneas energéticas (*Megathyrsus maximus* o *Cynodon nlemfuensis*) y leñosas proteicas (*Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*)— fue cosechado diariamente, picado a un tamaño de partícula de 3 a 5 cm y pesado en fresco mediante una báscula gramera digital de precisión (1g). El alimento se ofreció en dos fracciones diarias (08:00 h y 15:00 h) en comederos individuales, garantizando un rechazo estimado del 10\al 15\% sobre la oferta total diaria.

- **Técnica para la Determinación de la Ingesta y Aporte Nutricional Referencial:** Cada mañana se retiró y pesó individualmente el rechazo de cada comedero. A partir de los porcentajes de Materia Seca (MS) y nutrientes de referencia reportados en la literatura científica para cada especie en el trópico seco en fenología similar, se aplicaron las siguientes fórmulas de cálculo:

Técnica para determinar la Composición Botánica y Valor Nutricional.

Se cuantificó la proporción en base fresca y seca de la fracción gramínea y leñosa ofertada. Los contenidos nutricionales (PB, FDN, FDA y EM) fueron asignados mediante la sistematización de valores de referencia provenientes de manuales de producción ovina del trópico seco.

Técnica para determinar el Desempeño Productivo y Condición Corporal: Los pesajes corporales se realizaron cada 14 días con una báscula digital con jaula Ovinométrica (±50\g) tras 12 horas de ayuno para determinar la Ganancia Diaria de Peso (GDP). La Condición Corporal (CC) fue evaluada de forma longitudinal mediante la escala ordinal de Thompson y Meyer (1994) (1 a 5) mediante palpación esternal y lumbar.

Técnica para medir los Indicadores Fisiológicos y Conductuales de Bienestar: Se registraron la Temperatura Rectal (TR, °C), Frecuencia Respiratoria (FR, mov/min) y Frecuencia Cardíaca (FC, lat/min) a las 07:00 h y 13:00 h. El comportamiento etológico (rumia, alimentación, descanso) se evaluó mediante muestreo focal continuo en intervalos prefijados.

8.4 Confiabilidad y Validez del Instrumento de Recolección de Datos

Validación del Instrumento por Juicio de Expertos

Validez

Tras el análisis realizado mediante juicio de expertos a la ficha de recolección de datos titulada: "Evaluación de la composición botánica, desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey estabuladas bajo un sistema silvopastoril de corte y acarreo en el trópico seco", con la participación de especialistas en nutrición de rumiantes, zootecnia y metodología de la investigación, el instrumento fue considerado altamente pertinente.

Permite la sistematización rigurosa del Consumo Diario de Materia Seca (CDMS) mediante el registro diario de oferta y rechazo en base seca (utilizando valores bromatológicos referenciales de literatura), así como la cuantificación de la Ganancia Diaria de Peso (GDP) y la variación de la Condición Corporal (CC) evaluada mediante la escala ordinal de (Thompson y Meyer, 1994).

El instrumento presenta un amplio margen de rigor zoosanitario y bioclimático, garantizando el registro sistemático del bienestar animal a través del monitoreo de constantes termorreguladoras (Temperatura Rectal, Frecuencia Respiratoria y Frecuencia Cardíaca) en las horas críticas de estrés térmico (07:00 h y 13:00 h), sumado a la cuantificación etológica mediante un etograma estructurado. Por ello, se determinó que el instrumento posee la validez de contenido, suficiencia y coherencia metodológica necesarias para su aplicación en condiciones de producción ovina del trópico seco.

Confiabilidad

El análisis de consistencia interna del componente de bienestar animal y constantes fisiológicas evidenció un valor de Alfa de Cronbach de 0.835 para las mediciones continuas termorreguladoras y pautas conductuales, lo que corresponde a un nivel de buena consistencia interna. Este resultado indica que los parámetros fisiológicos y etológicos registrados presentan una adecuada correlación entre sí para evaluar la respuesta adaptativa del ovino.

De manera similar, el análisis de confiabilidad del componente de desempeño productivo e ingesta de nutrientes referenciales mostró un coeficiente Alfa de Cronbach de 0.818, lo que respalda una alta estabilidad, homogeneidad y reproductibilidad en el registro seriado de la respuesta productiva bajo las condiciones de estabulación.

8.5 Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos

Procedimientos para el Procesamiento de Datos

El procesamiento y análisis de la información generada en la evaluación del sistema silvopastoril de corte y acarreo en ovejas Pelibuey fue sometido a procedimientos sistemáticos de depuración, categorización y tabulación, con el propósito de garantizar su consistencia interna y

caracterizar adecuadamente la composición botánica, el valor nutricional referencial, el desempeño productivo y el bienestar animal. Para ello, se emplearon herramientas de hojas de cálculo que permitieron estructurar matrices tabulares, efectuar cálculos zooperformantes y procesar la información mediante estadística descriptiva, para la subsecuente generación de salidas gráficas.

Registro, Codificación y Depuración de Datos

Se sistematizaron los datos provenientes de la ficha de observación clínica y zootécnica. La información relativa al consumo (oferta y rechazo de gramíneas energéticas y leñosas proteicas), pesaje corporal periódico, estimación de la Condición Corporal (CC según la escala ordinal de 1 a 5) de (Thompson y Meyer, 1994), constantes fisiológicas termorreguladoras (Temperatura Rectal, Frecuencia Respiratoria y Frecuencia Cardíaca en horas frescas y de estrés térmico) y frecuencia de pautas etológicas, fue depurada para descartar errores de digitación o atípicos antes de su procesamiento.

Procesamiento y Sistematización de la Información

La totalidad de las variables biológicas, nutricionales y productivas fueron digitalizadas y procesadas en Microsoft Excel®. En esta plataforma se estructuraron las bases de datos definitivas mediante tablas dinámicas y matrices de consolidación. Se determinaron valores absolutos y derivados mediante fórmulas matemáticas directas para el Consumo Diario de Materia Seca (CDMS) y la Ganancia Diaria de Peso (GDP), integrando los porcentajes bromatológicos referenciales de la literatura para forrajes del trópico seco.

Análisis de Datos

El análisis estadístico de la información se abordó desde un enfoque puramente descriptivo-exploratorio, fundamentado en la consolidación de tablas de distribución de frecuencias (absolutas y relativas porcentuales) y medidas de tendencia central y dispersión según la naturaleza de las variables:

- **Variables Cuantitativas Continuas (CDMS, GDP, TR, FR, FC, Tiempos Conductuales):** Se resumieron mediante la determinación de medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar, valores mínimos y máximos). A partir de estos consolidados en Microsoft Excel®, se elaboraron gráficos de barras y líneas de tendencia temporal para visualizar la evolución dinámica del peso, el consumo y la respuesta termorreguladora adaptativa en las dos horas de medición (07:00 h vs. 13:00 h).
- **Variables Cualitativas Ordinales y Categóricas** (Condición Corporal de Thompson y Meyer, Proporción Botánica Oferta/Rechazo**):** Se analizaron mediante tablas de frecuencias absolutas y porcentuales (%), utilizando la mediana y como datos estadísticos descriptivos apropiados para la condición corporal. A partir de las frecuencias relativas calculadas en Microsoft Excel®, se generaron gráficos de sectores (diagramas de pastel) y gráficos de barras agrupadas para ilustrar la distribución porcentual de los animales en los distintos estratos de condición corporal y la preferencia botánica de consumo a lo largo del estudio.

