



**PROGRAMA CONSORCIOS REGIONALES DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA –CRIA- REGIÓN NORTE CADENA DE GANADO BOVINO**

**EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL DE
TAXISCOBO, EN ASOCIO CON GRAMÍNEAS, EN EL ÁREA DE COBÁN, ALTA
VERAPAZ.**

Estuardo Enrique Cahuec Maas

Omar Alexander Ramírez Gonzales

Otto Elías Alvarado Dubón

Cobán, Alta Verapaz, mayo de 2021

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA. El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de la institución a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ACRONIMOS

ANVA: Análisis de Varianza

ASOGAV: Asociación de Ganaderos de Alta Verapaz

AGV: Ácidos Grasos Volátiles

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

C°: Centígrados

CRIA: Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

CUNOR: Centro Universitario del Norte

CUNORI: Centro Universitario de Oriente

ED: Energía Digestible

FAD: Fibra Acido Detergente

FC: Fibra Cruda

FND: Fibra Neutro Detergente

GEI: Gas Efecto de Invernadero

Hp: Hipótesis Planteada

Ha: Hipótesis Alterna

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Kg: Kilogramos

Kg/ha: Kilogramos por hectárea

MAGA: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación

MV: Materia Verde

MS: Materia seca

m: metros

mm: milímetros

msnm: Metros Sobre el Nivel del Mar

PC: Proteína Cruda

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad

Agropecuaria

AGV: Ácidos Grasos Volátiles

qq: quintales

T: Temperatura

TND: Total de Nutrientes Digestibles

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

SSP: Sistema silvopastoril

EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL DE TAXISCOBO, EN ASOCIO CON GRAMÍNEAS, EN EL ÁREA DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.

Lic. Zoot. Estuardo Enrique Cahuec Maas
Lic. Zoot. Omar Alexander Ramirez Gonzales
T.U. Otto Elías Alvarado Dubón

RESUMEN

Este trabajo consistió en evaluar la adaptabilidad del sistema silvopastoril de Taxiscobo, en asocio con gramíneas en tres unidades productivas del área central de Cobán, Alta Verapaz. Esta es una alternativa en la producción de alimentos específicamente pasto de buena calidad en asocio con árboles que benefician a la producción agropecuaria, tomando en cuenta las condiciones climáticas, topográficas y ambientales para producir de una manera tecnificada y adaptable con el ambiente que la rodea. En la actualidad existe la dependencia de materias primas tales como maíz, pastos para la elaboración de alimentos como ensilaje y heno, incrementando así los costos de producción a los ganaderos lecheros del área de investigación. Con esta investigación se comprobó que los sistemas silvopastoriles son una alternativa sustentable de alimentación para dicha problemática que cada vez se torna más aguda y limita la expansión de la ganadería en la zona.

En las tres unidades productivas de la presente investigación predominan especies como grama común (*Paspalum sp*), brachiarias y estrella común (*Cynodon dactylon nlemfuesis*) mal manejadas, por lo que presentaban problemas productivos y nutricionales para los animales.

El presente estudio consistió en establecer en tres fincas de Cobán praderas con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en asocio con árboles de taxiscobo (*Perymenium grande*) adaptados a un sistema silvopastoril; en un primer paso se comparó la producción de materia seca, proteína cruda y otras variables nutricionales que beneficien la nutrición de los bovinos; una segunda etapa consistió en analizar económicamente el rendimiento y productividad de la unidad productiva; y como tercer aspecto importante se recomienda en el futuro evaluar la factibilidad de utilizar dietas basadas en forrajes producidos a través del sistema silvopastoril en la alimentación en los hatos lecheros en la zona, para lograr la utilización sostenible el recurso suelo, se mitiguen impactos ambientales y se reduzcan costos de producción.

SUMMARY

This work consisted of evaluating the adaptability of the silvopastoral system of Taxiscobo, in association with grasses in three productive units of the central area of Cobán, Alta Verapaz. This is an alternative in the production of food specifically good quality grass in association with trees that benefit agricultural production, taking into account climatic, topographic and environmental conditions to produce in a technified and adaptable way with the environment that surrounds it. At present there is a dependence on raw materials such as corn, pastures for food production such as silage and hay, thus increasing production costs for dairy farmers in the research area. With this research, it was found that silvopastoral systems are a sustainable alternative to feed for this problem that is becoming more and more acute and limits the expansion of livestock in the area.

In the three productive units of the present investigation, species such as common grass (*Paspalum sp*), brachiarias and common star (*Cynodon dactylon nlemfuesis*) poorly managed predominate, because they presented productive and nutritional problems for the animals.

The present study consisted of establishing meadows with star grass (*Cynodon nlemfuensis*) in association with taxiscobo trees (*Perymenium grande*) adapted to a silvopastoral system in three farms in Cobán; In a first step, the production of dry matter, crude protein and other nutritional variables that benefit the nutrition of cattle were compared; a second stage consisted of economically analyzing the yield and productivity of the productive unit; and as a third important aspect, it is recommended in the future to evaluate the feasibility of using diets based on forages produced through the silvopastoral system in feeding in dairy herds in the area, to achieve sustainable use of the soil resource, mitigate environmental impacts and production costs are reduced.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación nace como respuesta a una necesidad identificada en el diagnóstico de la cadena bovina de la región norte de nuestro país y la Asociación de Ganaderos de Alta Verapaz –ASOGAV-.

La ganadería lechera tradicional en la región norte de Guatemala representa un potencial poco aprovechado ya que cuenta con condiciones de adaptabilidad a sistemas intensivos para mejorar los rendimientos productivos y otras ventajas competitivas en relación a los costos de producción en las fincas. Existen condiciones ambientales para hacerla producir de una manera tecnificada y adaptable con el medio ambiente; que sustituyan prácticas tradicionales para establecer praderas que aún se basan en procesos de tumba, roza y quema, la cual genera un desgaste del suelo, además de la contaminación al ambiente.

Conjuntamente con los productores de las unidades productivas se llevó fase experimental de la investigación, comprobando así que los sistemas silvopastoriles son fuentes sustentables de alimentación en la ganadería lechera y ofrece alternativas viables en la preservación del ambiente, diversifica el tipo de producción, mejora la cantidad de materia orgánica y humedad en el suelo; contribuyendo así al manejo y conservación de tan valioso recurso renovable.

Actualmente la ganadería debe enfocarse en la huella ecológica que causa en el ambiente y las alternativas para disminuir los impactos de **los gases de efecto invernadero (GEI)** proveniente de los rumiantes, de lo que se ha estimado contribuyen con un 13 por ciento en relación las emisiones mundiales de estos gases. Además, afectan significativamente y económicamente la producción animal en la región norte de Guatemala por el tipo de producción tradicional que se maneja.

La presente investigación se centra en brindar una alternativa para la zona, cuyos resultados y efectos fueron comprobados en unidades productivas a nivel municipal. Es de hacer notar que en el departamento de Alta Verapaz se encuentran localizadas gran cantidad de unidades ganaderas, dedicadas a la obtención tanto de leche como de carne; pero que desafortunadamente no existen sistemas silvopastoriles que permitan conocer el grado de adaptación de las especies forrajeras y arbóreas cuando son sometidas a un manejo semi-tecnificado.

Las variables evaluadas producción de materia verde y producción de materia seca por hectárea por corte mostraron diferencias estadísticas significativas a favor del sistema silvopastoril; por lo que este estudio demuestra la importancia de incluir árboles forrajeros ya que mejoran la producción de forraje de buena calidad nutricional y ayudan a mitigar los efectos del cambio climático.

La variable producción de fibra cruda también mostró diferencia significativa favorable al sistema silvopastoril principalmente por el efecto aditivo que causa el forraje de taxiscobo (*Perymenium grande*) que al ser consumido por las vacas puede mejorar la concentración de sólidos totales y ácidos grasos en la leche lo que se reflejara en mayores rendimientos de crema, mantequilla, queso, yogurt y requesón.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Situación de la ganadería

En la actualidad la ganadería es una fuente importante de alimento y de sustento para las familias, aporta más del 50 por ciento del requerimiento de proteína de la población en forma de leche, carne y sus derivados; generando empleos permanentes y temporales. Además, la ganadería depende de pasturas basadas en monocultivo pastos de corte o pastoreo directo, generalmente se encuentran en suelos con procesos de degradación avanzada, baja productividad y de calidad limitada. Esta es la razón por la cual los productores buscan nuevas áreas para extender las zonas de pastoreo, sin tomar en cuenta el impacto de la deforestación y emisión de gases de efecto invernadero que influyen directamente en el cambio climático.

Se tiene el conocimiento que en la región de la Verapaces, el 84 por ciento de las fincas ganaderas tienen menos de 40 Ha de extensión, de esta manera que se puede asumir que la producción del 98 por ciento de la leche del país proviene de hatos de menos de 50 vacas (MAGA, 2012). En la región norte principalmente en la Franja Transversal del Norte (FTN) se cuenta con ganado de carne, la zona central de Alta Verapaz prevalece la ganadería lechera. Es importante resaltar que en la ganadería de doble propósito (DP), la producción lechera es el rasgo más importante seguido de la producción de carne como subproducto. La producción de carne en el sistema DP se deriva de bovinos, siendo los machos el principal componente cárnico y las hembras de desecho (vacas y novillonas) a un segundo componente.

En relación a la alimentación proporcionada se basa en pastos, forrajes, dietas balanceadas, sales minerales. Algunos productores producen su propia alimentación mediante mezclas propias, obteniendo como resultado una mejor calidad de alimento y ahorro económico, por tanto, los datos encontrados por el CATIE en año 2, 016, justifican con más precisión, la búsqueda de opciones productivas y rentables en relación a la alimentación que actualmente se están utilizando con la siembra única de monocultivos de pasto mejorado.

2.2 Sistema Silvopastoril (SSP)

El Sistema Silvopastoril (SSP) es una composición agroecológica de arbustos o árboles forrajeros en alta densidad para ramoneo directo del ganado, asociado siempre con pasturas mejoradas y adaptadas a la zona, también pueden ser integrados árboles maderables, frutales, ornamentales o enfocados en protección de la biodiversidad.

El sistema SSP es una opción aceptable y manejable para las necesidades cada vez más urgentes de convertir la ganadería lechera y de carne regional en una actividad rentable en corto, mediano y largo plazo, ofreciendo al animal alimentos de mejor calidad. Principalmente la interacción de 5 elementos que son árbol-pastura –animal – suelo y clima; como importancia principal es la presencia de árboles en la pradera, incrementar la producción de biomasa por unidad de área. El sistema es utilizado en altas densidades de árboles, arbustos y pastos, manejando pastoreo rotacional de pequeños potreros con altas cargas animales, aprovechando la sobreproducción de biomasa del sistema y la disponibilidad de agua para el ganado.

Este sistema se caracteriza por la asociación de árboles con pasturas y animales. Los árboles cumplen diversas funciones, crean condiciones micro ambientales y proporcionan forraje para los animales. Otro factor determinante es que mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos que tanto daño se les ha causado.

2.3 Taxiscobo (*Perymenium grande*)

La madera es dura y pesada (0.95), aunque de textura fibrosa. Su color es ocre rojizo y tiene mucha duración. La especie se usa principalmente para leña, horcones para las casas y postes. Para ello son podados y se aprovechan para pilares y postes cuando tienen 10-15 m de altura. Sin embargo, no se suele aprovechar como madera para aserrío. Se usa en El Salvador para pilarillos, alfarjías y a veces obras de tornería. En Guatemala el follaje de este árbol es consumido con gusto por rumiantes.

2.3.1 Utilización en sistemas de finca

Según Pineda Melgar, el taxiscobo o tatascán se cultiva en pequeños bosquetes de 20-30 árboles en barbechos y milpas y en las cercanías de las casas, en huertos familiares. Tiene características apropiadas para ser usada en sistemas agroforestales, como los son: rapidez de crecimiento y el porte vertical de la planta; la capacidad de soportar la poda y facilidad de rebrote; buena calidad de la leña y la madera; buena calidad forrajera y la palatabilidad del follaje; poca susceptibilidad a plagas; facilidad de propagación en vivero; facilidad de establecimiento, y un enraizamiento profundo, que limita la competencia por nutrientes y es capaz de extraerlos desde una mayor profundidad del suelo que un cultivo agrícola.

Sin embargo, tiene características negativas como: la semilla es muy pequeña y es difícil lograr el establecimiento en siembra directa; la buena palatabilidad dificulta el establecimiento en zonas no protegidas contra el ganado; se desconoce si puede establecerse por estaca. El crecimiento inicial relativamente lento del taxiscobo permite el uso del suelo en sistemas tipo Taungya durante por lo menos dos años sin demasiada competencia con el cultivo.

2.3.2 Plantación

En Guatemala se planta en pequeños bosquetes de 20-30 árboles en barbechos y milpas y en las cercanías de las casas, en huertos familiares.

