

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



Proyecto Especial de Graduación
Medición del potencial productivo del pasto Tobiatá (*Megathyrsus*
***maximus*) utilizando el software TaurusWebs®2023 en el hato lechero**
de Zamorano

Estudiante

Manuel Jose Nuñez Prieto

Asesores

Marielena Moncada, Ph.D.

Kenia David, M.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento De Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Figura.....	5
Índice de Anexos.....	6
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Ubicación del Estudio.....	12
Inclusión de Animales.....	13
Variables Analizadas.....	13
Producción de Biomasa.....	13
Consumo de Biomasa.....	13
Producción de Leche (kg).....	13
Análisis Bromatológico del Pasto.....	14
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15
Resultados y Discusión.....	16
Oferta de Biomasa.....	16
Consumo de Biomasa.....	16
Análisis Bromatológico.....	17
Proteína Cruda (PC,%).....	18
Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg).....	19
Fibra Detergente Neutra (FDN,%).....	20
Fibra Detergente Acida (FDA,%).....	21
Producción de Leche (L/día).....	22
Conclusiones.....	23
Recomendaciones.....	24
Referencias.....	25
Anexos.....	29

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Oferta de biomasa seca en MS (kg/m ²) con estimación convencional y TaurusWebs®2023	16
Cuadro 2 Consumo de biomasa en MS (kg/m ²) con estimación convencional y TaurusWebs®2023 ..	17
Cuadro 3 Contenido de proteína cruda (PC,%), energía neta de lactancia (Mcal/kg), fibra detergente neutra (FDN,%) y fibra detergente acida (FDA,%)	18
Cuadro 4 Medias en el contenido de proteína cruda (PC,%) con el análisis de laboratorio y Taurus®2023	19
Cuadro 5 Medias en el contenido de Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg) con el análisis de laboratorio y TaurusWebs®2023	20
Cuadro 6 Medias en el contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN,%) con el análisis de laboratorio y TaurusWebs®2023	21
Cuadro 7 Medias en el contenido de Fibra Detergente Acida (FDA%) con el análisis de laboratorio y el software TaurusWebs®2023	22
Cuadro 8 Comparación entre la producción de leche real y la producción de leche estimada (L/día) mediante TaurusWebs®2023.....	22

Índice de Figura

Figura 1 Mapa del circuito de pastoreo rotacional “Zorrales 7” en la UAP de Ganado de Leche	12
---	----

Índice de Anexos

Anexo A Cuadro de 2 m ² para realizar muestreos de Aforo Convencional.....	29
Anexo B Colocación del Cuadro para obtener datos de aforo y consumo	30
Anexo C Muestras de un Cuadro dividido en cuatro submuestras.....	31
Anexo D Tomar el peso en fresco de cada sub cuadrante.....	32
Anexo E Corte de muestras de un Cuadro	34
Anexo F Toma de fotografías con Drone MAVIC Mini 2	35

Resumen

El crecimiento poblacional tendrá un efecto el incremento en la demanda de alimentos de origen animal, los países de clima tropical y subtropical poseen potencial de producción basada en pasturas. El objetivo de este estudio fue validar el software TaurusWebs®2023 como herramienta de gestión en la Unidad de ganado de leche de Zamorano. Se analizó la producción de biomasa y la calidad nutricional de las pasturas de Tobiatá (*Megathyrus maximus*) en comparación con su potencial de producción. Se utilizaron 19 potreros de 0.44 ha cada uno, bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo. Se efectuó un pastoreo de 1 día por potrero, 1 día de ocupación y 18 días de descanso, para un total de 19 días por ciclo. Se utilizaron 74 vacas de las razas Holstein y Pardo suizo, en su segunda o tercera lactancia, con un promedio en producción de leche de 18 a 24 kg por día. Las variables evaluadas fueron producción de biomasa, consumo de biomasa, producción de leche (kg) y el análisis bromatológico (PC%, ENL (Mcal), FDA%, FDN%). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), un Análisis de varianza (ANDEVA) con medidas repetidas en el tiempo, una prueba SNK para las diferencias mínimas mediante el programa “Statistical Analysis System” SAS® versión 9.4 ($P \leq 0.05$). Se encontraron diferencias en la oferta de biomasa promedio (0.15 y 1.55 kg/m², para el análisis bromatológico, se encontraron diferencias significativas en la PC (9.83% y 17.06%), ENL (0.77 y 1.23 Mcal), FDN (69.77% y 54.10%) y FDA (48.99% y 26.27%) para método convencional y TaurusWebs®2023, respectivamente. Para las variables de consumo de biomasa y producción de leche no se encontraron diferencias entre el software TaurusWebs®2023 y el método convencional, esto es debido a que las dietas se encontraban ajustadas de acuerdo con el requerimiento nutricional.