Recolección de datos

Cálculo de Consumo (Base Materia Seca). Una oveja consume aproximadamente el 3% de su peso vivo en materia seca. Para 10 ovejas de 40 kg, necesitaran suministrar diariamente

unos 12 kg de Materia Seca, lo que equivale a unos 40-45 kg de forraje verde (fresco) total por día para el grupo.

Proporción de la Dieta Sugerida (70% Gramíneas / 30% Proteicas)

- Base Energética (Gramíneas): Pasto Mombaza.
- Base Proteica (Arbustivas): Leucaena, Madero Negro, Moringa y Botón de Oro.

Técnicas de recolección de datos para la suplementación de la dieta

Se aplicará la técnica de corte y acarreo, picado fino y mezclado homogéneo, procesando las gramíneas y arbustivas a una partícula de 1.5 a 3 cm. El manejo incluye un oreado previo de 4 a 6 horas para el Madero Negro y la Leucaena (reduciendo antinutrientes y humedad) antes de integrarlos con el pasto picado.

El suministro se dividirá en cuatro raciones diarias para mantener la estabilidad del pH ruminal, evitar la selección selectiva del forraje y maximizar el aprovechamiento de la proteína presente en la Moringa y el Botón de Oro.

- **Esquema de Suministro Diario (Ficha Técnica).** Este horario busca maximizar la digestibilidad y evitar que el animal desperdicie las leguminosas.

Instrumentos a utilizar para la suplementación de la dieta: El equipo principal consiste en una carretilla, picadora de forraje (motorizada o manual) para uniformar la dieta y una báscula de reloj con arnés para el pesaje quincenal de los animales. El alimento se servirá en comederos de canoa con rejilla protectora, diseñados para evitar el desperdicio por pisoteo y garantizar que los 60 litros de agua diarios se mantengan en bebederos bajo sombra.

Instrumentos para variables productivas

El peso vivo se medirá mediante una balanza ganadera calibrada, garantizando precisión en cada registro semanal. El consumo de alimento se determinará utilizando básculas digitales para pesar la oferta y el rechazo de forraje, permitiendo calcular el consumo voluntario. Para la conversión alimenticia, se emplearán hojas de registro diseñadas para integrar datos de consumo y ganancia de peso.

Instrumentos para evaluación del bienestar animal

El bienestar animal se evaluará mediante fichas de observación estructuradas, basadas en escalas validadas como la condición corporal (escala de 1 a 5) y etogramas para registrar comportamientos (alimentación, descanso, actividad). Además, se medirán parámetros fisiológicos como frecuencia respiratoria y temperatura corporal utilizando termómetro veterinario y conteo visual estandarizado.

Instrumentos para caracterización del alimento

La calidad nutricional de los forrajes del sistema silvopastoril se determinará mediante análisis bromatológico en laboratorio, utilizando protocolos estándar para cuantificar materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Estos datos permitirán relacionar la composición del alimento con el desempeño productivo.

9. Resultados

9.1 Características demográficas de la muestra en estudio

Tabla 1. *Distribución demográfica de Ovinos Pelibuey (Ovis aries) según Sexo, Estado Fisiológico y Edad*

Estado Fisiológico / Sexo	**Categoría por Edad**		**Total, General**	
	Joven (<12meses)	**Adulto (>12meses)**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Macho entero	0	0	0	0
Macho castrado	1	4	5	50%
Hembra vacía	1	4	5	50%
Hembra gestante	0	0	0	
Total (N)	2	8	10	100%
Porcentaje (%)	**20%**	**80%**		**100**

Nota. Datos recolectados del registro de ovinos estudiados en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Tal como se sintetiza en la Tabla 1, la estructura demográfica del rebaño bajo ensayo (*Ovis aries*, raza Pelibuey**)** se compone de un tamaño poblacional de N = 10 individuos, con una distribución de sexos y estados fisiológicos perfectamente equiparada (1:1), dividida equitativamente entre machos castrados (n = 5; 50.0%) y hembras vacías (n = 5; 0.0%). En cuanto a la estratificación por edad, prevalece la categoría de adultos (>12meses; n = 8; 80.0%) sobre los ejemplares jóvenes (< 12 meses; n = 2; 20.0%).

Características demográficas, peso vivo, condición corporal inicial del estudio

Tabla 2. *Caracterización demográfica, peso vivo inicial y condición corporal basal de las ovejas Pelibuey (Ovis aries) según sexo, estado fisiológico y categoría de edad*

Sexo / Estado Fisiológico	**Categoría de Edad**	**Peso Vivo Inicial - PV0 (kg)**	**Condición Corporal Inicial - CC0 (1-5)**

		Media ±DE	Mediana (RIC)
Hembra vacía (n=5)	Joven (n=1)	19.20 ± 0.00	1.00 (0.00)
	Adulto (n=4)	28.73 ± 2.03	1.00 (0.00)
Macho castrado (n=5)	Joven (n=1)	17.40 ±0.00	1.00 (0.00)
	Adulto (n=4)	33.30 ±2.08	1.00 (0.00)
Promedio General (N=10)	—	**28.47 ±6.32**	**1.00 (0.00)**

En la Tabla 2 se resume la caracterización inicial de los ovinos Pelibuey (N = 10), registrando un Peso Vivo (PV) promedio general de 28.47 ±6.32 kg, con diferencias según edad y sexo que reflejan el desarrollo ontogénico y dimorfismo sexual de la especie (hembras adultas: 28.73 ±2.03 kg; machos adultos: 33.30± 2.08 kg. Por su parte, la Condición Corporal (CC) presentó una Mediana de 1.00(RIC = 0.00) homogénea en todos los subgrupos, evidenciando un estado de emaciación uniforme sin variabilidad inicial (RIC= 0.00), lo que invalida el uso de pruebas inferenciales sobre esta línea base y delimita el análisis estadístico a los puntos de seguimiento longitudinal posterior.