CLIMA Y SUELO EN CODICIONES NATURALES	
Pluviometría	1,300 -2,000 mm
Estación seca	0-4 meses
Altitud	1,000 -3,000 msnm
T media anual	15-19°C

2.3.3 Manejo

Bajo estas condiciones, los árboles son podados para obtener un solo eje, y son mantenidos hasta que alcanzan 10-15 m de altura, cuando son aprovechados como pilares y postes. Su crecimiento es relativamente lento, de manera que se puede combinar con cultivos durante los dos primeros años, sin que produzca demasiada competencia con el cultivo.

2.3.4 Turno y crecimiento

También ha sido establecida en bancos forrajeros a distancias de 0.5x0.5m y 1x1m. Bajo estas condiciones la producción de materia seca por hectárea fue de 8039 kg bajo el primer espaciamiento y de 5058 kg en el segundo espaciamiento. La producción de materia seca aumentó a medida que se aumentó el intervalo entre cosechas, siendo de 5156, 6377 y 8097 kg/ha para intervalos de corta de 3, 4 y 5 meses respectivamente.

2.3.5 Ecología

Es abundante tanto en sitios abiertos como en bosques jóvenes, en la zona húmeda montana entre 1000 y 2000 msnm, aunque se ha reportado hasta los 3000 m, con temperaturas medias de 15 a 19°C. Es típica de la vegetación secundaria. En Guatemala, ocurre en áreas con precipitaciones promedio de 1300-2000 mm, con un periodo seco de 2 meses.

2.3.6 Distribución Natural

Desde el norte de México hasta Perú. Plantada a nivel experimental y en pequeña escala por finqueros en Guatemala.

2.3.7 Plantación

En Guatemala se planta en pequeños bosquetes de 20-30 árboles en barbechos y milpas y en las cercanías de las casas, en huertos familiares. **Porte:** Árbol de hasta 20m de altura, usualmente más pequeño y generalmente delgado. **Corteza:** escamosa, exuda una savia transparente que se cristaliza en gotas. **Hojas:** simples, enteras, pecioladas, ovadas y agudas, de 8-26 cm de largo y 3.5-9 cm de ancho, borde aserrado, muy ásperas al tacto. **Flores:** abundantes, color amarillo intenso, en inflorescencias grandes, cimosas, terminales.

2.4 Gramínea

2.4.1 Pasto Estrella

El pasto estrella es una de las especies con mayor adaptabilidad en la región, además un alto porcentaje de ganaderos la utiliza para alimentar a sus hatos, sus potencialidades productivas se adecúan a las condiciones agroproductivas y climáticas de muchas regiones en el mundo.

El pasto Estrella (*Cynodom nlemfuensis*) fue una especie ampliamente extendida en las áreas de la ganadería vacuna desde la década de los años 80 y 90; debido a su plasticidad ecológica y adaptación a diferentes regímenes de explotación. Es una gramínea perenne, estolonífera, sin los rizomas subterráneos característicos del pasto bermuda, *C. dactylon*.

Los estolones duros crecen a nivel del suelo y emiten tallos aéreos, suaves, robustos y delgados, que alcanzan de 30-60 cm de alto. Hojas planas, de cinco a 16 cm de largo y dos a seis milímetros de ancho, delgadas de color verde claro. Inflorescencias de uno, rara vez dos verticilos de espigas delgadas y flexibles; espiguillas de dos a tres milímetros de largo, verdes o manchadas de púrpura.

Ha sido utilizada en varias partes del mundo como estabilizadora del suelo, y control de erosión. Esta especie ha tenido expansión muy rápida en las últimas décadas en los trópicos y sub-trópicos por el alto rendimiento y resistencia al pastoreo. Sin embargo, al igual que *C.*

dactylon, constituye una de las gramíneas más difíciles de erradicar al momento de cambiar de uso de la tierra.

Villalobos L. y cols; evaluando la producción de biomasa y los costos de producción de cuatro especies de gramíneas perennes en Cartago, Costa Rica, encontró que con fertilización y con un periodo de recuperación de 28 días, la estrella africana fue significativamente superior y por ello más eficiente a kikuyú y Ryegrass, en producción de materia verde y materia seca por año, produciendo 40.17 toneladas de materia seca por hectárea por año.

Es importante considerar que lo innovador de la presente investigación radica en la alta densidad de plantas por unidad de área, lo que se puede traducir en mayor capacidad de carga animal; además se resalta que este modelo ha sido probado exitosamente en otros países como México, Venezuela y Colombia, en donde es ya una tecnología propagada extensivamente, luego de haber superado la fase de investigación en fincas de productores (Uribe F., Zuluaga A.F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L., et al. 2011).

2.5 Diseño del experimento

Este término se utiliza para planear un experimento de manera que se pueda obtener la información pertinente a un determinado problema que se investiga y así tomar decisiones correctas. El diseño adecuado del experimento es una etapa fundamental de la experimentación, que permite el suministro correcto de datos a posteriori, los que a su vez conducirán a un análisis objetivo y con deducciones válidas del problema.

2.5.1 Propósito de un diseño experimental

El propósito de un diseño experimental es proporcionar métodos que permitan obtener la mayor cantidad de información válida acerca de una investigación, teniendo en cuenta el factor costo y el uso adecuado del material disponible mediante métodos que permitan disminuir el error experimental.

2.5.2 Tratamiento

Los tratamientos vienen a constituir los diferentes procedimientos, procesos, factores o materiales y cuyos efectos van a ser medidos y comparados. El tratamiento establece un conjunto de condiciones experimentales que deben imponerse a una unidad experimental dentro de los confines del diseño seleccionado. Ejemplos: Dosis de fertilizante, ración alimenticia, profundidad de sembrado, distanciamiento entre plantas, variedades de un cultivo.

2.5.3 Testigo

El testigo es el tratamiento de comparación adicional, que no debe faltar en un experimento; por ejemplo, si se usan cinco tratamientos con fertilizante, el testigo puede ser aquel tratamiento que no incluye fertilizante. La elección del tratamiento testigo es de gran importancia en cualquier investigación, este se constituye como referencial del experimento y sirve para la comparación de los tratamientos en prueba.

2.5.4 Unidad Experimental

La unidad experimental, es el objeto o espacio al cual se aplica el tratamiento y donde se mide y analiza la variable que se investiga. En los experimentos pecuarios la unidad

experimental por lo general está conformada por un animal (cuye, cerdo, pato, etc.), en los experimentos forestales la unidad experimental en la mayoría de los casos está conformado por un árbol y en la mayor parte de las pruebas de campo agrícolas, la unidad experimental es una parcela de tierra en lugar de una planta individual; es en este último caso que con frecuencia se presenta lo que se llama *efecto de borde*.

2.5.5 Efecto de Borde

En los experimentos agrícolas, muchas veces existen diferencias en el crecimiento y la producción de las plantas que están situadas en los perímetros de la parcela en relación con aquellas plantas situadas en la parte central; esta diferencia es llamado efecto de borde y puede causar sobre-estimación o sub-estimación de las respuestas de los tratamientos, llegando con esto a comparaciones sesgadas entre ellos. El efecto de bordes puede ser causado por: - Vecindad de las parcelas o áreas no cultivadas, que hace que las plantas en los perímetros tengan menor competencia de luz y nutrientes. - Competencia entre tratamientos, que depende de la naturaleza de los tratamientos vecinos.

Para controlar el efecto de borde se acostumbra a evaluar solamente las plantas centrales para los fines experimentales. Estas plantas centrales constituyen lo que se llama PARCELA NETA EXPERIMENTAL. En el siguiente ejemplo se muestra el croquis de una parcela de maíz con cuatro surcos, donde las plantas de cabecera y de los dos surcos laterales, se consideran efectos de borde. Una manera de disminuir el efecto de borde es mediante el uso de Calles que pueden ser: áreas adyacentes sin sembrar o el uso de bordes con plantas que no intervendrán en la cosecha del experimento.

2.5.6 Análisis de la Varianza (ANVA)

Es una técnica estadística que sirve para analizar la variación total de los resultados experimentales de un diseño en particular, descomponiéndolo en fuentes de variación independientes atribuibles a cada uno de los efectos en que constituye el diseño experimental. Esta técnica tiene como objetivo identificar la importancia de los diferentes factores o tratamientos en estudio y determinar cómo interactúan entre sí.

2.5.7 Hipótesis Estadística

Es el supuesto que se hace sobre el valor de un parámetro (constante que caracteriza a una población) el cual puede ser validado mediante una prueba estadística. En la investigación agraria al realizar un análisis estadístico utilizando el ANVA de un diseño experimental, la hipótesis a probar es si los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable que se estudia, es así como se tienen las hipótesis planteada (H_p) e hipótesis alterna (H_a): $H_p: \mu_i = 0$ (Los i tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio) $H_a: \mu_i \neq 0$ (No todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio) Al probar la hipótesis estadística el investigador está propenso a cometer los siguientes tipos de errores: Error Tipo I: Se comete cuando se rechaza la hipótesis que se plantea, siendo esta hipótesis falsa; la magnitud de este error es fijado por el investigador y constituye el “nivel de significación de la prueba”; usualmente los valores usados como nivel de significación son 0.05 o 0.01. Error tipo II: Se comete cuando se acepta la hipótesis que se plantea, siendo esta hipótesis falsa; la magnitud de este error no se puede fijar, pero si es posible minimizar utilizando un tamaño adecuado de muestra.

2.5.8 Parcelas Apareadas o “T” de “Student”.

Este método es aplicable cuando se trata de un experimento en que se comparan solamente dos variables, con un número relativamente corto de repeticiones u observaciones de cada uno. La condición esencial para que pueda emplearse, como lo indica su nombre, es que las observaciones de ambos variantes o factores en comparación puedan aparearse dos a dos, siguiendo un criterio lógico, basado en algún hecho concreto que justifique tal apareamiento (Loma, 1995).

En la aplicación del método “t” de Student, modificado por Fisher, “t” será la relación entre el promedio aritmético de las diferencias entre las observaciones apareadas y el error típico de esta diferencia. Siempre que obtenido el valor “t”, correspondiente a un experimento de esta clase, el valor más próximo a él que se encuentre en la tabla de “t”, en la fila n-1, para n pares de valores, corresponda a una probabilidad menor de 0.05, se podrá considerar que las dos variantes comparadas son significativamente distintos (Loma, 1995).

2.5.9 Arreglo Experimental

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES.

Rendimiento de materia verde, materia seca, proteína cruda y fibra cruda: fueron sometidos al método de las observaciones apareadas o prueba de Comparación de medias (prueba de “t” Student), por ser una investigación en que se comparan solamente dos tratamientos para probar si existe diferencia significativa entre cada réplica experimental.

3. OBJETIVOS

3.2.1 General

Evaluar la adaptabilidad, producción y productividad del sistema silvopastoril en tres fincas del área de Cobán Alta Verapaz

3.2.2 Específicos

- Determinar la adaptabilidad del sistema silvopastoril en función de crecimiento y vigor del taxiscobo en tres fincas del área de Cobán, Alta Verapaz.
- Determinar la producción del sistema silvopastoril, en función de la producción de materia verde (MV), materia seca (MS), total proteína cruda (PC), energía digestible (ED), fibra cruda (FC), total de nutrientes digestibles (TND), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), en tres fincas del área de Cobán, Alta Verapaz.
- Determinar la tasa marginal de retorno del sistema silvopastoril (SSP) mediante el método de costos parciales.

4 HIPÓTESIS

- El establecimiento del Sistema Silvopastoril (SSP), incrementa significativamente la producción de la pradera tradicional.

5 METODOLOGÍA

5.1 Localidad y época

Esta investigación se realizó en el departamento de Cobán Alta Verapaz, las parcelas se ubicaron específicamente en el municipio de Cobán; inicialmente se consideraron cuatro fincas pero al final solamente se pudo evaluar en tres unidades productivas dedicadas a ganado lechero en la zona.

El clima en Cobán es templado, es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. El clima se clasifica como Cfb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Cobán es 18.7 ° C. En un año, la precipitación media es 2273 mm.

5.2 Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizó el test de Student de parcelas apareadas; se establecieron unidades experimentales con características edafocológicas similares. Dicho método se utilizó cuando se trata de un experimento en que se compararon dos variables con número corto de repeticiones. La condición esencial para que pueda emplearse, como lo indica su nombre, fue que las observaciones de ambos variantes o factores en comparación se aparearon dos a dos.

Se utilizó la prueba T de Student porque el número de muestras es menor a 30, si hubiera sido mayor se utilizaría la Distribución normal

5.3 Tratamientos

T1: Pradera de cultivo de Taxiscobo (*Perymenium grande*) + pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (SSP)

T2: Pradera de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) manejada por el productor en forma tradicional.

5.4 Tamaño de la unidad experimental

Las parcelas fueron de 60 metros de largo por 60 metro de ancho, haciendo un total de área de 3,600 metros cuadrados. En ella se prepararon surcos de los cuales se establecieron 10 con el sistema silvopastoril intensivo estrella-taxicobo y 10 se quedarán establecidos con el manejo tradicional de potreros que realiza el productor que incluye principalmente el pasto estrella y algunas especies del género *Bracchiaria*.