Palabras claves: Calidad nutricional, producción de biomasa, TaurusWebs®2023, Tobiatá.

Abstract

The objective of this study was to validate TaurusWebs®2023 software as a management tool in the dairy cattle unit by analyzing the biomass production and nutritional quality of the Tobiata (Megathyrus maximus) pastures compared to their production potential. A total area of 8.44 ha was used. This was divided into 19 paddocks of approximately 0.44 ha each, under an intensive rotational grazing system. Cows grazed at each paddock for one day. That is, 1 day of occupation and 18 days of resting period, for a total of 19 days per cycle. Seventy-four Holstein and Brown Swiss cows were used, in their second or third lactation, with an average milk yield of 18 to 24 liters per day. The variables evaluated were biomass production, fresh matter intake, milk production (kg) and bromatological analysis (CP%, NEL (Mcal), ADF%, NDF%). A completely randomized design (CRD), an analysis of variance (ANOVA) with repeated measures over time, and a SNK test for minimum differences using the Statistical Analysis System SAS® version 9.4 ($P \leq 0.05$) were used. Differences were found in the average biomass offered (0.15 and 1.55 kg/m²), likewise for the bromatological analysis, significant differences were found in CP (9.83% and 17.06%), NEL (0.77 and 1.23 Mcal), NDF (69.77% and 54.10%) and ADF (48.99% and 26.27%). For the fresh matter intake and milk production variables, no differences were found. Finally, the differences between the TaurusWebs®2023 software and the conventional method differed in a minimal range; this is because the diets were adjusted according to the cows' needs.

Key words: Biomass production, nutritional quality, TaurusWebs®2023, Tobiata

Introducción

El crecimiento poblacional para el año 2050 se incrementará a 9.7 billones de personas (Naranjo et al. 2015), lo que resultará en el incremento en la demanda de alimentos de origen animal (FAO 2022). Los países con clima tropical y subtropical poseen un alto potencial de producción de leche y carne basada en pasturas y en especial en pastos del género *Megathyrsus* (Guillen 2022). Por otra parte, los sistemas de pastoreo se caracterizan por una alta producción de leche por unidad de área, mientras que los sistemas estabulados se caracterizan en el uso de forrajes conservados y grano, así como una alta producción por animal (Mitre 2015).

También es importante mencionar que, la producción de forrajes es fundamental para la nutrición de los rumiantes, únicamente el sistema digestivo de los rumiantes es capaz de digerir los tejidos vegetales y utilizarlos para la obtención de los nutrientes necesarios para el desarrollo y mantenimiento (Rodríguez y Quiñones 2019).

Así mismo, los sistemas intensivos en pastoreo rotativo utilizan el pasto como principal fuente de forraje en la época de invierno, con eficiencias de pastoreo arriba del 50%, mientras que las operaciones de forraje mixto proporcionan un porcentaje de pasto como base forrajera, pero dependen principalmente de forraje conservado (Aquino 2022). La mayoría de las tecnologías y avances en la producción de rumiantes se enfocan en aumentar la productividad con el objetivo de obtener mayores ganancias, pero el pastoreo rotativo intensivo se enfoca en producir leche a un menor costo (Häubi y Gutiérrez 2015).

Cabe recalcar que, la producción de biomasa se ve afectada por el exceso o escasez de agua, por lo tanto en condiciones tropicales, durante los períodos de sequía la oferta de biomasa y su valor nutricional se verán afectadas, resultando en un menor aporte de nutrientes y reducción en los rendimientos (Cerdas 2011).

Por lo que, suplir la demanda nutricional de los animales requiere la estimación de materia seca del pasto (Ruiz 2010). Esto se debe a que el balance de energía está estrechamente relacionado con la capacidad de consumo de la materia seca. Por lo tanto, cuanto mayor es la tasa de consumo,

mayor es la cantidad de nutrientes para el animal (Del Pozo 2002). La cantidad de materia seca consumida está determinada por su peso vivo y varía de 1.5 a 3% del peso corporal del animal por día. Estimar el contenido de materia seca del pasto requiere reducir el contenido de humedad (Rosero-Noguera et al. 2022).