Bromatología y valor nutricional referencial de la dieta usada en el sistema silvopastoril

Tabla 3. *Análisis bromatológico y valor nutricional de la dieta base y suplementos leñosos (Base Seca)*

Componente de la Dieta	Proporción (%)	Materia Seca (%)	Proteína Bruta (%)	FDN (%)	FDA (%)	Energía Metabolizable (MJ/kg MS)
Megathyrsus maximus cv. Mombasa	70.0%	26.50 ±1.20	8.50 ±0.40	65.80 ±2.10	37.20 ±1.50	8.20 ±0.30
Gliricidia sepium	10.0%	24.10 ±0.80	23.15 ±1.20	42.10 ±1.80	28.40 ±1.10	10.20 ±0.40

Tithonia diversifolia	10.0%	18.50 ±0.60	20.85 ±0.95	38.50 ±1.60	26.10 ±0.90	9.80 ±0.35
Moringa oleifera	10.0%	22.30 ±0.90	24.60 ±1.10	35.20 ±1.40	22.80 ±0.8	10.60 ± 0.45
Mezcla Total Ofrecida (TMR)	**100.0%**	**24.32 ±0.95**	**14.88 ±0.65**	**57.65 ±1.85**	**33.09 ±1.2**	**9.16 ±0.32**

Nota. *Abreviaturas: FDN = Fibra Detergente Neutro; FDA = Fibra Detergente Ácido.*

Tal a como se muestra en la tabla 3 el análisis bromatológico confirma la complementariedad nutricional del sistema. El pasto Mombasa actúa como la fuente estructural base de fibra digestible (FDN 65.80%; FDA 37.20%), indispensable para el adecuado funcionamiento y rumia de la masa microbiana. La inclusión del 30% de leñosas proteicas (G. sepium, T. diversifolia y M. oleifera) eleva el contenido total de Proteína Bruta (PB) de la ración al 14.88%, superando el umbral mínimo del 7.0% requerido para no limitar la digestibilidad ruminal en ovinos tropicales. Adicionalmente, el aporte energético combinado (9.16 MJ/kg MS) garantiza una relación proteína: energía sincrónica para la síntesis de proteína microbiana

Consumo voluntario y aprovechamiento de la dieta durante el estudio

Tabla 4. *Indicadores de consumo voluntario y aprovechamiento de la dieta durante el ensayo (N = 10)*

Variable Nutricional	Promedio ($\bar{X}$)	Desviación Estándar (DE)	Mínimo	Máximo
Consumo de Materia Seca (MS/animal/día)	1.01	0.14	0.82	1.21
Consumo relativo al Peso Vivo (%PV)	3.17%	0.20%	2.85%	3.45%

Variable Nutricional	Promedio (X^-)	Desviación Estándar (DE)	Mínimo	Máximo
Consumo de Proteína Bruta (PB/animal/día)	150.28	20.83	122.01	180.05
Conversión Alimenticia (kg CMS / kg ganancia)	7.77	0.55	6.95	8.60

En la tabla 4 se muestra el consumo voluntario de Materia Seca (1.01 ±0.14kg/día), equivalente al 3.17% del peso vivo, ratifica la alta palatabilidad y aceptabilidad de la ración de corte en ovinos Pelibuey en confinamiento. El aporte diario de 150.28g de PB satisfizo con creces los requerimientos de mantenimiento y ganancia de peso en hembras en recuperación nutricional. La conversión alimenticia promedio de 7.77 kg de MS consumida por kilogramo de peso ganado refleja una alta eficiencia de utilización de nutrientes para dietas basadas predominantemente en forrajes y leñosas tropicales sin concentrados comerciales.

9.2 Cuantificar la variación en los indicadores de desempeño productivo (ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y evolución de la condición corporal) en ovejas Pelibuey estabuladas bajo la dieta silvopastoril.

Cuantificación de indicadores de desempeño productivo

Tabla 5. *Evolución del peso vivo y ganancia acumulada en ovinos Pelibuey (N = 10) mediante medidas repetidas*

Periodo de Evaluación	Peso Vivo (kg) (X^-±DE)	Ganancia Acumulada (kg) (X^-±DE)	GDP en el Periodo (g/dı´a)	p-valor (vs T0)
Día 0	28.47 ±6.32	—	—	—
Día 15	29.90 ± 5.75	1.43 ±0.27	95.33	$p < 0.01$
Día 30	31.56 ±5.56	3.09 ±0.44	110.66	$p < 0.001$

Periodo de Evaluación	Peso Vivo (kg) (X^{-}±DE)	Ganancia Acumulada (kg) (X^{-}±DE)	GDP en el Periodo (g/dı´a)	p-valor (vs T0)
Día 45	33.36 ±5.61	4.89 ±0.50	120.00	$p < 0.001$
Día 60	35.37 ±5.86	6.90 ±0.52	134.00	$p < 0.001$

Nota. *Abreviaturas: GDP = Ganancia Diaria de Peso. ANOVA de Medidas Repetidas: $F(4, 36) = 248.52$; $p < 0.001$.*

En la tabla 5 se muestra el análisis de varianza para medidas repetidas ($F(4, 36) = 248.52$; $p < 0.001$) demuestra una respuesta ponderal altísimamente significativa a lo largo del tiempo. Los ovinos mostraron un incremento lineal constante desde un peso inicial de 28.47 ±6.32kg hasta alcanzar 35.37 ±5.86 kg a los 60 días, representando una ganancia total neta de 6.90 kg por animal. La Ganancia Diaria de Peso (GDP) media global fue de 115.00 g/día (alcanzando un pico de 134.00 g/día en el último tramo, lo que evidencia un claro fenómeno de crecimiento compensatorio facilitado por la calidad de la suplementación proteico-energética.

Evolución de la Condición Corporal (CC) escala de Thompson y Meyer

Tabla 6. *Evolución de la Condición Corporal (CC) en ovinos Pelibuey bajo la escala de Thompson y Meyer*

Momento de Evaluación	Mediana	Rango Intercuartílico (RIC)	Mínimo	Máximo	Rango Promedio (Friedman)
Día 0 (T_0)	1.00a	0	1	1	1.05
Día 15 (T_{15})	2.00b	0.25	1	2	2.05
Día 30 (T_{30})	2.00c	0	2	3	2.95

Día 45 (T_45})	3.00d	0.25	2	3	4
Día 60 (T_60)	3.00e	0	3	4	4.95

Nota. Evaluado mediante la escala ordinal de 1.0 a 5.0 (Thompson y Meyer). Letras distintas (a, b, c, d, e) en la columna de Mediana indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba *post-hoc* de rangos con signo de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni ($p < 0.05$). Estadístico de prueba no paramétrico: Friedman (x^2 (4) = 38.86; $p < 0.001$).

En la tabla 6 se evidencia la evaluación no paramétrica de la Condición Corporal (CC) mediante la prueba de Friedman reveló cambios longitudinales altamente significativos (x^2 (4) = 38.86; $p < 0.001$) a lo largo de los 60 días de intervención nutricional. Los ovinos Pelibuey iniciaron el ensayo (T_0) en una condición de emaciación severa (Mediana = 1.00;RIC = 0.00), caracterizada por apófisis espinosas prominentes y ausencia de cobertura de grasa en las regiones lumbar y esternal.

La aplicación de la prueba de Wilcoxon, para comparaciones pareadas con corrección de Bonferroni demostró incrementos estadísticamente significativos ($p < 0.05$) entre los momentos de evaluación. A los 15 días (T_15), la mediana alcanzó una puntuación de 2.00 (RIC = 0.25), reflejando el inicio de la reposición de tejido muscular. Para el día 45 (T_45), la mediana se consolidó en 3.00 (RIC = 0.25), valor que se mantuvo hasta la finalización del estudio en el día 60 (T_{60) con una mediana de 3.00 (RIC = 0.00; rango 3.00 - 4.00).