Como ya se mencionó en el párrafo anterior, los surcos estaban dispuestos en hileras de 60 metros de largo por 3 metros entre surco, para el establecimiento del Taxiscobo, haciendo un total de 10 surcos o hileras en la parcela que se estableció con el sistema silvopastoril y 10 surcos con el sistema tradicional del productor que únicamente incluye el pasto estrella en el potrero.

El pasto estrella se estableció en surcos a 0.50 metros entre las hileras haciendo un total de 50 surcos de estrella.

Para la toma de datos de producción se tomaron cinco áreas de muestreo o sub-parcelas por unidad experimental de tres metros de largo cada una, incluyendo los tres estratos alto, medio y bajo del sistema silvopastoril, y de la misma forma se tomaron al azar cinco sitios con la misma área en la parcela de pradera tradicional con el manejo brindado por el productor.

5.5 Modelo estadístico

$$t = (d/Sd)$$

Donde:

d = Promedio de las diferencias del rendimiento en kilogramos por hectárea

		entre las localidades del SSP
Sd	=	Error estándar de la media de las diferencias entre rendimiento en Kg/Ha del testigo y el SSP
t0.01	=	Valor de t calculado

5.6 Variables de respuesta

- Adaptabilidad del sistema silvopastoril (prendimiento, tasas de crecimiento y vigor del taxiscobo).
- Producción de materia verde (MV), materia seca (MS) total proteína cruda (PC), energía digestible (ED) fibra cruda (FC), total de nutrientes digestibles (TND), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD).

Se tenía planificado determinar calcio y fósforo en kilogramos de nutriente por unidad de área, pero no fue posible disponer de algún laboratorio en Guatemala que hiciera esos análisis debido a las restricciones de trabajo derivados de por la pandemia del COVID.

5.7 Análisis de la información

Los datos de rendimiento en kilogramos de materia verde (MV), materia seca (MS) total proteína cruda (PC), energía digestible (ED) fibra cruda (FC), total de nutrientes digestibles (TND), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), fueron procesados en base a registros de campo y los resultados bromatológicos obtenidos por el Laboratorio de Nutrición del Centro Universitario de Oriente –CUNORI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat y la función análisis de datos en Excel, lo que permitió determinar los valores procesados de acuerdo a la prueba de student, tomando como base los datos de las parcelas apareadas de cada una de las tres fincas; es decir que se compararán las medias del tratamiento (sistema silvopastoril) y del testigo (pradera tradicional) haciendo una prueba de significancia al 0.10%.

En cuanto a la rentabilidad del sistema silvopastoril (SSP) se efectuó un análisis mediante tasa marginal de retorno, que no es más que un procedimiento para calcular las tasas marginales de retorno entre tratamientos; de un tratamiento de bajo costo al siguiente tratamiento de mayor costo, comparando las tasas de retorno contra una tasa de retorno mínima aceptable.

5.7.1 Manejo del experimento

5.7.2 Análisis de suelo

Para conocer las características de suelo donde se establecieron las parcelas experimentales se realizó un análisis de laboratorio de los suelos al inicio de la investigación, lo que permitió orientar la aplicación de fertilizantes que corrigieran en parte las deficiencias de macro elementos. (Ver anexo No. 4)

5.7.3 Preparación de terreno

Se hicieron algunas podas de ramas de árboles de porte alto que hacían sombra; luego se procedió al chapear con machete y azadón el terreno donde se sembraron las especies forrajeras evaluadas, debido al grado de pendiente de hasta 70 grados no fue posible mecanizar con arado y rastra. Posterior a esto se hicieron los surcos elevados entre 50 cm y 3 metros de distancia, orientados de Este a Oeste para disminuir la sombra sobre los pastos y facilitar su rebrote.

5.7.4 Preparación de la semilla y siembra

El componente arbóreo del sistema silvopastoril (SSP) seleccionado es el Taxiscobo (*Perymenium grande*) y el material vegetativo de estrella mejorada (*Cynodon nlemfuensis*) que se utilizaron como semilla. Para agilizar el proceso de adaptabilidad y crecimiento se plantarán arbolitos de taxiscobo de 8 semanas de edad listos para ser trasplantados a las parcelas destinadas en la investigación. La siembra de taxiscobo se efectuó manualmente en los surcos previamente establecidos por los responsables de la investigación. La siembra de estrella se llevó a cabo cuando la primera especie esté plenamente establecida en promedio 25 días después de la siembra de taxiscobo. El control y erradicación de malezas, se efectuó mediante prácticas culturales y manuales con machete y azadón para proteger los cultivos en esta etapa inicial.

5.7.5 Resiembra

Quince días después de trasplantar el taxiscobo se realizó un recorrido por las parcelas demostrativas para realizar resiembra si fuere necesario.

5.7.6 Control temprano de malezas

Una de las características de las praderas o parcelas demostrativas es la alta incidencia de malezas después de la preparación de suelo o antes de la siembra, para el efecto se usaron herbicidas de contacto, para el control de malezas de hojas anchas y gramíneas. Para el caso de las ciperáceas como el coyolillo (*Cyperus rotundus*), se aplicó un herbicida selectivo que controla gramíneas y ciperáceas, pero es inocuo para hoja ancha, con estos métodos se garantiza la adaptabilidad y crecimiento de nuestros pastos.

5.7.7 Siembra del pasto

Para la siembra del pasto Estrella, se usaron aproximadamente una tonelada de semilla o material vegetativo por localidad, la semilla será de estolones o trozos de 30 a 40 cm de longitud, por hectárea; estos fueron sembrados en el centro de las calles cada 50 cm, después de la siembra del taxiscobo. Esto se llevó a cabo 25 días después de la siembra del Taxiscobo.

5.8.8 Fertilización

Este factor es muy importante para el crecimiento vigoroso de nuestros pastos por tal razón se aplicó el triple superfosfato 0-46-0, siete días después de haber sembrado el taxiscobo. La segunda fertilización se llevó a cabo cuando la plantación tenga 45 días de haber sido trasplantada y finalmente a los 120 días se incorporó a la base de cada árbol 100 gramos aproximadamente del fertilizante químico perlado, compuesto por el 21 por ciento de Nitrógeno (7.5 % de NO_3 + 13.5 % de NH_4), 17 por ciento de Fósforo (P_2O_5), 3 por ciento de Potasio (K_2O), 0.6 por ciento de Magnesio (Mg O), 4 por ciento de Azufre (S) y 0.15 por ciento de Zinc (Zn). En el caso del pasto se aplicó al voleo 90 días después de haberse establecido la pradera.

5.8.9 Control de malezas posteriores a la siembra

En virtud del seguimiento y el establecimiento y persistencia del sistema Silvopastoril se procedió a realizar dos limpiezas más con machete y azadón, esta labor de jornales sirvió para formar el sistema y garantizar la coexistencia de las dos especies en su etapa inicial. Una vez establecido el sistema se procedió a efectuar el primer aprovechamiento entre cuatro y seis meses después de la siembra, en este periodo se considera terminada la etapa de establecimiento del sistema Silvopastoril.

5.8.10 Riegos

En la zona Norte se carece de épocas estrictamente secas por lo que el riego no se considera necesario. Las condiciones climáticas no presentan cambios bruscos y tampoco se consideró la investigación en riesgo por la falta de agua, ya que las precipitaciones fueron persistentes, si hubiese sido necesario el riego, los propietarios de las fincas serían quienes proporcionen los medios para el riego correspondiente así evidencien su aporte y la inversión del presente sistema de investigación.

5.8.11 Plagas y enfermedades

Para beneficio de la ganadería en la región son pocas las plagas y enfermedades que afectan estas especies en mención; sin embargo, se tenía previsto realizar algunas aplicaciones preventivas de insecticidas etiqueta verde que no son riesgosas para las personas, animales y plantas y pueden ser aplicadas moderadamente.

Algunas de las plagas que se pudieron observar causándole defoliación completa y parcial a las plantas de taxiscobo fueron: comúnmente conocido como Zompopo *Attas cephalotes*, fue la plaga más difícil de controlar ya que existían madrigueras muy grandes en las parcelas de investigación pero fueron controladas destruyendo la madrigueras de manera mecánica, otra plaga significativa fueron los pulgones *Aphididae* ya que estos succionaron sabia de algunas plantas de Taxiscobo y transmitieron enfermedades víricas que afectaron el crecimiento y desarrollo de las plantas contaminadas. Los pulgones fueron eliminados de forma manual sin dañar las plantas y se aplicó un insecticida preventivo para evitar el rebrote de las plagas. La última plaga que se encontró fueron larvas de lepidópteros que causaron defoliación en algunas de las plantas de Taxiscobo pero fue la plaga de menor incidencia, también fue eliminada de forma manual.

En cuanto a las plagas encontradas en el pasto estrella mejorada, la más importante fue a Chinche salivosa *Aeneolamia sp.* que se encontraba en una de las parcelas de investigación, esta chinche fue eliminada de manera manual, no fue necesaria la aplicación agroquímicos ya que la incidencia de las plagas fue muy baja y no significativa. No se presentaron enfermedades en los pastos esto demuestra que tiene muy buena resistencia a plagas y enfermedades.

5.8.12 Podas de Nivelación.

En el pasto estrella se hizo 35 días antes del corte de evaluación y en el taxiscobo 70 días antes a todos los árboles que alcanzaron una altura mayor a los 1.50 metros.

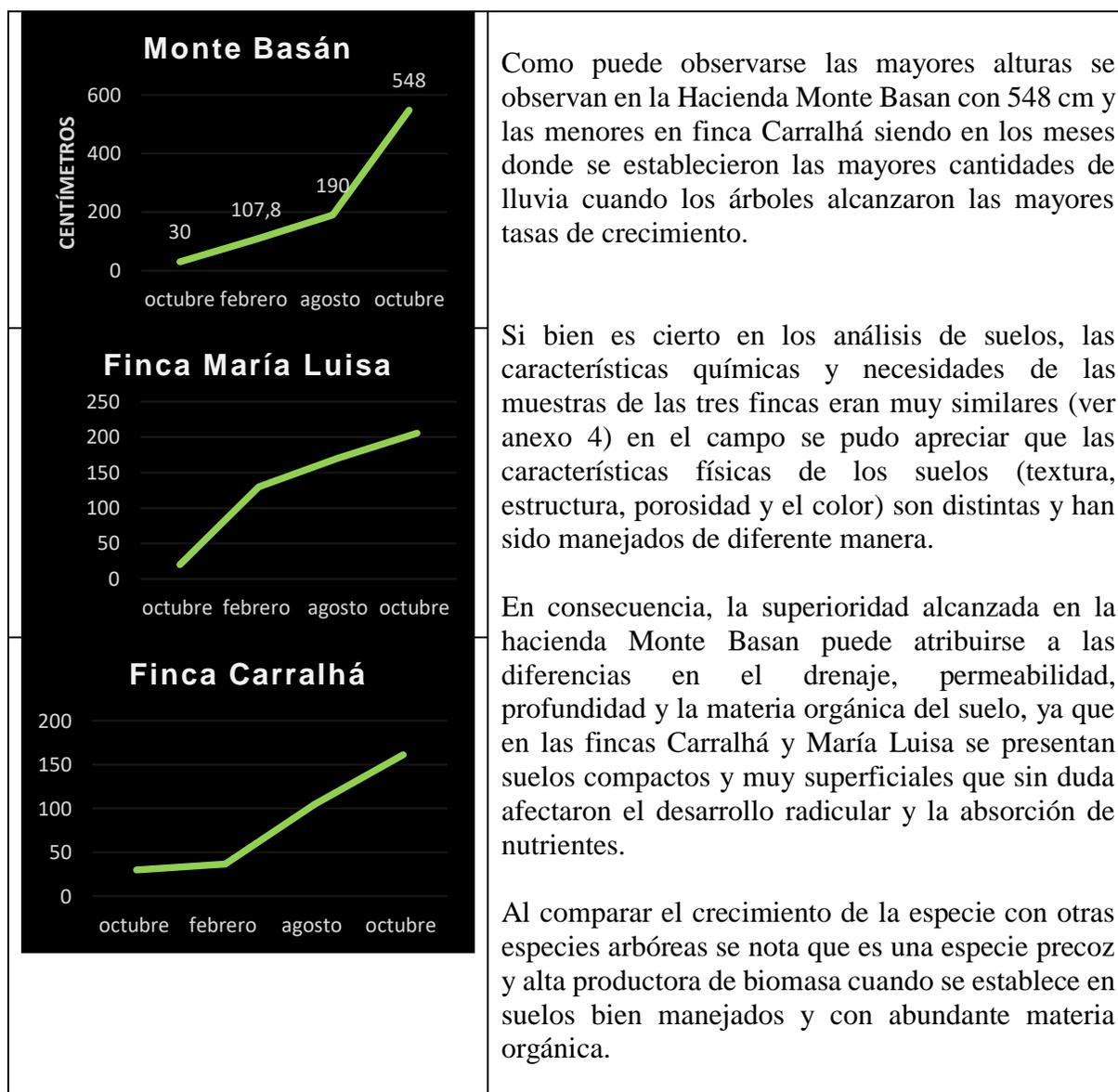
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Adaptabilidad del sistema silvopastoril en función de crecimiento y vigor del taxiscobo (*Peryenium grande*)

6.1.1 Crecimiento promedio en árboles de Taxiscobo (*Perymeniu grande*).

En la siguiente gráfica se observa el crecimiento en alturas de la especie arbórea *Perymeniu grande* alcanzada durante once meses y sometidos al mismo manejo agronómico en las tres Unidades Productivas evaluadas.