Además, el consumo de forraje en el ganado está influenciado por diversos factores que afectan sus preferencias alimentarias y necesidades nutricionales. Estos factores incluyen la especie y raza del ganado, lo cual implica que diferentes especies y razas tienen distintos requerimientos nutricionales y preferencias alimenticias (Tarazona et al. 2012). Además, la etapa fisiológica del animal desempeña un papel importante, ya que sus necesidades nutricionales varían según su estado de gestación, lactancia o crecimiento (Minson 1990). La calidad y disponibilidad del forraje también son importantes, dado que su contenido de proteína, energía, fibra y minerales, así como su disponibilidad en el pastoreo, influirán directamente en el consumo del ganado (Lanuza 2001). La composición de la dieta, incluyendo la presencia de suplementos o concentrados, también afecta el consumo de forraje (Kilgour et al. 2012). Además, las condiciones ambientales y climáticas, como la temperatura, humedad, lluvia y disponibilidad de agua influyen en el comportamiento de pastoreo y, por ende, en el consumo de forraje (Rook et al. 2004). El tamaño y disponibilidad del pastoreo son factores relevantes, ya que el tamaño del área de pastoreo y la cantidad de forraje disponible afectan la selección y el consumo de los animales (Hodgson 1990). Asimismo, el nivel de actividad física del ganado también puede influir en su requerimiento de energía y, por ende, en el consumo de forraje (Minson 1990).

Por otra parte, Navarro (2006), menciona que el contenido nutricional de pastos del género *Megathyrsus* puede oscilar en contenidos de proteína de 8 a 11%, con digestibilidad de 65% y una alta producción de biomasa durante la época de lluvias y adecuada luminosidad (Guerrero 2021). Una de sus limitantes es que requiere suelos de mediana a alta fertilidad y no tolera largos periodos de sequía (Fierro 2018). Sin embargo; los rendimientos en época lluviosa oscilan entre 28 y 33 ton/ha/año en materia seca. Puede ser utilizado en pastoreo o para la elaboración de ensilaje. Adicionalmente, la

demanda hídrica para obtener los mayores rendimientos, requieren una precipitación anual mayor a 800 mm (Martínez 2001).

Por tal razón, para determinar el contenido nutricional de los pastos se emplean metodologías de análisis bromatológicos (Guerra y Lagos 2014). Las variables de interés que mayormente se analizan en forrajes corresponden a materia seca, contenido energético, proteína cruda, fibra detergente ácida, fibra detergente neutra (Vera-Rodríguez et al. 2021).

Por lo tanto, las herramientas de análisis innovadoras, como la tecnología 4.0, son muy importantes porque nos ayudan a mejorar y hacer más eficiente todo lo que hacemos en diferentes áreas (Charriz y Madera 2022). En la agricultura y la ganadería, estas herramientas nos permiten recopilar, procesar y analizar información de forma más rápida y precisa (Murrieta 2023). Gracias a la inteligencia artificial, el internet y otras tecnologías avanzadas, podemos aprender información valiosa sobre cómo manejar mejor nuestros recursos, la alimentación de los animales y la calidad del alimento que consumen (Ramírez et al. 2015). Usar estas herramientas nos permite tomar decisiones más inteligentes y estratégicas, lo que puede aumentar la cantidad de productos que obtenemos, cuidar mejor del medio ambiente y mejorar la vida de los animales y de los agricultores (Beltrán 2023).

Por tal razón, el objetivo de este estudio fue validar el software TaurusWebs® 2023 como herramienta de gestión en el sistema productivo de la unidad de ganado de leche mediante un análisis integrado de la producción de biomasa y calidad nutricional de las pasturas respecto al potencial de producción.