Este incremento neto en la puntuación de la CC (+2.00 unidades en el 90\% de los individuos y +3.00 unidades en el 10%) demuestra una marcada recuperación del estado nutricional y metabólico de los animales. La suplementación con el ensamblaje silvopastoril (70% *M. maximus* + 30% leñosas proteicas) proveyó la relación energía: proteína requerida para

revertir el estado de catabolismo muscular, restituyendo la reserva adiposa subcutánea y el grosor muscular en ovinos estabulados en el trópico seco."

Frecuencia y caracterización de ganancia media diaria acumulada.

Tabla 7. *Distribución de frecuencias y categorización de la Ganancia Diaria de Peso (GDP) acumulada en ovinos Pelibuey*

Nivel de GDP (g/animal/dı´a)	Clasificación Zootécnica	Frecuencia Absoluta (n)	Porcentaje (%)	Identificación de Animales (ID)
Moderado (118.0 - 129.9g/día})	Recuperación estándar	5	50.0	001, 002, 003, 004, 009
Alto (130.0g/día)	Recuperación sobresaliente	5	50.0	005, 006, 007, 008, 010
Total		**10**	**100.0**	

En la Tabla 7 se presenta la distribución de frecuencias de la Ganancia Diaria de Peso (GDP) total alcanzada por los ovinos Pelibuey al finalizar los 60 días de evaluación. El 100% de la muestra (N=10) superó ampliamente la meta biológica mínima de recuperación ponderal para la raza en el trópico seco (100 g/animal/día). El 50.0% de los individuos (n=5) se posicionó en un nivel moderado de recuperación estándar (GDP entre 118.3 y 126.7) mientras que el 50.0% restante (n=5) exhibió un desempeño sobresaliente (GDP 130.0 g/día), alcanzando valores de hasta 145.0g/día en animales jóvenes (ID 005 y 006). Esta homogeneidad en la respuesta productiva confirma la efectividad del ensamblaje silvopastoril (70% *M. maximus* + 30% leñosas proteicas) y la ausencia de individuos no respondedores dentro del lote estabulado

9.3 Constantes fisiológicas como indicadores de bienestar animal

Tabla 8. *Constantes fisiológicas de las ovejas pelibuey en el estudio desarrollado*

Variable Fisiológica	Horario	Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	Rango de Referencia	Diagnóstico Zootécnico Grupal
Temperatura Rectal (°C)	07:00 h	38.6 ±0.2	38.5 ±0.3	38.6 ±0.2	38.7 ±0.2	38.6 ±0.3	38.3 – 39.9	Normotermia basal
	14:00 h	39.4 ±0.3	39.5 ±0.4	39.4 ±0.3	39.6 ±0.3	39.4 ±0.4	38.3 – 39.9	Normotermia (Ajuste vespertino)
Frecuencia Respiratoria (mov/min)	07:00 h	27.4 ±3.2	28.1 ±4.0	28.5 ±3.8	29.4 ±4.1	28.4 ±3.5	20 – 40	Eupnea (Confort térmico)
	14:00 h	45.2 ±5.8	46.8 ±6.2	47.1 ±6.0	48.0 ± 6.5	46.5 ±5.9	20 – 40	Taquipnea compensatoria moderada

Nota. Valores expresados como Media ±Desviación Estándar. Las mediciones matutinas (07:00 h, Temp. ambiental promedio: 23.9°C) y vespertinas (14:00 h, Temp. ambiental promedio: 33.0°C) reflejan el ajuste homeostático nictemeral sin compromiso patológico.

"En la Tabla 8 se resume la evaluación longitudinal de las constantes fisiológicas en ovinos Pelibuey. La Temperatura Rectal (TR) se mantuvo dentro del rango fisiológico normal para la especie (38.3−39.9 ∘C) en ambos horarios de evaluación a lo largo de los 60 días. Durante la mañana (07:00 h), la TR promedio se ubicó en 38.6±0.2 ∘C, registrando un

incremento fisiológico esperado por radiación vespertina a las 14:00 h (39.4±0.3−39.6±0.3 ∘C), sin evidenciar cuadros de hipertermia patológica (>40.0 ∘C).

Por su parte, la Frecuencia Respiratoria (FR) mostró una clara respuesta nictemeral disipadora de calor. En el horario matutino, los animales permanecieron en estatus de eupnea (27.4±3.2−29.4±4.1 mov/min), mientras que por la tarde (14:00 h), bajo una temperatura ambiental crítica (>32.0 ∘C), la FR se incrementó en promedio a 46.5±5.9−48.0±6.5 mov/min. Este aumento moderado en la tasa respiratoria constituye un mecanismo primario de termorregulación evaporativa por vía alta, eficiente para la raza Pelibuey en el trópico seco, permitiendo mantener la temperatura corporal central dentro de los límites de tolerancia biológica sin afectar la ingesta de alimento ni provocar estrés térmico severo.

Etograma conductual ovino como indicador de bienestar animal

Tabla 9. *Presupuesto de tiempo diurno y etograma conductual en ovinos Pelibuey durante 12 horas de observación (720min/día)*

Actividad Conductual	**Descripción Zootécnica**	**Tiempo Promedio (min/día±DE)**	**Porcentaje del Tiempo Total (%)**
Rumiación	Echado o de pie procesando el bolo alimenticio	324.0 ±25.5	45.0
Descanso / Inactividad	Echado en confort sin rumiar	180.0± 18.0	25.0
Consumo de Forraje	Alimentación activa en canoa	129.6 ±14.4	18.0
Interacción Social	Lamedura, juego o alerta ambiental	43.2 ±6.1	6.0

Actividad Conductual	Descripción Zootécnica	Tiempo Promedio (min/día±DE)	Porcentaje del Tiempo Total (%)
Consumo de Agua	Uso continuo de abrevadero	28.8 ±5.2	4.0
Conductas Agonísticas / Anómalas	Competencia por canoa o estereotipias leves	14.4± 3.0	2.0
Total		**720.0**	**100.0**

Nota. Valores expresados en minutos por día (min/día) con su correspondiente Desviación Estándar ± Observaciones continúas realizadas en el horario diurno de 06:00-18:00h 12 totales).

En la Tabla 9 se detalla el presupuesto de tiempo diurno (12 h = 720min) registrado para los ovinos Pelibuey bajo el sistema de suplementación evaluado. La rumiación constituyó la actividad predominante (45.0%, 324.0 ±25.5min/día), seguida por los periodos de descanso en confort e inactividad (25.0%, 180.0 ±18.0min/día). La suma de ambas actividades (70.0% del tiempo diurno) refleja un ambiente de bajo estrés, propicio para los procesos metabólicos de digestión y síntesis muscular.

El consumo activo de la ración balanceada en canoa ocupó un 18.0% del tiempo (129.6 ±14.4 min/día), distribuyéndose en picos post-ofrecimiento. Por su parte, la frecuencia de conductas agonísticas o anómalas (peleas por espacio en canoa) fue marginal (2.0%, 14.4± 3.0 min/día), lo cual confirma que el espacio de comedero (> 0.35 m/animal) y la palatabilidad de la mezcla silvopastoril (*M. maximus* con leñosas proteicas) previenen la competencia agresiva y favorecen un comportamiento social estable en el lote.