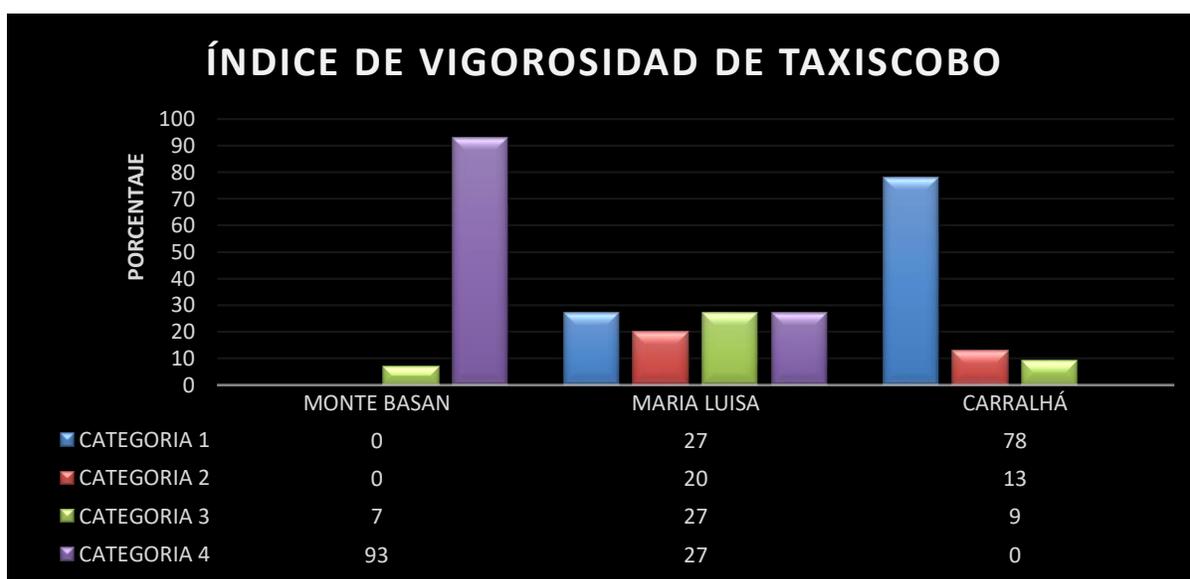
Gráfica No. 1 Alturas Promedio en árboles de Taxiscobo ((*Perymeniu grande*)).



6.1.2 Índice de Vigorositad

El índice de vigorositad es una variable cualitativa que se tomó en el momento de realizar la poda o cosecha de los árboles, es un indicador que puede ayudar a predecir cómo será la persistencia de la planta en cuanto al comportamiento productivo de biomasa sometida a podas frecuentes. Los datos obtenidos en categorías de poco, regular, bueno y muy bueno se presentan en el cuadro No. 2

Gráfica No. 2 Índice de Vigorositad en árboles de Taxiscobo ((*Perymeniu grande*)).



Categoría 1	Poco desarrollo, enfermedad o plagas, tallos herbáceo, color amarillento, poca cantidad de follaje.
Categoría 2	Regular desarrollo, tallos semileñosos y hojas sanas de buen color, poca cantidad de follaje.
Categoría 3	Buen desarrollo, tallos semileñosos secundarios y sanos, buen color y cantidad de follaje adecuado.
Categoría 4	Muy buen y exuberante desarrollo, tallos leñosos y semileñosos secundarios de buen color y sanos, abundante follaje, libre de plagas y enfermedades.

Como puede observarse los mejores resultados se obtuvieron en Hacienda Monte Basan con un 93 por ciento de árboles en la categoría 4 seguido de la Finca María Luisa con un 27 por ciento. En éstos lugares en Taxiscobo (*Perymenium grande*) podrá ser sometido a podas frecuentes sin riesgo de que la planta se resienta o muera principalmente si se usa como banco forrajero o sistema de acarreo, ya que emplearlo para ramoneo del ganado será únicamente en periodos cortos de pastoreo directo pues aún las plantas necesitan consolidar un desarrollo radicular más profundo que les permita recuperarse a periodos de podas más constantes.

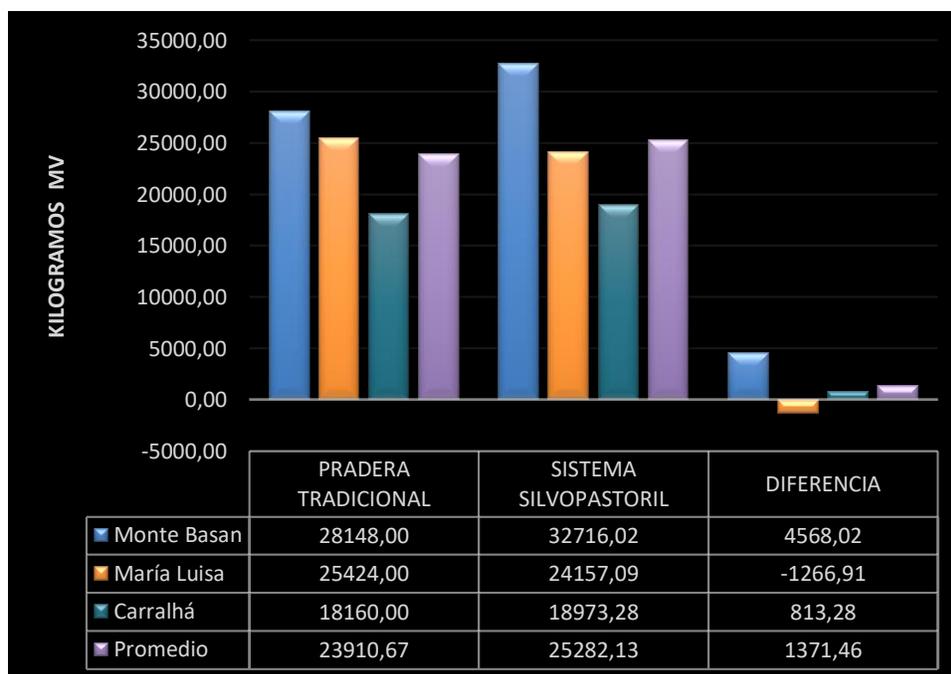
Aunque no fue una variable que se consideró en este estudio, cabe mencionar que los árboles encontrados en la categoría 4 presentaron excelentes características para la producción de postes pues tienen DAP (diámetro a la altura del pecho) superiores a los 8 centímetros; siendo además excelentes prospectos para la producción de semilla gámica.

6.2 Producción de materia verde por hectárea por corte

Se tomó en cuenta solamente la producción de árboles que alcanzaron una altura mayor de 1.50 metros, que fue la altura de poda considerada en el presente estudio; el pasto estrella fue cortado a una altura de 5 cm del suelo. En la gráfica número 1 se observa que la producción de materia verde en kilogramos por hectárea tanto en las fincas Monte Basan, Carralhá fue superior en las parcelas en donde se implementó el sistema silvopastoril con Taxiscobo (*Perymenium grande*), no así en la finca María Luisa en donde el tratamiento con la pradera tradicional fue superior en 1,266 kilogramos.

Al comparar la producción promedio de los tratamientos y realizar el análisis de T de Student se determinó que existe diferencia significativa a favor del sistema silvopastoril (ver cuadros en anexo No.1) con una producción promedio de 25,282.13 kg de materia verde, superando a la pradera tradicional en 1,371 kilogramos.

Grafica 1. PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE POR HECTAREA POR CORTE



Los resultados obtenidos en el sistema silvopastoril para la producción del Taxiscobo (*Perymenium grande*) son superiores a los reportados por Tello Yat en 1997 quien evaluó en la finca San Rafael Santa Cruz Verapaz; el rendimiento de biomasa aérea total de la especie

sembrada a una densidad de cuatro metros al cuadro y una altura de corte de 1.75 metros, obteniendo en total 17, 382 kg de materia verde por hectárea por corte. La diferencia puede atribuirse a la densidad de siembra que en el presente experimento fue de tres metros al cuadro y el efecto de la fertilización química que se hizo durante el establecimiento de sistema silvopastoril.

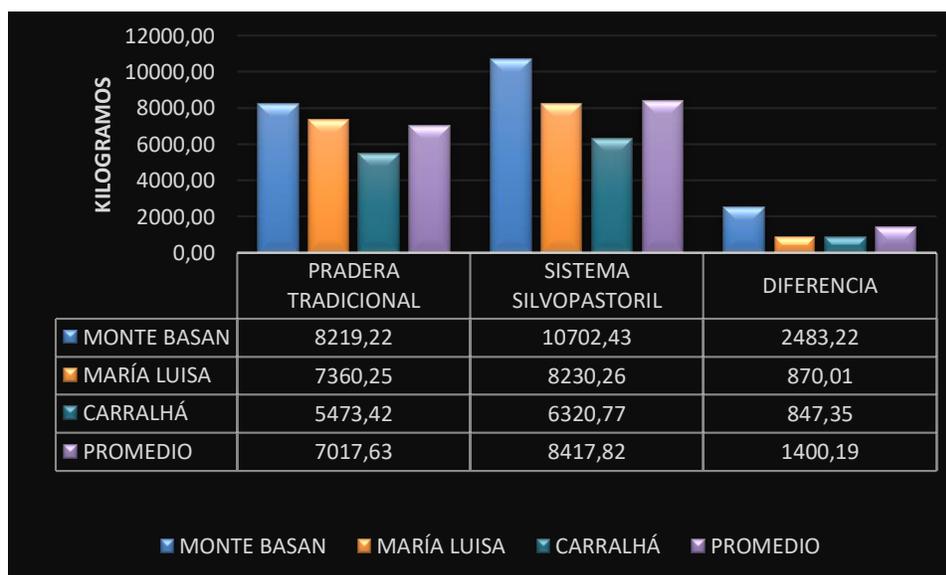
Sin embargo, en esa misma investigación realizada por Tello Yat se demuestra la respuesta positiva al efecto de la fertilización orgánica por parte del taxiscobo ya que ante la aplicación de 2 toneladas de materia seca de gallinaza por hectárea, ya que la producción se duplicó a 30, 813 kilogramos de materia verde. En términos prácticos la producción de materia verde

6.3 Producción de materia seca por hectárea por corte

Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 2 en donde nuevamente el sistema silvopastoril supera al pastoreo tradicional en 1,400.19 kg de materia seca. Al revisar los rendimientos por finca se observa que en todo el sistema silvopastoril superó al sistema tradicional, siendo la finca María Luisa la que mejores resultados reporta probablemente porque el material cosechado era menos succulento que los encontrado en las fincas Monte Basan, Carralhá por lo que su contenido de materia seca según los análisis bromatológicos fue superior. (Ver anexo No. 3) fue superior en las parcelas en donde se implementó el sistema silvopastoril con Taxiscobo (*Perymenium grande*), no así en la finca María Luisa en donde el tratamiento con la pradera tradicional fue superior en 1,266 kilogramos.

Al realizar el análisis de T de Student se determinó que existe diferencia significativa a favor del sistema silvopastoril (ver cuadros en anexo No.1) con una producción promedio de 8,2417.82 kg de materia seca versus los 7,017. 63 que se obtuvieron en la pradera tradicional.

Grafica 2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA POR HECTAREA POR CORTE



Al comparar nuevamente estos resultados con lo obtenidos por Tello Yat en 1997, se observa que tanto el sistema silvopastoril como el sistema tradicional evaluados en esta investigación superan los rendimientos del taxiscobo (*Perymenium grande*), pues reporta una producción de 2,239.2 kg cuando no se aplica ningún tipo de fertilización y 4,052 kg cuando se aplican 2 toneladas de ms de gallinaza por hectárea anual.