Materiales y Métodos

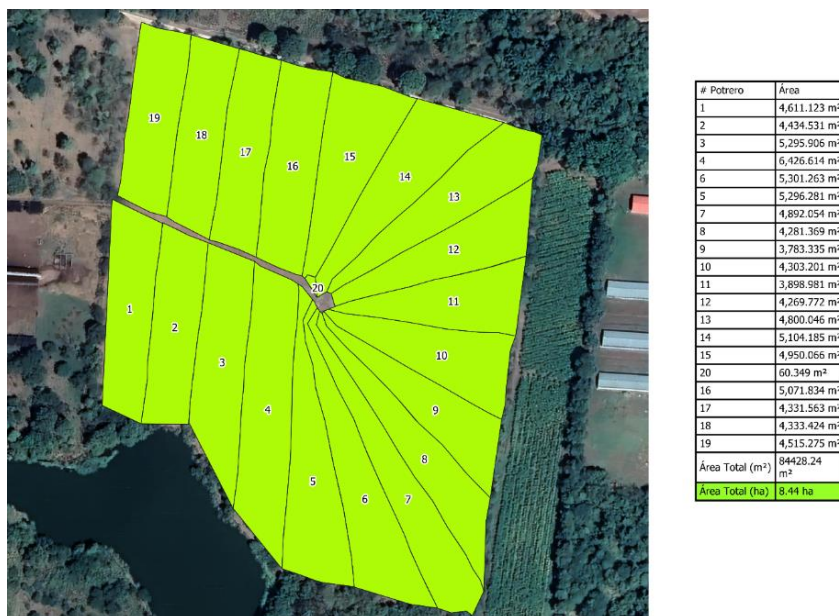
Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en la unidad de aprendizaje y producción (UAP) Ganado de leche de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Departamento de Francisco Morazán, Valle del Yegüare a 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras. Esta zona se sitúa a 800 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm y una temperatura promedio de 26 °C.

El área utilizada fue de 8.44 hectáreas (ha) dividida en 19 potreros con áreas aproximadas de 0.44 hectáreas, bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo como se muestra en la Figura 1. Se manejó la rotación de potreros en sentido de las manecillas del reloj, pastoreando un día por potrero. Es decir que los potreros o gavetas tuvieron un día de ocupación y 18 días de descanso, para un total de 19 días por ciclo.

Figura 1

Mapa del circuito de pastoreo rotacional “Zorrales 7” en la UAP de Ganado de Leche



Inclusión de Animales

Los animales utilizados en el experimento fueron 35 vacas del grupo altas y 39 vacas del grupo elite haciendo un total de 74 vacas de la raza Holstein y Pardo suizo, que estuvieran entre la segunda y tercera lactancia con promedio de producción de 18 a 24 litros de leche al día.

Variables Analizadas

Producción de Biomasa

La oferta de biomasa se estimó en la mañana antes que las vacas ingresaran a cada uno de los potreros. Utilizando la herramienta del cuadrado el cual consiste en colocar dos cuadrados con un área de 2 m² ubicados en distintas áreas del potrero, se cortó el pasto a una altura de 20 cm de la base del suelo y se tomaron cuatro submuestras por cada cuadro, considerando un área de 1 × 1 m² por muestra. Seguidamente fueron pesadas en una balanza digital de la marca Rondon Scali modelo R115.

Consumo de Biomasa

El consumo de materia seca en kilogramos por metro cuadrado (m²) para cada uno de los cuadros, se obtuvo a partir del peso de las muestras obtenidas de cada submuestra y el área de los cuadros donde se tomaron las muestras. El consumo se determinó después de que las vacas salieron del potrero. Se colocaron dos cuadros con un área de 2 m² ubicados en distintas áreas del potrero, se cortó el pasto a la altura de 20 cm del suelo obteniendo cuatro submuestras por cada cuadro, cada muestra fue pesada en una balanza digital para obtener el rechazo por m². El consumo de materia fresca se calculó restando la oferta menos el rechazo.

Producción de Leche (kg)

Se midió cada siete días a partir del primer día que entraron al potrero. Se tomó en cuenta la producción de leche AM y PM para calcular la producción de leche por día para cada vaca, durante todo el experimento se utilizaron los pesadores digitales de la máquina de ordeño de la marca alfa DeLaval.

Análisis Bromatológico del Pasto

Para el análisis se utilizaron dieciséis muestras para cada ciclo. Para la recolección de muestras se cortaron cuatro submuestras a la altura de 20 cm aproximadamente sobre el nivel del suelo. El corte del pasto se realizó utilizando un machete, las muestras se amarraron con cabuya y se les colocaron etiquetas con el respectivo nombre de la submuestra para garantizar la identificación de cada uno de los subcuadrantes.