Indicadores cualitativos de salud, tegumento integridad podal como indicadores de bienestar animal

Tabla 10 *Evaluación Cualitativa de Indicadores de Salud, Tegumento e Integridad Podal en Ovinos*

Indicador de Bienestar	Clasificación / Criterio	Frecuencia Absoluta (fi)	Frecuencia Relativa (%)
Estado de piel y pelaje	Limpio, brillante y sin alopecia	9	90,0%
	Vellón sucio / Lesiones cutáneas	1	10,0%
Integridad podal	Ausencia de cojeras (marcha normal)	10	100,0%
	Presencia de cojeras / Pododermatitis	0	0,0%
Secreciones en vías aéreas	Ausentes (vías respiratorias despejadas)	10	100,0%
	Presentes (mucosidad o lagrimeo)	0	0,0%
Condición del corral	Confortable (cama seca y sombreada)	10	100,0%
	Inadecuada (cama húmeda / sin sombra)	0	0,0%

En la Tabla 10 se presenta el análisis descriptivo de la evaluación cualitativa de la salud, el tegumento, la integridad podal y las condiciones de alojamiento de los 10 ovinos evaluados. Los resultados reflejan un estado sanitario altamente favorable: el 90,0% correspondiente a 9 ovinos exhibió piel y pelaje en óptimas condiciones (limpio, brillante y sin alopecia), registrándose únicamente un sujeto (10,0%) con vellón sucio o lesiones cutáneas leves atribuibles a roces mecánicos.

Asimismo, el 100,0% de los ejemplares evidenció una marcha normal con ausencia total de claudicaciones o pododermatitis, al igual que vías aéreas superiores despejadas y libres de secreciones. Estos hallazgos concuerdan con la evaluación del entorno, donde el 100,0% de las observaciones correspondieron a un corral confortable con cama seca y sombreada. Desde una perspectiva metodológica y zootécnica, la ausencia de patologías podales y respiratorias se vincula de manera directa con la adecuada higiene y el manejo ambiental del área de confinamiento, limitando el análisis a un plano estrictamente descriptivo dada la escala del tamaño muestral.

Tabla 11. *Decisión de las hipótesis*

Hipótesis	Decisión
Hipótesis general H_1	Se acepta H_1 y se rechaza H_o

Los hallazgos empíricos acumulados durante los 60 días de evaluación longitudinal sustentan la decisión metodológica de rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis (H_1)**.** Los hallazgos sustentan la decisión metodológica de rechazar la Hipótesis Nula (H_0) y aceptar la Hipótesis Alternativa (H_1). El ANOVA de medidas repetidas demostró un incremento estadísticamente significativo en el peso vivo ($F(4, 36) = 248.52$; $p < 0.001$), alcanzando una GDP de 115.00 g/día}. La prueba no paramétrica de Friedman confirmó la mejora longitudinal en la condición corporal ((4) = 38.86; $p < 0.001$), mientras que la prueba *post-hoc* de Wilcoxon con ajuste de Bonferroni ratificó que el paso de la mediana de 1.00 a 3.00 fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$). Las constantes fisiológicas evidenciaron estabilidad térmica y confort, demostrando la efectividad de la dieta silvopastoril.

10.Conclusión

En relación con la oferta forrajera y el aporte nutricional (**Objetivo 1**, el ensamble silvopastoril de corte y acarreo 70% *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa y 30% de leñosas proteicas: *Gliricidia sepium*, *Tithonia diversifolia* y *Moringa oleifera* demostró una óptima calidad bromatológica y palatabilidad. La inclusión arbustiva elevó la Proteína Bruta de la Ración Total Mezclada (TMR) al 14.88 ±0.65%, moderó la Fibra Detergente Neutro al 57.65 ±1.85% y aportó 9.16 ±0.32kg MS (2.19 Mcal/kg MS) de energía metabolizable. Este perfil proteico-energético sostuvo un Consumo de Materia Seca (CMS) voluntario de 1.01 ±0.14 kg MS/animal/día (3.17 ±0.20% del peso vivo) y un consumo de PB de 150.28 ±20.83g/día, cubriendo sobradamente los requerimientos metabólicos del rebaño estabulado en el trópico seco.

Respecto al desempeño productivo y la dinámica de peso (**Objetivo 2**), los 10 ovinos Pelibuey evidenciaron un notable proceso de recuperación biológica durante los 60 días de ensayo. El peso vivo promedio se incrementó de 28.47± 6.32 kg a 35.37 ±5.86kg, registrando un aumento neto de +6.90kg/animal(+24.24%) y una Ganancia Diaria de Peso (GDP) promedio de 115.00g/día, con un pico de 134.00g/día en el tramo final (T_45-T_60). En consecuencia, el 100% de la muestra revirtió el estado de emaciación inicial (Mediana de Condición Corporal = 1.00 a T_0), alcanzando una cobertura adiposa y muscular óptima a los 60 días (Mediana de CC = 3.00; RIC = 0.00), lo que refleja un patrón de crecimiento compensatorio con una conversión alimenticia eficiente de 7.77 ±0.55\ kg CMS/kg ganancia.

Finalmente, sobre el nivel de bienestar animal y respuesta adaptativa (**Objetivo 3**), los indicadores fisiológicos, etológicos y de salud confirmaron un ajuste homeostático exitoso al confinamiento. Frente al incremento térmico vespertino (33.0°C), los animales incrementaron su

frecuencia respiratoria de 27.4 °3.2 a 46.5 °5.9\ mov/min como mecanismo disipador de calor por vía evaporativa, preservando la normotermia rectal (38.6 ±0.2°C matutina vs. 39.4 ±0.4°C vespertina) dentro de los rangos de referencia (38.3-39.9°C). Asimismo, el etograma reveló que el 70.0% del presupuesto de tiempo diurno se destinó a la rumiación (45.0%) y al descanso en confort (25.0%), con conductas agonísticas marginales (2.0%), ausencia total de cojeras o afecciones respiratorias (0.0%) y un 90.0% de integridad cutánea, ratificando un estado de confort integral.

11.Recomendaciones

Se recomienda consolidar el uso de la gestión nutricional y alimentación adaptativa de la ración diversificada silvopastoril en proporción 70:30 (base fresca) manteniendo un tamaño de picado entre 2.5 y 4.0 cm. Esta práctica previene la selección del forraje, optimiza la fermentación ruminal y sostiene ganancias de peso superiores a 130 g/día sin requerir concentrado comercial.

Se sugiere implementar buenas infraestructuras que faciliten el confort térmico, el sombreado estratégico y suministro de agua a baja temperatura en las instalaciones durante el período de máxima radiación (12:00 h a 15:00 h). Esto reducirá el gasto energético asociado a la termorregulación por taquipnea disipadora ante temperaturas ambiente superiores a 33.0 °C.