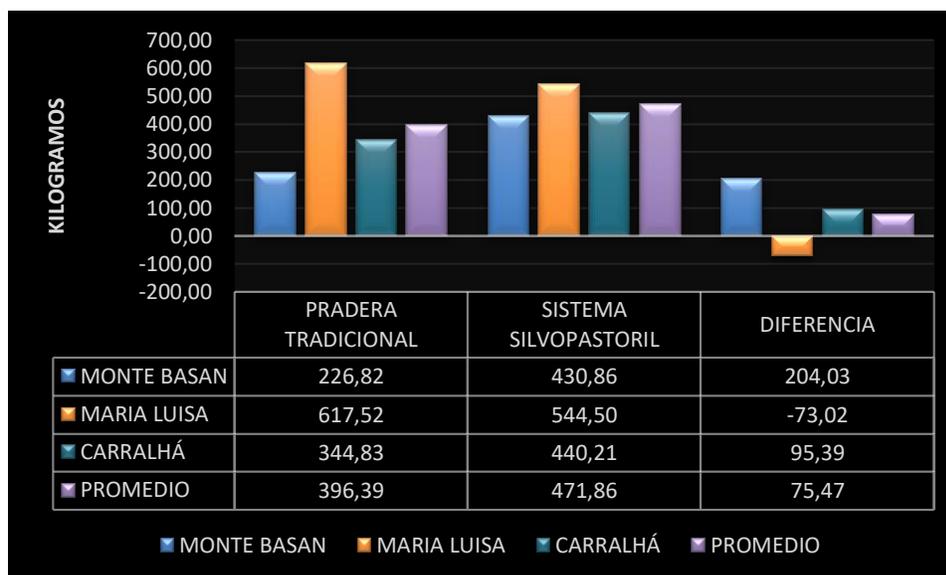
En este caso las diferencia en producción de materia seca por unidad de área también puede atribuirse a la densidad de siembra y a la aplicación de fertilizante durante la etapa de crecimiento de árbol de taxiscobo (*Perymenium grande*) y del pasto establecido en los potreros que en este caso fue la *estrella* (*Cynodon dactylon nlenfuensis*).

Es de hacer notar la alta producción de materia seca que presentó el pasto estrella en la pradera tradicional similar a lo reportado en Costa Rica por Luis Villalobos y Jose Arce en el 2,013. Sin embargo, esta hay que considerar que este rendimiento es para el primer corte del pasto, cuando aún no ha sido sometido a pastoreo por lo que se produce una elongación de los tallos que afecta la relación tallo hojas normal esperada en un manejo de pasturas.

6.4 Producción de proteína cruda por hectárea por corte

En la gráfica 3 se presentan los resultados obtenidos para la variable de producción de proteína cruda; en este caso los resultados son similares y al realizar el análisis de T de Student (Ver anexo No. 1) se determinó que no existe diferencia significativa, por lo que estadísticamente la escasa superioridad es derivada posiblemente del azar y no por los factores que implica en establecer especies combinadas de gramíneas y árboles.

La finca María Luisa presenta los mayores rendimientos tanto en el sistema tradicional como en el sistema silvopastoril con taxiscobo (*Perymenium grande*) con 617.52 y 511.56 kg de proteína cruda respectivamente. Sin embargo llama la atención que la pradera tradicional fue mejor que el sistema silvopastoril, lo anterior obedece que al realizar el análisis bromatológico en el laboratorio la muestra de biomasa de pasto estrella reportó un contenido de 8.74 por ciento de proteína cruda y la muestra de pasto estrella que creció bajo el sistema silvopastoril fue de 6.82 por ciento (ver anexo No. 3). Esta tendencia se observó también en la finca Basan con 8.39 y 5.95 por ciento de proteína cruda a favor del pasto estrella producido en la pradera tradicional; lo que en primera instancia sugiere que la presencia de los árboles de taxiscobo afecta el contenido de este nutriente.

Grafica 3. PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA CRUDA POR HECTAREA POR CORTE

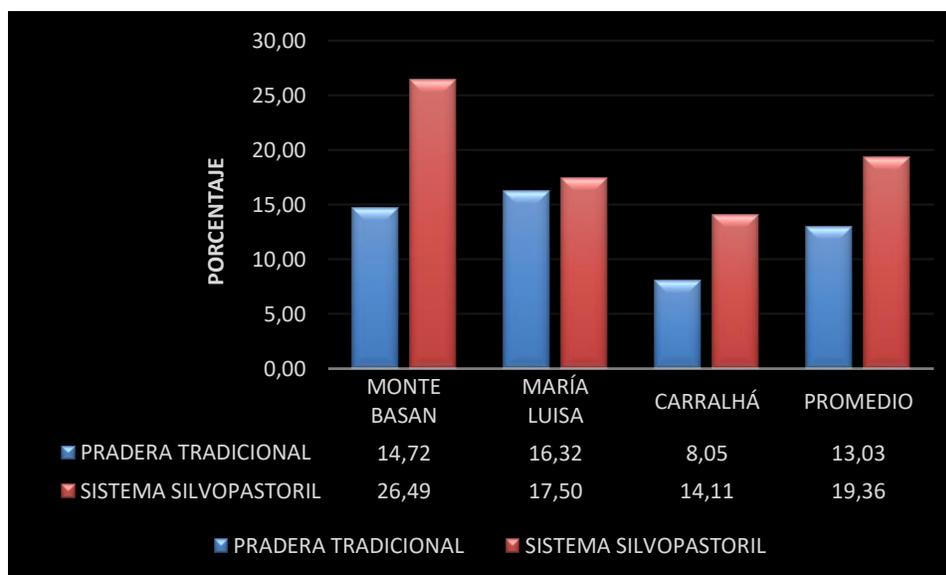
Nuevamente al comparar la producción de 471.86 kg de proteína cruda del taxiscobo (*Perymenium grande*) y del pasto estrella (*Cynodon dactylon nlenfuensis*) establecidos en el sistema silvopastoril es menor a lo reportado por Tello Yat en 1997, quien registra una producción de 515.02 kg de proteína cuando no se fertiliza y 972.47 cuando se aplica gallinaza. Otro factor que influye en la concentración de proteína cruda es que para el presente estudio las muestras de taxiscobo incluían biomasa aérea total (follaje y tallos secundarios) y en el caso del otro estudio se analizaron únicamente muestras de biomasa comestible que incluía follaje y peciolos verdes.

6.5 Contenido de Cenizas de los forrajes evaluados.

El contenido de cenizas determinado en laboratorio representa la presencia de algunos elementos inorgánicos que ha demostrado ser esenciales en la alimentación de los rumiantes para que tengan un normal crecimiento y desarrollar funciones como la reproducción y producción de leche. Aunado a lo anterior vale la pena hacer mención que éstos minerales no los puede sintetizar el organismo del animal por lo que necesariamente deben ser incluidos en la dieta ya sea como sales minerales o el que aportan los alimentos como granos y forrajes.

En la gráfica 4 se observan los porcentajes de minerales reportados para cada finca y la producción promedio para cada tratamiento evaluado en donde las mayores son para el sistema silvopastoril que supera en más de un 6 por ciento a lo obtenido por el forraje del pastoreo tradicional.

Gráfica 4. CONTENIDO CENIZA DE LOS FORRAJES EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS



En este caso no se pueden hacer comparaciones con otros resultados de contenidos de minerales obtenidos en la región, pues no existen registros de otras investigaciones específicas para la biomasa comestible del taxiscobo (*Perymenium grande*) ni para el pasto estrella (*Cynodon dactylon nlenfuensis*).

Cuando se hizo el análisis de t de student para muestras apareadas (Ver anexo No. 1) no se determinaron diferencias estadísticas; sin embargo, se puede apreciar la influencia positiva del forraje de taxiscobo en el incremento de minerales presentes siendo en la finca Monte Basan en donde se obtuvieron los mejores resultados con más del 26 por ciento.

El contenido de minerales puede variar de acuerdo a la especie forrajera, estado de madurez, a la porción de la planta que se emplea como forraje, clima y principalmente al ph y fertilidad de los suelos en el presente estudio se considera que las discrepancias obtenidos responden también pueden atribuirse a que los mejores suelos en cuanto a manejo, profundidad, presencia de materia orgánica y drenaje fueron los utilizados en la finca Monte Basan

6.6 Contenido de Total de Nutrientes Digestibles (TND)

En nutrición de rumiantes, el valor energético de los alimentos concentrados o forrajes, raciones y requerimientos del ganado comúnmente se expresa como total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía Neta para mantenimiento (EN_M), energía neta para producción (EN_P) y energía neta para lactación (EN_L).

Actualmente el indicador TND es menos usado ya que con los avances tecnológicos al alcance

de ganaderías de países con mayor desarrollo científico se ha demostrado que indicadores como energía neta son más exactos; pero en el presente caso se ha tomado considerado el TND y la energía digestible por ser lo que se tiene disponible en el medio. ^{/1}

Los resultados de la presente investigación se presentan en la gráfica No. 5 y en el siguiente cuadro:

FINCA	PRADERA TRADICIONAL		SISTEMA SILVOPASTORIL	
	Porcentaje TND	Kcal de Energía Digestible	Porcentaje TND	Kcal de Energía Digestible
MONTE BASAN	53.70	2367.63	42.76	1885.29
MARÍA LUISA	51.97	2291.36	50.08	2207.81
CARRALHÁ	56.85	2506.52	52.06	2295.10
Promedio	54.17	2388.50	48.30	2129.40
DIFERENCIA	5.88	259.10		

Gráfica 5. CONTENIDO DE TOTAL DE NUTRIENTES DIGERIBLES EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.



Se observa que la pradera tradicional con pasto estrella (*Cynodon dactylon nlemfuensis*) presenta mayor porcentaje de TND en un 5.88 por ciento lo que equivale a 259 kilocalorías más por cada porción de alimento ofrecida en cantidades de iguales de forraje de estrella + taxiscobo producido en el sistema silvopastoril; sin embargo, el análisis de T de Student sugiere que no hay diferencias estadísticas.

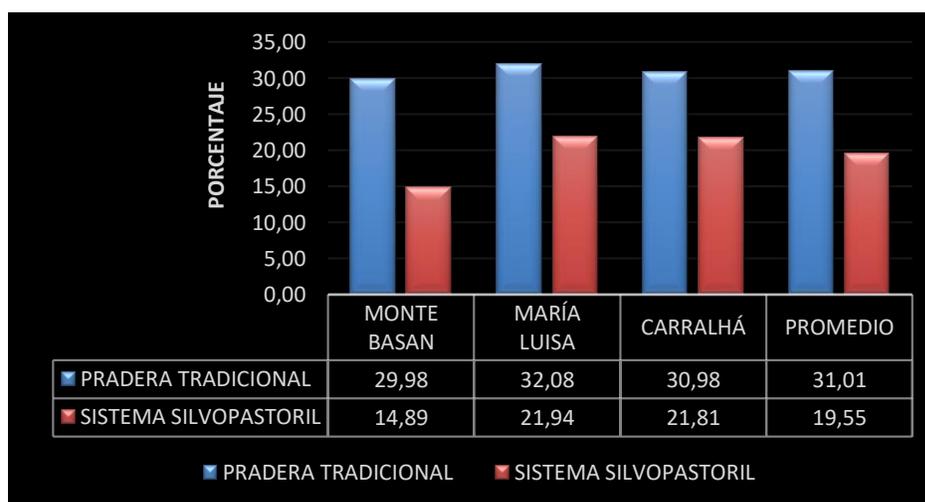
Se plantea que ambas producciones son aceptables para la alimentación en base a los requerimientos nutricionales del ganado lechero y se consideran una fuente de bajo costo para agregar contenido energético a las dietas y raciones que se puedan emplear en las fincas.

6.7 Porcentaje de Fibra Cruda (FC) en los tratamientos evaluados

La fibra es un componente fundamental de la dieta del ganado principalmente cuando es alimentado en forma intensiva. Su principal función es estimular la masticación y la producción de saliva para favorecer una buena rumia y mantener un pH ruminal superior al 5.7, lo que propicia la salud del rumen y el comportamiento productivo de los animales. Se fermenta lentamente en el rumen por acción de las bacterias fibrolíticas que producen glucosa y pentosas como productos intermedios y acetato (ácido graso volátil) como producto final que es un importante precursor para la síntesis de la grasa en la glándula mamaria. En otras palabras la adecuada concentración de fibra cruda en la dietas de bovinos lecheros favorece la síntesis del 50 por ciento de la grasa láctea (producción de crema) y sólidos totales en la leche (producción de queso).²

En la gráfica número 6 se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación y se puede apreciar que el pasto de pradera tradicional contiene menos concentración de fibra cruda con promedio de 19.55 por ciento respecto a la concentración de fibra observada en forraje obtenido en el sistema silvopastoril con un 31 por ciento. Sin embargo, al hacer el análisis se determinó que estadísticamente no hay diferencia al nivel de significancia sometido.

Gráfica 6. PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.



Ambos resultados cercanos o superiores al 20 por ciento, se consideran satisfactorios tomando en cuenta que en las fincas estudiadas las vacas son sometidas a dietas alimenticias basadas en concentrados comerciales y necesitan cubrir sus requerimientos de fibra cruda con el aporte de los pastos y forrajes. En este caso se puede observar el efecto aditivo que tiene el follaje de taxiscobo ya que la corteza de tallos comestibles aumenta la concentración de este nutriente en comparación al follaje de pasto estrella.