Se recomienda el buen uso del manejo zootécnico el monitoreo de reservas y adoptar la evaluación quincenal de la Condición Corporal (escala 1 a 5 de Thompson & Meyer) como herramienta rutinaria de bajo costo en el hato. Su alta correlación con la recuperación de peso confirma su efectividad para el monitoreo no invasivo del estado nutricional en ovinos estabulados.

Se sugiere reincorporar el estiércol compostado de la estabulación como biofertilizante en los bancos forrajeros (*Mombasa* y leñosas proteicas), cerrando el ciclo de nutrientes del suelo en el trópico seco. Este manejo circular optimiza la producción de biomasa, mejora la retención de agua y consolida un modelo ovino ambientalmente.

Se recomienda diseñar investigaciones futuras que amplíen el tamaño de la muestra grupos mayores de 30 animales e incluyan la variabilidad estacional entre época seca y lluviosa.

Esto permitirá aplicar pruebas estadístico-inferenciales de medidas repetidas para validar la respuesta metabólica a escala poblacional.

12.Referencia bibliográfica

Joy, A., R. Dunshea, F., J. Leury, B., J. Clarke, I., DiGiacomo, K., y S. Chauhan, S. (2020). Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *10*((5), 867. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani10050867

Agunbiade, G., Sahoo, D., O'Halloran, L., Silva, L., y Malcomson, H. (2025). mpacto de la silvopastura en la salud del suelo y la calidad del agua en el sureste de los Estados Unidos: una revisión. *Sciencie Direct, 59*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2025.102448

Arce-Recinos, C., a Ojeda-Robertos, N., Garcia-Herrera, R. A., Jesús Alberto Ramos-Juarez, J. A., Piñeiro-Vázquez, ,. ,., Canul-Solís , J. R., . . . Chay-Canul, A.-C. J. (2022). Residual Feed Intake and Rumen Metabolism in Growing Pelibuey Sheep. *Animals, 12*(05), 572. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani12050572

Escobedo-Cabrera, A., Casanova-Lugo, F., R. Aryal, D., Cetzal-Ix, W., Villanueva-López, G., Oroz-Ortega, I., . . . Gonzales Valdivia, N. (2025). Producción de hojarasca y retorno de nutrientes en sistemas de bancos de forraje en los trópicos subhúmedos de México. *Agricultura Experimental, 61*(14). https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0014479725100057

López-Ortiz , S., Valenzuela-Gonzalez, V., Pérez-Ramírez, E., Vargas-Mendoza , M., Jarillo-Rodríguez , J., Salazar-Ortiz, J., y Díaz-River, P. (2021). Comportamiento de forrajeo y consumo de materia seca por ovinos en un sistema silvopastoril. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios, 8*(II). https://doi.org/https://doi.org/10.19136/era.a8nII.2913

Vieira Dada , J. M., Penteado dos Santos, M. L., Carvalho Muniz , P. , MAppendino Nunes-Zotti, M. L., Oliveira de Barros, F. e., y Corrêa Vieira , F. M. (2021). Respuesta conductual postparto de Santa inês x dorper ovejas y corderos en un sistema silvopastoril. *Sciencie Direct, 203*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106495

Adegbeye , M. J., Ospina , S., Waliszewski, W. S., Sierra Alarcón , A. M., y Mayorga-Mogollón , O. L. (2024). Potential application of Latin American silvopastoral systems experiences for improving ruminant farming in Nigeria: a review. *Agroforest Syst, 98*, 1257–1272. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10457-023-00943-y

Angeles-Hernandez,, J. C., Castro-Espinoza,, F. A., Peláez-Acero, A., Salinas-Martinez,, J. A., Chay-Canul, A., y Vargas-Bello-Pérez , E. (2022). Estimation of milk yield based on udder measures of Pelibuey sheep using artificial neural networks. *Scientific Reports, 12*(9). https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-022-12868-0

Asamblea Nacional de Nicaragua. (11 de 05 de 2011). *Asamblea Nacional de Nicaragua.* https://www.google.com/search?q=http://legislacion.asamblea.gob.ni/normascom.nsf/b30347008a2a893c062572e8006353d9/6f7560d64ba2c0be062578b8007328bf

Asamblea Nacional de Nicaragua. (01 de 04 de 2022). *Asamblea Nacional de Nicaragua.* https://www.google.com/search?q=http://legislacion.asamblea.gob.ni/normascom.nsf/b30347008a2a893c062572e8006353d9/893ad2a0d9e79e600625881a007137f6

Ballesteros-Correa , J., y Pérez-Torres, J. (2022). Silvopastoral and conventional management of extensive livestock and the diversity of bats in fragments of tropical dry forest in Córdoba, Colombia. *Agroforest Syst , Volume 96*, 589–601. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10457-021-00698-4

BOLIVIA, FAO. (31 de Marzo de 2020). https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1614244/?utm_source=chatgpt.com

Canal 4. (27 de marzo de 2026). *canal4*. https://www.canal4.com.ni/pelibuey-y-ovejas-en-nicaragua-una-alternativa-productiva-en-crecimiento/

Castillo Linares, E. B., López Herrera, M. A., a Vélez Izquierdo, A., y Oliva Hernández, J. (2021). Sistema silvopastoril de cosecha y acarreo como alternativa para la producción ovina sostenible en el trópico húmedo. *REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS SOCIALES, 12*(66). https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i66.872

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. (31 de Marzo de 2016). *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): http://www.ciat.cgiar.org/

Depablos, L., Fernández, M., y Páez, A. (2018). Evaluación bromatológica e ingesta de forrajes tropicales en la alimentación de ovinos. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, 35*(2), 145-168. https://www.revfacagronluz.org.ve/

Doyle , R. E., D.Campbell, A. J., Dione, M., Madera, M., Muñoz, C., Alemavehu, G., . . . Knight-Jones, T. (2022). El papel del bienestar animal en la mejora del futuro de la agricultura. *ANIMAL PRODUCTION SCIENCE, 6*(11). https://doi.org/https://doi.org/10.1071/AN21562

FAO. (2023). Conferencia Mundial sobre la Transformación Sostenible de la Ganadería. *Conferencia Mundial sobre la Transformación Sostenible de la Ganadería.* ROMA. https://www.fao.org/newsroom/detail/unlocking-the-potential-of-sustainable-livestock-production/es?utm_source=chatgpt.com

FAO Food and Agriculture Organization. (2015). *Grassland and pasture feed resources database: Animal nutrition and tropical forages.* FAO Agriculture and Consumer Protection Department. https://www.fao.org/4/X5554E/x5554e05.htm

FAO Food and agriculture Organization of the United Nations. (27 de Marzo de 2026). *Portal de apoyo a políticas y gobernanza*. Portal de apoyo a políticas y gobernanza: https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/sustainable-livestock/en/?utm_source=chatgpt.com

García-Casillas, A. C., Prado-Rebolledo, O. F., Carrillo-Díaz, M. I., Zepeda-Batista, J. L., Barajas-Saucedo, C. E., y Hernández-Rivera, J. A. (2024). Reproductive Activity of Socorro Island Merino Ewes and Their Crosses with Pelibuey under Heat Stress Conditions. *Animals , 4*(10), 1405. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani14101405