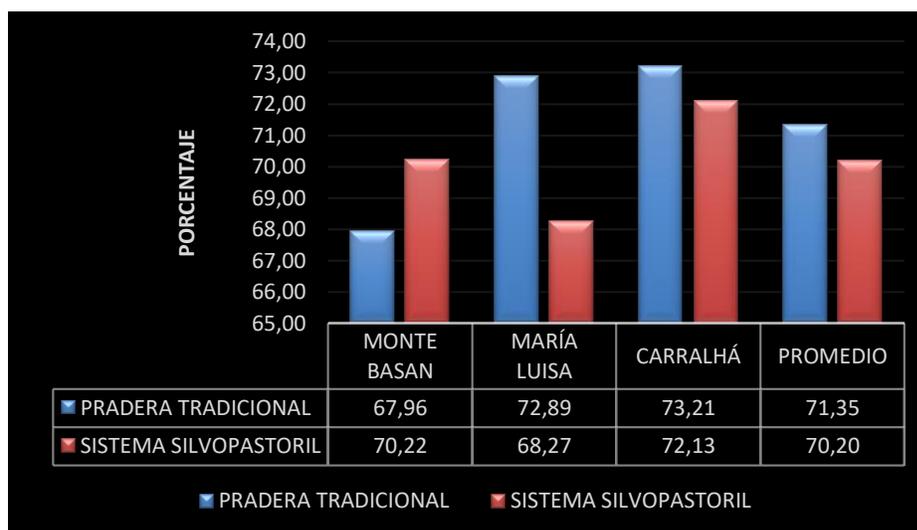
²= <http://mateandoconlaciencia.zonalibre.org/IMPORTANCIADELAFIBRAENLAALIMENTACIONDELOSBOVINOS>.

6.8 Porcentaje de Fibra Neutro Detergente (FND)

La fibra neutro detergente es la pared celular total de los forrajes que está compuesta por la fracción de la fibra ácido detergente FAD (celulosa y lignina) más la hemicelulosa. Los valores de FND son importantes ya que reflejan la cantidad de forraje que puede consumir el animal. A medida que aumenta el porcentaje de FND, la ingesta de materia seca por lo general se reduce. El porcentaje de esta fracción tiende a aumentar conforme avanza el estado de madurez de pasto.

Los resultados obtenidos al analizar el forraje producido en la pradera tradicional de solo pasto estrella y el del sistema silvopastoril de taxiscobo más pasto se observan en el cuadro número 7.

Gráfica 7. PORCENTAJE DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.



Los resultados obtenidos son muy similares en ambos tratamientos con un rango entre 70 y 71 por ciento, al analizar esta variable se comprobó que estadísticamente se comportan igual es decir que no existe diferencia significativa (Ver anexo No.1)

Lamentablemente no existen estudios sobre esta variable nutricional en la región, pero se considera que están moderadamente altos siempre que se pretenda utilizar como única fuente alimenticia y el consumo voluntario bajaría drásticamente; lo normal en vacas en producción es de no menos del 30 por ciento. Sin embargo, cuando se combina en una proporción 60:40 con alimentos concentrados el porcentaje en la dieta tiende a equilibrarse pues éstos no pasan del 25 por ciento de FND según información bibliográfica.

Los análisis bromatológicos realizados en este caso podrían complementarse con otros más específicos para poder determinar cuál es la porción de mínima de FND efectiva para conocer que tanto se está incidiendo en la calidad nutricional del alimento ofrecido a las vacas de lechería.

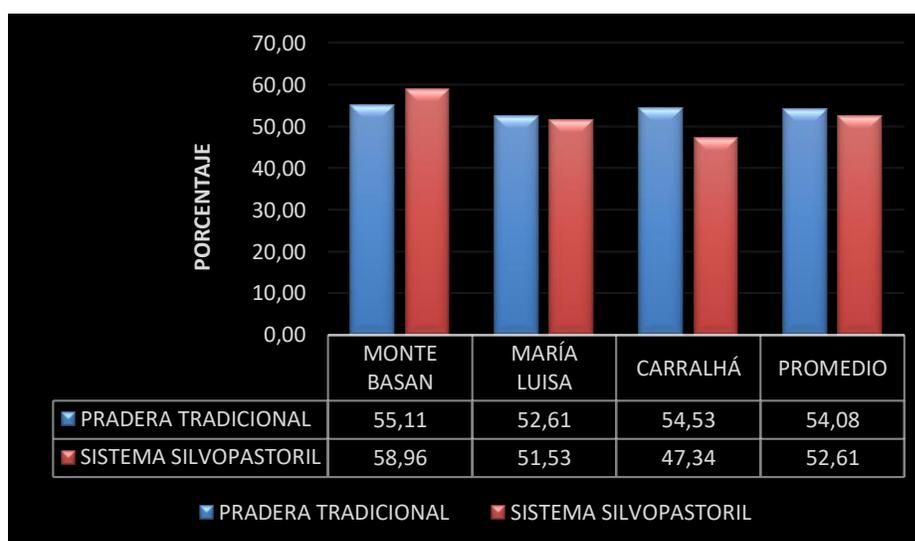
6.9 Porcentaje de Fibra Ácida Detergente (FAD)

La Fibra ácida detergente (FAD) hace referencia a las porciones de pared celular del forraje que están compuestas de celulosa y lignina. Estos valores son importantes porque tienen que ver con la capacidad de un animal para digerir el forraje. A medida que la FAD aumenta, se reduce la capacidad de digerir o la digestibilidad del forraje.

Al igual que la fibra neutro detergente FND su concentración es directamente proporcional a la edad del pasto o forraje y la época del año en relación a los regímenes de precipitación pluvial. Según datos bibliográficos en gramíneas como el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) y el Rye grass (*Lolium perenne*) puede alcanzar concentraciones del 25 a 30 por ciento.

Los resultados reportados en la presente investigación se observan en la gráfica No. 8.

Gráfica 8. PORCENTAJE DE FIBRA ÁCIDA DETERGENTE EN LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.



Al hacer la comparación entre tratamientos se observa que los resultados son similares y oscilan entre un 52.61 a 54.08 por ciento, no existiendo diferencia significativa al realizar el análisis estadístico.

La concentración de FAD se considera alta y supera ampliamente al rango de 20 a 22 por ciento recomendado por fuentes bibliográficas por lo que no se recomienda emplearlo como alimento único, ya que al ser poco digestible su consumo iría en detrimento de la salud y la condición corporal de las vacas.

Al combinarlo con el alimento concentrado en una proporción 60:40 se lograría balancear la concentración de la FAD pues los alimentos concentrados solo contienen de 10 a 12 por ciento de esta fibra en virtud de estar formulados a base de granos y subproductos de molienda.

6.10 Análisis de Costos Parciales.

ANÁLISIS DE COSTOS PARCIALES EN EL PASTOREO TRADICIONAL Y SISTEMA SILVOPASTORIL		
TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	
EGRESOS EN QUETZALES	PASTOREO TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL
A) Gastos directos.		
* 16 Jornales limpieza del terreno (1 hectárea)	Q1,442.56	Q1,442.56
*10 Jornales siembra de pasto	Q901.60	Q901.60
*8 Jornales siembra de árboles		Q721.28
* 40 Jornales control de malezas (chapeo)	Q3,606.40	Q3,606.40
*6 Jornales aplicación de fertilizante	Q540.96	Q540.96
* 20 jornales corte de pasto y/o poda de árboles	Q901.60	Q1,803.20
SUBTOTAL	Q7,393.12	Q9,016.00
B) Costos insumos		
* 10 qq de Fertilizantes	Q3,250.00	Q3,250.00
* Costo de árboles y/o semilla vegetativa del pasto	1500	4500
SUBTOTAL	Q3,250.00	Q6,500.00
COSTOS TOTALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 1 HECTÁREA	Q10,643.12	Q15,516.00
Costos para mantenimiento anual por hectárea después del primer año	Q8,298.96	Q9,200.56
RENDIMIENTOS		
*Kg. de MV/ha corte de biomasa comestible	23910.67	25282.13
*Kg. de MS/ha corte de biomasa comestible	7017.68	8417.82
*Kg. de PC/ha corte	396.39	471.86
COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA BIOMASA COMESTIBLE en Base Fresca		
(quetzales/Kg. MV) para el primer año	Q0.45	Q0.61
(quetzales/Kg. MV) ajuste a 5 años	Q0.35	Q0.36
COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA BIOMASA COMESTIBLE en Base Seca		
(quetzales/Kg. MS) para el primer año	Q1.52	Q1.84
(quetzales/Kg. MS) ajuste a 5 años	Q1.18	Q1.09
COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA PROTEÍNA CRUDA EN BIOMASA COMESTIBLE		
(quetzales/Kg. PC) para el primer año	Q26.85	Q32.88
(quetzales/Kg. PC) ajuste a 5 años	Q20.94	Q19.50

Como puede observarse en el cuadro anterior para la variable económicamente más importante que es la producción de materia seca por corte/hectárea, el costo por kilogramo producido es ligeramente mayor en el sistema silvopastoril durante el primer año debido a que es durante el establecimiento del sistemas donde existe mayor inversión; sin embargo este costo tiende a disminuir en los siguientes años considerando un horizonte del proyecto de 5 años.

En este sentido habría que mencionar que aparte de los servicios ambientales que brindan los árboles, los ingresos a nivel de finca puede verse incrementados si durante el tercer año se realiza un aprovechamiento racional de postes de taxiscobo (*Perymenium grande*) lo cuales tienen un valor promedio de entre 40.00 y 50.00 quetzales puestos en la finca; también se podría tener un ingreso extraordinario con la venta de semilla gámica, la cual es muy solicitada en el medio local para establecimiento de plantaciones puras y mixtas y que se cotiza en un precio que oscila entre los 200 y 300 quetzales por kilogramo.

Los costos de operación podrán variar según con las condiciones de cada finca; pero para el presente caso se ha considerado el costo de Q90.16 el jornal para personal para actividades agrícolas a destajo tal como lo indica la normativa oficial en el Acuerdo Gubernativo No. 250-2020 publicado en el Diario de Centroamérica el 30 de diciembre de 2020.

Desde otro punto de vista el costo de forraje producido en el sistema silvopastoril se considera que es inferior a lo que puede pagar por otros alimentos de similar calidad nutricional utilizados como suplementos alimenticios tales como pacas de heno, ensilaje o concentrados comerciales.

7. CONCLUSIONES

7.1 La adaptabilidad del Taxiscobo (*Perymenium grande*) al ser incorporado a un sistema silvopastoril se considera viable en dos de las fincas evaluadas en donde obtuvo un desempeño aceptable en cuanto a las variables de crecimiento y vigorosidad, por lo que se espera que, bajo buenas prácticas agronómicas, periodos de ocupación cortos y recuperaciones no menores de 70 días la producción de biomasa comestible pueda ser constante.

7.2 El pasto estrella (*Cynodon dactylon nlemfuensis*) reportó excelentes rendimientos para el primer corte en los dos sistemas tanto tradicional como silvopastoril con taxiscobo (*Perymenium grande*) lo que demuestra la importancia de realizar prácticas culturales especialmente en cuanto a la renovación de praderas, aplicación de fertilizante, periodos de recuperación acordes a la época de precipitación, carga animal adecuada para evitar la compactación del suelo, entre otras.

7.3 La producción combinada de pastos y árboles con potencial forrajero es una opción factible de realizarse en las condiciones de las unidades productivas evaluadas en el presente estudio y que demuestra que se puede mejorar la productividad por unidad de área cuando se realizan buenas prácticas de manejo agronómico.

7.4 Las variables productivas más importantes tales como producción de materia verde y producción de materia seca por hectárea por corte mostraron diferencias estadísticas significativas a favor del sistema silvopastoril, por lo que este estudio demuestra la importancia de incluir árboles forrajeros ya que mejoran la producción de forraje de buena calidad nutricional y ayudan a mitigar los efectos del cambio climático pues mejoran la humedad y aireación del suelo, aumentan la producción de materia orgánica, capturan bióxido de carbono de la atmosfera y regulan la temperatura ambiental, entre otros beneficios ya que la floración del taxiscobo (*Perymenium grande*) es muy apetecida por abejas y otros polinizadores.

7.5 La variable producción de fibra cruda también mostró diferencia significativa favorable al sistema silvopastoril principalmente por el efecto aditivo que causa el forraje de taxiscobo (*Perymenium grande*) que al ser consumido por las vacas puede mejorar la concentración de sólidos totales en la leche lo que se reflejara en mayores rendimientos de crema, mantequilla, queso, yogurt y requesón.

7.6 En cuanto a las variables respuesta producción de proteína cruda, cenizas, total de nutrientes digeribles (energía digestible), fibra ácido detergente y fibra ácido detergente; no mostraron diferencia significativa por lo que estadísticamente se comportaron igual en ambos tratamientos, pero debe considerarse de usar la combinación de ambos forrajes como complemento a la dieta de los bovinos para no afectar el consumo voluntario.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Es importante complementar estudios como el presente en el cual se pueda evaluar el consumo voluntario y la respuesta biológica por el ganado lechero en términos de producción de leche o ganancia de peso.

8.2 Continuar estudiando el comportamiento de las especies, taxicobo (*Perymenium grande*) y pasto estrella (*Cynodon dactylon nlemfuénsis*) durante mayor tiempo de experimentación para poder determinar cuál es la persistencia de ambas cuando se someten a podas o pastoreos frecuentes.

8.3 Para el establecimiento de árboles de taxiscobo integrados a sistema silvopastoriles, considerar que no se desarrolla adecuadamente en suelos compactos y pobres en materia orgánica.

8.4 Es imperativo incluir en la dieta de ganado lechero alimentos con adecuadas concentraciones de fibra cruda como el follaje de taxicobo (*Perymenium grande*) ya que aparte de estimular la producción de saliva (y como consecuencia reducir problemas de acidosis ruminal), también se obtendrá una mejor cantidad de grasa en la leche necesaria para mejorar la producción de crema, mantequilla, queso y yogur.

8.5 En estudios más prolongados es importante determinar los ingresos adicionales que representan la producción de postes, horcones y semilla gámica para producción de viveros forestales que se pueden obtener con la inclusión de árboles de taxiscobo (*Perymenium grande*) en sistemas silvopastoriles, árboles en linderos, cercas vivas, árboles dispersos o cualquier otro uso agroforestal en el que pueda incorporar esta especie.

8.6 Para el manejo del taxiscobo (*Perymenium grande*) en las fincas María Luisa y Carralhá se propone que esta especie sea utilizada como banco de proteína en el sistema de corte, acarreo y picado para uso fresco o ensilaje, para no afectar la persistencia de los árboles; en el caso de hacienda monte Basan se recomienda emplear además de las opciones de uso antes planteadas como ramoneo más pastoreo en virtud que tanto los árboles como el suelo presentan mejores condiciones biológicas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. https://www.agro.uba.ar/apuntes/no_8/sistemas.htm
2. Gómez BMRC. *Ruiz LF. Lavín CDA. Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario No. 17. Mpio. de Úrsulo Galván, Veracruz, México.
3. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA. Diagnóstico a nivel macro y micro del corredor seco y definición de las líneas estratégicas de acción del maga. disponible en: http://web.maga.gob.gt/wp-content/blogs.dir/13/files/2013/widget/public/macro_micro_corredor_seco.pdf
4. OFI-CATIE Arboles de Centro America, Compositae *Peymenium grande* HERNSL.
5. Pasturas de América; disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/plantas-forrajeras/cynodon-nlemfuensis/>
6. Pineda Melgar, Omar Ramirez; USAC-CUNOR. 1998. Producción de biomasa aérea en Caliandra (*Calliandra calothyrsus*) y Taxiscobo (*Perymenium grande*) bajo diferentes sistemas de manejo en Cobán, Alta Verapaz.
7. Que es un sistema Silvopastoril Intensivo <https://www.contextoganadero.com/blog/que-es-un-sistema-silvopastoril-intensivo>
8. Rosales, M. M. 2012. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Fundación CIPAV. Tejares de San Fernando. Cali, Colombia.
9. Sistemas Silvopastoriles <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S05.htm>
10. Tello Yat, W. 1997. Efecto de la Fertilización orgánica sobre la producción de biomasa aérea en taxiscobo (*Perymenium grande var. grande*) bajo las condiciones de la finca San Rafael ubicada en Santa Cruz Alta Verapaz.
11. Villalobos, L.^{1*}, José Arce^{*}, Rodolfo WingChing^{*} Producción de biomasa y costos de producción de pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa clandestina*) y Ryegrass Perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. 2013. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242013000200008

10. ANEXOS

ANEXO No. 1 VALORES REPORTADOS EN LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS POR T DE SUTEND PARA LAS DIFERENTES VARIABLE EVALUADAS

ANEXO 1.1 Prueba de T para la variable producción de Materia Verde por hectárea por corte

	PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL
Media	23910.66667	25282.12933
Varianza	101487592.4	78568447.9
Observaciones	15	15
Coefficiente de correlación de Pearson	0.690475939	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	-0.705137129	
P(T<=t) una cola	0.246145384	
Valor crítico de t (una cola)	1.345030374	
P(T<=t) dos colas	0.492290768	
Valor crítico de t (dos colas)	1.761310136	

Existe diferencia significativa entre el sistema silvopastoril y el manejo convencional en el rendimiento de materia verde a favor del sistema silvopastoril

ANEXO 1.2 Prueba de T para la variable producción de Materia Seca por hectárea por corte

Prueba T (muestras apareadas)								
Obs(1)	Obs(2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral I
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	15	-1062.32	5142.97	6205.30	1713.83	-2.40	0.0308

Nueva tabla: 14/03/2021 - 14:43:35 - [Versión: 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	15	-1062.32	5142.97	6205.30	1713.83	-2.40
							0.0308

Existe diferencia significativa entre el sistema silvopastoril y el manejo convencional en el rendimiento de materia seca a favor del sistema silvopastoril

ANEXO 1.3 Prueba de T para la variable producción de Proteína Cruda por hectárea por corte

Prueba T (muestras apareadas)								
Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media(1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	15	-64.49	369.39	460.88	181.54	-1.38	0.1905

Nueva tabla_1 : 14/03/2021 - 15:00:25 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	15	-64.49	396.39	460.88	181.54	-1.38	0.1905

No existe diferencia significativa en esta variable

ANEXO 1.4 Prueba de T para la variable porcentaje de Nutrientes Digeribles Totales

Prueba T (muestras apareadas)

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media(1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	5.87	54.17	48.30	4.62	2.20	0.1587

Nueva tabla_2 : 14/03/2021 - 15:04:11 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	Bilateral
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	5.87	54.17	48.30	4.62	2.20	0.1587

No existe diferencia significativa en esta variable

ANEXO 1.5 Prueba de T para la variable contenido de Cenizas

Prueba T (muestras apareadas)

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media(1)	Media (2)	DE (dif)	T	Bilateral
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	-6.34	13.03	19.37	5.30	-2.07	0.1742

Nueva tabla_3 : 14/03/2021 - 15:06:51 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T
<u>Bilateral</u>							
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3					
5.30	-2.07	0.1742					

No existe diferencia significativa en esta variable

ANEXO 1.6 Prueba de T para la variable porcentaje de Fibra Cruda**Prueba T (muestras apareadas)**

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	DE (dif)	T	<u>Bilateral</u>
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	11.47	31.01	19.55	3.18	6.26	0.0246

Nueva tabla_4 : 14/03/2021 - 15:08:34 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T
<u>Bilateral</u>							
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3					
3.18	6.26	0.0246					

Existe diferencia significativa en esta variable a favor del sistema tradicional produciendo más fibra

ANEXO 1.7 Prueba de T para la variable porcentaje de Fibra Neutro Detergente**Prueba T (muestras apareadas)**

Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media(1)	Media (2)	DE (dif)	T	<u>Bilateral</u>
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	1.15	71.35	70.21	3.44	0.58	0.6221

Nueva tabla_5 : 14/03/2021 - 15:10:23 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba T (muestras apareadas)

Obs(1)	Obs(2)	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T
<u>Bilateral</u>							
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3					
3.44	0.58	0.6221					

No existe diferencia significativa en esta variable

ANEXO 1.8 Prueba de T para la variable porcentaje de Fibra Acido Detergente

Prueba T (muestras apareadas)

<u>Obs (1)</u>	<u>Obs (2)</u>	N	Media (dif)	Media(1)	Media (2)	DE (dif)	T	<u>Bilateral</u>
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	1.47	54.08	52.61	5.53	0.46	0.6898P

Nueva tabla_6 : 14/03/2021 - 15:12:02 - [Versión : 30/04/2020]

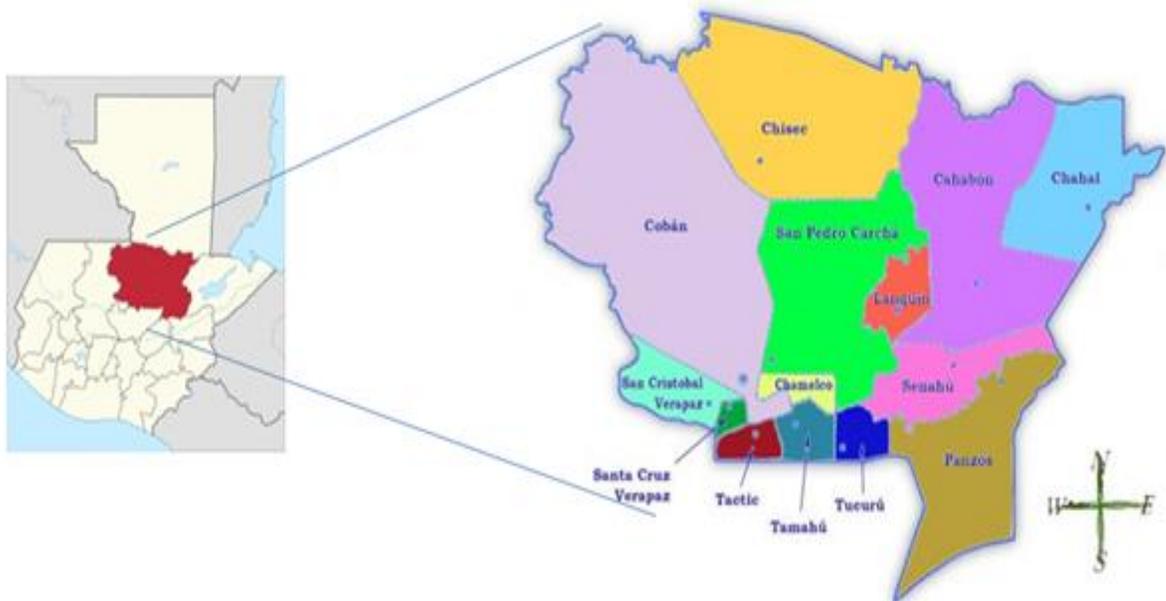
Prueba T (muestras apareadas)

<u>Obs(1)</u>	<u>Obs(2)</u>	N	media(dif)	Media(1)	Media(2)	DE(dif)	T	
<u>Bilateral</u>								
PRADERA TRADICIONAL	SISTEMA SILVOPASTORIL	3	1.47	54.08	52.61	5.53	0.46	0.6898

No existe diferencia significativa en esta variable

Anexo 2. Ubicación geográfica de las Unidades Productivas

Municipios del departamento de Alta Verapaz



Anexo 3 . Análisis de suelo para las unidades productivas estudiadas.

Anexo 3.1 Hacienda Basan

AGROLABORATORIO
CERES
CIENCIA Y PRACTICA

2ª. Avenida 5-54 zona 9
Guatemala
Teléfono (502) 2338 4440
E-mail: laboeresguate@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: IICA - CRIA	DOC. ACIL-1934-19
FINCA: HACIENDA MONTE BASAN	PROF.
CULTIVO: PASTO	FECHA: 17-12-2019
MUNICIPIO: CHICUXAB, COBAN	DEPTO: A. VERAPAZ

NUTRIENTES	1	RANGOS ADECUADOS
N-total (g/kg)	3.08	A 3.00-6.00
P Mehlich (mg/dm ³)	24.26	E 15.00-20.00
K (mg/dm ³)	196.50	A 160.00-230.00
Ca (mg/dm ³)	2263.75	E 800.00-2200.00
Mg (mg/dm ³)	161.25	A 85.00-180.00
S (mg/dm ³)	22.15	D 35-40
B (mg/dm ³)	0.58	A 0.5-1.5
Fe (mg/dm ³)	11.50	D 30-50
Cu (mg/dm ³)	1.25	D 2 A 10
Mn (mg/dm ³)	9.90	A 5 A 10
Zn (mg/dm ³)	3.05	A 3 A 10
INTERCAMBIABLES		
Ca (mmol/dm ³)	205.59	E 50.00-100.00
Mg (mmol/dm ³)	29.63	E 10.00-25.00
K (mmol/dm ³)	10.46	A 5.00-15.00
Na (mmol/dm ³)	1.01	D 3.00-6.00
Acidez (mmol/dm ³)	1.00	D 10.00-25.00
Al (mmol/dm ³)	0.50	D 3.00-5.00
H+ (mmol/dm ³)	341.61	E 100.00-200.00
OTRAS CARACTERISTICAS		
pH (agua - 1:2.5)	7.05	E 5.80-6.30
pH CaCl ₂	6.21	E 5.50-6.00
C.e. (dS/m)	0.13	A MENOR DE 2
M.O. (g/kg)	102.00	E 40.00-100.00
C.I.C. Efectiva (mmol/dm ³)	132.76	A 75.00-150.00
C.I.C. Total (mmol/dm ³)	588.80	E 120.00-250.00
S.B. (%)	41.98	D 60.00-70.00
Arcilla (%)	15.80	
Limo (%)	18.54	
Arena (%)	64.65	
Clase Textural	Franco Arenoso	
RELACIONES CATIONICAS		
Ca/Mg	8.59	E 4.00-5.00/1
Ca/K	22.68	E 5.00-20.00/1
Mg/K	2.64	D 3.00-10.00/1
Ca+Mg/K	25.32	E 3.00-25.00/1
100K/Ca+Mg+K	7.05	A 4.00-25.00/1
COMPLEJO ADSORBENTE		
Ca (%)	85.52	E 65.00-80.00
Mg (%)	9.96	D 15.00-20.00
K (%)	3.77	A 3.00-7.00
Al (%)	0.38	D 5.00-10.00
H (%)	0.38	D 10.00-15.00