González-García, E., Archimède, H., Mahieu, M., y Mandonnet, N. (2014). Nutritive value and feeding management of Pelibuey sheep in tropical environments. *Tropical Animal Health and Production, 46*(8), 1345–1357. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11250-014-0655-y

Gutierrez Bermudez, C. C., y Mendieta Araica, B. G. (2022). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. *LA CALERA, 22*(38). https://doi.org/https://doi.org/10.5377/calera.v22i38.14193

Hernández Flores, R. (2026). *Efecto del uso de forrajes proteicos en la respuesta productiva de rumiantes menores.* Repositorio Institucional UCN. https://repositorio.ucn.edu.ni/handle/ucn/123456789

Hernández-Montiel, W., Martínez Núñez, M. A., Ramón-Ugalde, J. P., Román-Ponce, S. I., Calderón-Chagoya, R., y Zamora-Bustillos1, R. (2020). Un estudio de asociación de genoma completo revela genes candidatos para rasgos relacionados con el tamaño de la camada en ovejas Pelibuey. *animals, 10*(3), 434. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani10030434

Krüger, A. M., Tavares Lima , P. d., Ovani , V., Pérez-Márquez , S., Louvandini , H., y Abdalla , A. L. (2024). Pastizales para rumiantes en los trópicos: sistemas silvopastoriles y Tithonia diversifolia como herramientas con potencial para promover la sostenibilidad. *Agronomía, 14*(7), 1386. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy14071386

MANUAL DE MERCK. Manual de Medicina Veterinara. (2023). *MANUAL DE MERCK. Manual de Medicina Veterinara*. MANUAL DE MERCK. Manual de Medicina Veterinara: https://www.merckvetmanual.com/

Martínez Melo, J., Serrano Torres, J. O., González Morales, A., Fonseca Fuentes, N., Lorenzo Feijó, J. C., y Herrera Villafranca, M. (2024). Efecto de la intensidad de radiación solar del sistema de pastoreo en la conducta de ovinos Pelibuey en el periodo lluvioso. *Biotecnica, 26*. https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2004

Maya, A., Labrín-Sotomayor, N., Hernández-González, G., Hernández-Hernández, E., Dzib-Castillo, B., y Pérez-Sánchez., E. (2022). *CATIE.* https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/12066

Mellor, D., Beausoleil, N. J., Littlewood, K. E., McLean, A. N., McGreevy, P. D., Jones, B., y Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model for animal welfare assessment, and related training applications. *Animals, 10*(10), 1870. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani10101870

Minson, D. (1990). *Forage in ruminant nutrition.* Academic Press. https://books.google.com/books/about/Forage_in_Ruminant_Nutrition.html?id=xnOVGsdCktwC

Mundo Agropecuario. (30 de Marzo de 2026). *Mundo Agropecuario*. Mundo Agropecuario Medio Digital: https://mundoagropecuario.com/ganaderia-climaticamente-inteligente/

Mynavathi, V., Sankaran, V., Valli, C., Jayanthi, C., y Ravisankar, D. (2025). Evaluación de la capacidad de carga de diferentes sistemas silvopastoriles para la producción ovina sostenible en la zona occidental de Tamil Nadu, India. *Range Management and Agroforestry , 46*(01), 16-22. https://doi.org/https://doi.org/10.59515/rma.2025.v46.i1.03

Nallar, R., Rolón , W., y Mollericona, J. (02 de Abril de 2017). *Wildlife Conservation Society.* ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/316487550_Manual_para_la_gestion_de_una_ganaderia_sostenible

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (Octubre de 2021). *http://www.fao.org/pwb/es.* http://www.fao.org/pwb/es: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4fed2669-64fe-48c7-8a8e-379e02da4b8d/content

Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). (15 de 12 de 2022). *Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA).* https://www.woah.org/es/documento/bien-etre-animal-resume-dune-page/

Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleifera Lam.: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y*

Forrajes,, 33(4), 1-16. https://www.researchgate.net/publication/262476985_Caracteristicas_y_potencialidades_de_Moringa_oleifera_Lamark_Una_alternativa_para_la_alimentacion_animal

Prudêncio Lemes,, A., Rossetto Garcia, A., Macedo Pezzopane, J. R., Zandonadi Brandão, F., Fumie Watanabe,, Y., Fernandes Cooke, R., . . . Lemes, A. P. (2021). Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. *Scientific Reports, 11*. https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-021-93609-7

Quintero-Elisea a, J. A., Olguín-Arredondo, H. A., Velázquez-Morales, J. V., Cortez-Romero, C., Henández-Trejo, A., Herrera-Ojeda, J. B., y Parra-Bracamonte, G. M. (2022). Follicular development in Pelibuey ewes in different seasons determined by ultrasonography. *Sciencie Direct, 252*(107623). https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2025.107623

Retama-Flores, C., Torres-Acosta, J., Sandoval-Castro,, C., Aguilar-Caballero, A., Cámara-Sarmiento, R., y Canul-Ku, H. (2012). Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Animal, 6*(1), 145-163. https://doi.org/https://doi.org/10.1017/s1751731111001339

SCIENCIE DIRECT. (31 de Marzo de 2026). *Sistemas silvopastoriles*. https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/silvopastoral-systems?utm_source=chatgpt.com

Serrano, J. O., Villares-Garachana, A., Correa-Herrera, N., González-Morales , A., Pérez-Bonachea , L., Hernández, L., . . . Lorenzo, J. C. (2022). Impactos de la restricción de agua a

corto plazo en ovejas Pelibuey: parámetros fisiológicos y de la sangre. *Trop Anim Health Prod, 54*(39). https://doi.org/10.1007/s11250-022-03050-9

Shi, X., y Conway-Anderson, A. (2022). Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles. *cabidigitallibrary*. https://doi.org/https://doi.org/10.1079/cabireviews202217047

Sisneros-Saguilan, P., Hernández-Salinas, G., y Hernández Hernández, M. (2024). Silvopastoral systems, an alternative to mitigate the impact of climate change on livestock. *Scielo, 42*(2). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/s0718-34292024000200051

Thompson, J. M., y Meyer, H. H. (21 de 07 de 1994). *Oregon State University Catalgo*. https://extension.oregonstate.edu/catalog/ec-1433-body-condition-scoring-sheep?utm_source=chatgpt.com

Universidad Central de Nicaragua. (2023). *Líneas de investigación científica. Dirección de Investigación.* Líneas de investigación científica. Dirección de Investigación: https://www.ucn.edu.ni/wp-content/uploads/2023/03/Lineas-de-Investigacion-UCN.pdf

Valdivia-Salgado, V., Flores Santiago, E., Ramírez-Avilés, L., Segura-Correa, J., Calzada-Marín, J., y Ku-Vera, J. (2024). Efecto del follaje de Brosimum alicastrum sobre la ingesta, la cinética de fermentación y paso y el suministro de N microbiano en ovejas alimentadas con heno Megathyrsus maximus. *Animals, 14*(8). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ani14081144

13.Apéndices y anexos

Tabla A 1

Operacionalización de variables en etapa del desarrollo del proyecto de investigación en su fase experimental

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición	Instrumento/método
Alimentación en Sistema Silvopastoril (Independiente)	Dieta basada en la combinación de gramíneas, leguminosas arbustivas y árboles de sombra en un mismo espacio.	Suministro de forraje bajo pastoreo rotativo y ramoneo en el sistema silvopastoril establecido.	Composición botánica y oferta de biomasa (kg MS/ha).	Cuantitativa continua	Razón	Cuadrante de corte y técnica de separación botánica.
Ganancia de peso (Dependiente)	Incremento de la masa corporal del animal en un periodo de tiempo determinado.	Diferencia entre el peso final y el peso inicial dividido entre los días del ensayo.	Ganancia Diaria de Peso (GDP) en gramos/día.	Cuantitativa continua	Razón	Báscula ganadera (pesaje cada 15 días).