SIMBOLOGIA: D = Deficiente; A = Adecuado; E = Exceso
Ref: 19-1762

USE RACIONALMENTE EL SUELO, HÁGALE ANÁLISIS, CONSERVEMOS LA NATURALEZA

Anexo 3.2 Finca María Luisa

AGROLABORATORIO
CERES
CIENCIA Y PRACTICA

2ª. Avenida 6-54 zona 9
Guatemala
Teléfono (502) 2338 4440
E-mail: laboeresguate@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: IICA - CRIA	DOC. ACIL-1935-19
FINCA: MARIA LUISA	PROF.
CULTIVO: PASTO	FECHA: 17-12-2019
MUNICIPIO: CHICHAIC, COBAN	DEPTO: A. VERAPAZ

NUTRIENTES	2	RANGOS ADECUADOS
N-total (g/kg)	3.64	A 3.00-6.00
P Mehlich (mg/dm ³)	9.79	D 15.00-20.00
K (mg/dm ³)	80.25	D 160.00-230.00
Ca (mg/dm ³)	3108.75	E 800.00-2200.00
Mg (mg/dm ³)	127.50	A 85.00-180.00
S (mg/dm ³)	24.76	D 35-40
B (mg/dm ³)	0.66	A 0.5-1.5
Fe (mg/dm ³)	7.00	D 30-50
Cu (mg/dm ³)	0.90	D 2 A 10
Mn (mg/dm ³)	15.05	E 5 A 10
Zn (mg/dm ³)	2.90	D 3 A 10
INTERCAMBIABLES		
Ca (mmol/dm ³)	209.83	E 50.00-100.00
Mg (mmol/dm ³)	29.22	E 10.00-25.00
K (mmol/dm ³)	4.94	D 5.00-15.00
Na (mmol/dm ³)	1.02	D 3.00-6.00
Acidez (mmol/dm ³)	1.00	D 10.00-25.00
Al (mmol/dm ³)	0.50	D 3.00-6.00
H+... (mmol/dm ³)	356.10	E 100.00-200.00
OTRAS CARACTERISTICAS		
pH (agua - 1:2.5)	7.15	E 5.80-6.30
pH CaCl2	6.36	E 5.50-6.00
C.e. (dS/m)	0.07	A MENOR DE 2
M.O. (g/kg)	175.44	E 40.00-100.00
C.I.C. Efectiva (mmol/dm ³)	168.17	E 75.00-150.00
C.I.C. Total (mmol/dm ³)	601.60	E 120.00-250.00
S.B. (%)	40.81	D 60.00-70.00
Arcilla (%)	4.71	
Limo (%)	18.63	
arena (%)	76.66	
Clase Textural	Arena Finesca	
RELACIONES CATIONICAS		
Ca/Mg	14.78	E 4.00-5.00/1
Ca/K	75.58	E 5.00-20.00/1
Mg/K	5.11	A 3.00-10.00/1
Ca+Mg/K	80.70	E 3.00-25.00/1
100K/Ca+Mg+K	6.44	A 4.00-25.00/1
COMPLEJO ADSORBENTE		
Ca (%)	91.97	E 65.00-80.00
Mg (%)	6.22	D 15.00-20.00
K (%)	1.22	D 3.00-7.00
Al (%)	0.30	D 5.00-10.00
H (%)	0.30	D 10.00-15.00

SIMBOLOGIA: D = Deficiente; A = Adecuado; E = Exceso
Ref: 19-1763

USE RACIONALMENTE EL SUELO, HÁGALE ANÁLISIS, CONSERVEMOS LA NATURALEZA

Anexo 3.4 Carralhá

AGROLABORATORIO
CERES
CIENCIA Y PRACTICA

2ª. Avenida 6-64 zona 8
Guatemala
Teléfono (502) 2339 4440
E-mail: laboeresguate@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

INTERESADO: IICA - CRIA	DOC. ACIL-1937-19
FINCA: SERGIO CASASOLA	PROF.
CULTIVO: PASTO	FECHA: 17-12-2019
MUNICIPIO: CARRALHA, COBAN	DEPTO: A. VERAPAZ

NUTRIENTES	4	RANGOS ADECUADOS
N-total (g/kg)	3.71 A	3.00-6.00
P Mehlich (mg/dm ³)	4.33 D	15.00-20.00
K (mg/dm ³)	46.00 D	160.00-230.00
Ca (mg/dm ³)	2021.25 A	800.00-2200.00
Mg (mg/dm ³)	78.75 D	85.00-180.00
S (mg/dm ³)	25.59 D	35-40
B (mg/dm ³)	0.27 D	0.5-1.5
Fe (mg/dm ³)	5.00 D	30-50
Cu (mg/dm ³)	0.75 D	2 A 10
Mn (mg/dm ³)	5.85 A	5 A 10
Zn (mg/dm ³)	7.10 A	3 A 10
INTERCAMBIABLES		
Ca (mmol/dm ³)	79.34 A	50.00-100.00
Mg (mmol/dm ³)	11.52 A	10.00-25.00
K (mmol/dm ³)	1.61 D	5.00-15.00
Na (mmol/dm ³)	0.09 D	3.00-6.00
Acidez (mmol/dm ³)	1.00 D	10.00-25.00
Al (mmol/dm ³)	0.50 D	3.00-5.00
H+... (mmol/dm ³)	542.39 E	100.00-200.00
OTRAS CARACTERISTICAS		
pH (agua - 1:2.5)	6.99 E	5.80-6.30
pH CaCl ₂	5.97 A	5.50-6.00
C.e. (dS/m)	0.04 A	MEJOR DE 2
M.O. (g/kg)	194.54 E	40.00-100.00
C.I.C. Efectiva (mmol/dm ³)	109.02 A	75.00-150.00
C.I.C. Total (mmol/dm ³)	608.00 E	120.00-250.00
S.B. (%)	15.31 D	60.00-70.00
Arilla (%)	4.71	
Limo (%)	24.75	
Arena (%)	70.54	
Clase Textural	Franco Arenoso	
RELACIONES CATIONICAS		
Ca/Mg	15.56 E	4.00-5.00/1
Ca/K	85.73 E	5.00-20.00/1
Mg/K	5.51 A	3.00-10.00/1
Ca+Mg/K	91.24 E	3.00-25.00/1
100K/Ca+Mg+K	6.68 A	4.00-25.00/1
COMPLEJO ADSORBENTE		
Ca (%)	92.09 E	65.00-80.00
Mg (%)	5.92 D	15.00-20.00
K (%)	1.07 D	3.00-7.00
Al (%)	0.46 D	5.00-10.00
H (%)	0.46 D	10.00-15.00

SIMBOLOGIA: D = Deficiente; A = Adecuado; E = Exceso
Ref: 19-1765

USE RACIONALMENTE EL SUELO, HÁGALE ANÁLISIS, CONSERVEMOS LA NATURALEZA

ANEXO 4. RESULTADOS DE ANALISIS BROMATOLOGICOS

Anexo 4.1 Hacienda Monte Basan

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
ZOOTECNIA



RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Proyecto de Investigación IICA CRIA

Procedencia: Cobán, A.V.

Fecha: 17 de noviembre de 2020

Registro	Descripción	BASE	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas totales (%)	FND (%)	FAD (%)	TND (%)
17520	F1 M1	SECA	74.50	25.50	16.98	3.98	15.75	18.68	65.17	60.71	50.62
		COMO ALIMENTO	----	----	4.33	2.97	4.02	13.92	----	----	----
17620	F1 M2	SECA	90.47	9.53	6.82	1.83	14.03	34.29	75.26	57.21	34.91
		COMO ALIMENTO	----	----	0.65	0.17	1.34	3.27	----	----	----
17720	F1 M3	SECA	90.78	9.22	8.74	1.70	29.98	14.72	67.96	55.11	53.70
		COMO ALIMENTO	---	---	0.81	0.16	2.76	1.36	----	----	----



Lic. Zoot. Luis Fernando Córdón
Responsable Lab. Bromatología
ZOOTECNIA-CUNORI

Anexo 4.2 Finca María Luisa

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
ZOOTECNIA



RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Proyecto de Investigación IICA CRIAProcedencia: Cobán, A.V.Fecha: 17 de noviembre de 2020

Registro	Descripción	BASE	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas totales (%)	FND (%)	FAD (%)	TND (%)
17820	F2 M1	SECA	74.78	25.22	10.49	3.97	12.24	22.72	63.75	50.67	46.55
		COMO ALIMENTO	----	----	2.65	1.00	1.17	5.73	----	----	----
17920	F2 M2	SECA	65.17	34.83	5.95	0.51	31.64	12.27	72.78	52.29	53.60
		COMO ALIMENTO	----	----	2.07	0.18	11.02	4.27	----	----	----
18020	F2 M3	SECA	71.05	28.95	8.39	0.74	32.08	16.32	72.89	52.61	51.97
		COMO ALIMENTO	----	----	2.43	0.21	9.29	4.72	----	----	----



Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón
Responsable Lab. Bromatología
ZOOTECNIA-CUNORI

Anexo 4.3 Finca Carralhá

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
ZOOTECNIA



RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Proyecto de Investigación IICA CRIAProcedencia: Cobán, A.V.Fecha: 17 de noviembre de 2020

Registro	Descripción	BASE	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	Extracto Etéreo (%)	Fibra Cruda (%)	Cenizas totales (%)	FND (%)	FAD (%)	TND (%)
18120	F3 M1	SECA	77.09	22.91	17.65	3.58	12.60	20.14	73.64	42.38	46.43
		COMO ALIMENTO	----	----	4.04	0.82	2.89	4.61	----	----	----
18220	F3 M2	SECA	66.22	33.78	6.64	2.57	31.01	8.08	70.61	52.31	57.68
		COMO ALIMENTO	----	----	2.24	0.87	10.48	2.73	----	----	----
18320	F3 M3	SECA	69.86	30.14	6.30	1.24	30.98	8.05	73.21	54.53	56.85
		COMO ALIMENTO	----	----	1.90	0.37	9.34	2.43	----	----	----

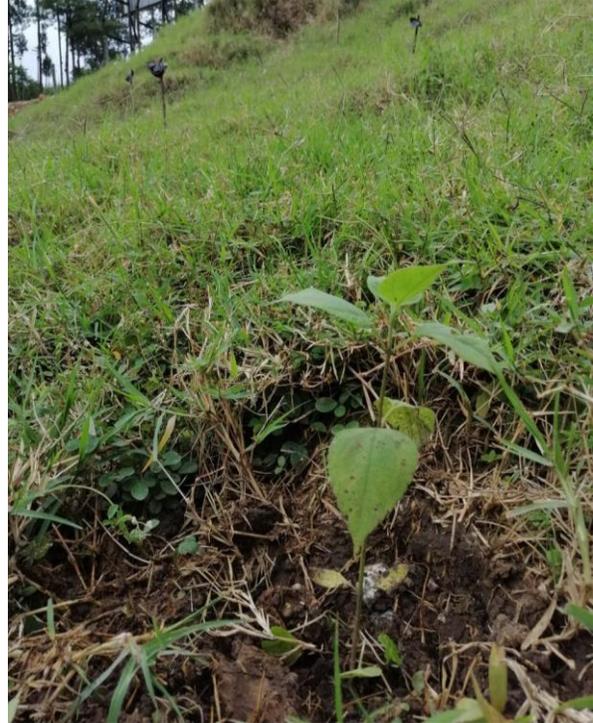


Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón
Responsable Lab. Bromatología
ZOOTECNIA-CUNORI

Anexo 5
FOTOGRAFIAS
Limpieza de parcelas demostrativas, y siembra de árboles de Taxiscobo,



Fotografías
Crecimiento de árboles de taxiscobo y de pasto Estrella



Fotografías Identificación y de parcelas demostrativas



Fotográficas
Plateado, monitoreo y toma de muestras en las parcelas.



Fotografías
Reuniones de Trabajo y floración de Arboles de taxiscobo en parcelas silvopastoriles