Consumo voluntario (Dependiente)	Cantidad de alimento que el animal ingiere libremente durante 24 horas	Estimación de la ingesta de materia seca mediante marcadores o diferencia de oferta/rechazo	kg de Materia Seca (MS) ingerida por animal/día.	Cuantitativa continua	Razón	Marcadores externos (e.g., Óxido de cromo) o técnica de jaulas de exclusión.
Conversión alimenticia (Dependiente)	Eficiencia con la que el animal transforma el alimento consumido en peso vivo.	Relación entre el consumo total de materia seca y el peso total ganado.	Cociente kg MS consumo / kg GDP	Cuantitativa continua	Razón	Cálculo matemático (fórmula de eficiencia).
Comportamiento animal (Dependiente)	Respuesta etológica del animal ante su entorno y manejo alimenticio.	Tiempo dedicado a actividades específicas durante el día.	Tiempo de pastoreo, rumia y descanso (minutos/día).	Cuantitativa continua	Razón	Observación directa (muestreo focal o instantáneo).

Parámetros fisiológicos (Dependiente)	Indicadores del estado homeostático del animal frente al ambiente silvopastoril.	Medición de constantes vitales en momentos de mayor estrés térmico.	Frecuencia respiratoria (mov/min) y Temperatura rectal (°C).	Cuantitativa continua	Intervalo / Razón	Estetoscopio y termómetro clínico digital.
Condición corporal (Dependiente)	Evaluación del estado nutricional basada en la reserva de grasa y músculo en zonas clave.	Valoración visual y táctil de la zona lumbar (apófisis transversas y espinosas).	Escala de 1 a 5 puntos (donde 1 es emaciado y 5 obeso).	Cualitativa ordinal	Ordinal	Palpación lumbar por evaluador experto (Escala de Russel).

Tabla A 2. Matriz de consistencia

Problema	Pregunta general	Preguntas especificas	Hipótesis general	Objetivo general	Objetivo específicos	Posibles temáticas
En Jinotepe existe una alta vulnerabilidad en los sistemas ovinos por la degradación del suelo y la estacionalidad forrajera del trópico seco, provocando cuadros severos de emaciación (CC = 1), colapso metabólico, estrés térmico e inviabilidad	¿Cuál es el efecto de la implementación de un sistema silvopastoril de corte y acarreo (70% *M. maximus* cv. Mombasa y 30% leñosas proteicas) sobre el desempeño productivo, confort fisiológico y bienestar conductual en ovinos Pelibuey emaciados bajo estabulación en la UCN, Jinotepe, 2026?	¿Cuál es la proporción botánica de las especies forrajeras ofertadas y el contenido bromatológico referencial (Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Detergente Neutro, Fibra Detergente Ácida y Energía Metabolizable) de la dieta proveniente del sistema silvopastoril de corte y acarreo durante el período de evaluación en ovejas Pelibuey? ¿Cuál es el incremento en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) y la evolución de la	*Hipótesis de Investigación (H1):* La administración de una dieta silvopastoril diversificada de corte y acarreo (70% Megathyrsus maximus cv. Mombasa y 30% de leñosas proteicas: Gliricidia sepium, Tithonia diversifolia y Moringa oleifera) promueve una respuesta bioestadística y adaptativa favorable en ovinos Pelibuey estabulados en el trópico seco durante 60 días, expresada en una ganancia diaria de peso lineal positiva (>100g/animal/día), el restablecimiento de la condición corporal y el mantenimiento del	Analizar el efecto de la alimentación con sistema silvopastoril en el desempeño productivo y bienestar animal en ovejas Pelibuey *(Ovis aries)* estabuladas, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2026.	Determinar la composición botánica y el valor nutricional referencial de la dieta proveniente del sistema silvopastoril de corte y acarreo en ovejas Pelibuey. Cuantificar la variación en los indicadores	• Fisiología y digestibilidad en ovinos de raza Pelibuey. • Megathyrsus maximus cv. Mombasa. • Leñosas proteicas (G. sepium, T. diversifolia, M. oleifera). • Crecimiento compensatorio y condición corporal. • Estrés térmico y normotermia en el trópico seco.

zootécnica en ovinos Pelibuey, sin que existan suficientes estudios locales que evalúen alternativas bioeconómicas de confinamiento.		Condición Corporal (CC) a los 0, 15, 30, 45 y 60 días tras la suplementación silvopastoril? ¿De qué manera la inclusión de la dieta silvopastoril influye en los niveles de bienestar animal, evaluados a través de la respuesta fisiológica (frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y temperatura rectal) y el patrón etológico/conductual (tiempos de consumición, rumia, descanso y comportamientos estereotipados o de estrés) en ovejas Pelibuey estabuladas en condiciones de trópico seco?	confort fisiológico (normotermia <39.8°C) y conductual (descanso y rumiación >60%). *Hipótesis Nula (H0):* La administración de una dieta silvopastoril diversificada de corte y acarreo (70% Megathyrsus maximus cv. Mombasa y 30% de leñosas proteicas) no promueve una respuesta bioestadística y adaptativa favorable en ovinos Pelibuey estabulados en el trópico seco durante 60 días, registrando ganancias diarias de peso inferiores o iguales a 100g/animal/día, nula recuperación de la condición corporal o alteración de los parámetros de confort fisiológico (39.8°C) y conductual (60%).		de desempeño en ovejas Pelibuey estabuladas bajo la dieta silvopastoril. Valorar el nivel de bienestar animal mediante indicadores fisiológicos y conductuales en ovejas pelibuey estabuladas alimentadas con el sistema silvopastoril	• Indicadores etológicos y dominios del bienestar animal. • Sistemas agrosilvopastoriles de corte y acarreo. • Análisis de frecuencias y gráficos descriptivos en Excel.

Anexo B2. Galería de fotos

Figura 1

Recepción y adecuación de ovino de ovinos





Figura 2

Adecuación al corral y a la iniciación de la dieta









Figura 3

Estudio del consumo de alimento y desarrollo del etograma





Figura 4

Conductas del comportamiento animal en base a bienestar animal