Las muestras de pasto se picaron hasta obtener partículas finas de aproximadamente una pulgada y posteriormente se homogenizaron las cuatro submuestras obtenidas de cada cuadrante para obtener una muestra compuesta. Las muestras compuestas se colocaron en bolsas con su debida identificación, posteriormente se secaron en bolsas de papel utilizando un horno gravimétrico calibrado a temperatura de 60 °C durante un periodo de 48 horas. Una vez que la muestra estaba seca, se separó una muestra representativa de 60 g aproximadamente, estas fueron enviadas al laboratorio de la empresa Profil® ubicada en La Libertad, El Salvador. Las muestras se analizaron mediante Espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRSS, por sus siglas en ingles) para el respectivo análisis bromatológico ((PC,%), ENL (Mcal/kg), (FDN,%) y (FDA,%)).

Análisis con TaurusWebs®2023

TaurusWebs® 2023, es una tecnología que permite producir de manera masiva muestras instantáneas de la pastura y que incluyen en el análisis los contenidos de materia seca (MS, %) proteína cruda (PC, %), fibra detergente neutra (FDN, %), fibra detergente ácida (FDA, %) y energía neta de lactancia (ENL, Mcal/kg) (TaurusWebs 2021).

En cada potrero se seleccionó de forma aleatoria dos sitios donde se colocaron dos cuadrantes, cada uno con un área de 2 m². Utilizando el Drone (MAVIC Mini 2) se capturaron imágenes en cada uno de los cuadrantes a una altura de 100 m sobre el nivel del suelo, para después ser analizadas en el software TaurusWebs.

Cuando se identificaron las imágenes tomadas por cada potrero, se realizó el análisis de composición bromatológica en la sección de nutrición en el software TaurusWebs® 2023 por medio del algoritmo para análisis de imágenes (AAIRGB) y correspondientes al contenido de (PC, ENL, FDN Y FDA que pertenecían al pasto. Así mismo, se tomaron imágenes para analizar oferta, consumo y producción de leche.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con dos tratamientos sistema en convencional y el software TaurusWebs® 2023 y 19 unidades experimentales por tratamiento, cada unidad experimental corresponde a los potreros utilizados en el experimento.

Se utilizaron medidas repetidas en el tiempo (ciclo 1 y 2) correspondientes a dos ciclos de pastoreo. La información se analizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ y para detectar las diferencias mínimas significativas se utilizó la prueba SNK. El análisis de los datos se realizó por medio del programa del sistema de análisis estadístico (SAS® 9.4).

Resultados y Discusión

Oferta de Biomasa

La oferta de biomasa seca promedio evaluado en dos ciclos mostró diferencias ($P \leq 0.05$) con valores de 0.15 y 1.55 kg/m² (Cuadro 1), dichos resultados son similares a los reportados por Guerra (2016) quien menciona que se encontraron diferencias entre pastos y edades para la producción de biomasa y materia seca (MS) con una producción en pasto *Megathyrsus maximus* a 18 días con una media de 0.155 kg/m² para oferta de biomasa. Por otra parte, Carreño y García (2016) encontraron ofertas de biomasa seca promedio de 0.43 kg/m² evaluada en tres ciclos de producción siendo superiores a los encontrados en este estudio. Por lo que, Foglino y Fernández (2009) mencionan que es importante destacar que factores como el régimen de lluvias, la fertilidad del suelo, el tipo de pasturas utilizadas y la intensidad de pastoreo pueden afectar la cantidad y calidad de la biomasa disponible en cada tratamiento. Además, resalta la importancia de considerar estas variables al interpretar los resultados y al diseñar estrategias de manejo adecuadas para optimizar la producción y utilización del recurso forrajero en sistemas ganaderos.

Cuadro 1

Oferta de biomasa seca en MS (kg/m²) con estimación convencional y TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media ± EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Estimación Convencional	0.170 ± 0.0140	0.127 ± 0.0108	0.151 ± 0.0098
TaurusWebs®2023	1.555 ± 0.0748	1.555 ± 0.0653	1.555 ± 0.0493
Probabilidad	0.0001	0.0001	0.0001

Consumo de Biomasa

El consumo de biomasa seca promedio evaluado en dos ciclos no mostró diferencias ($P \leq 0.05$) con valores de 0.09 y 0.11 kg/m² (Cuadro 2), dichos resultados son inferiores a los que reporta Ruiz y Rodríguez (2004), donde obtuvieron consumos de 7.83 kg/Ms de Tobiatá en animales de la Raza Holstein con 443 kg de peso vivo, esto se debió a que en los niveles de suplementación usados no

hubo sustitución de forraje por concentrado. Por otro lado, Carreño y García (2016), reporta consumos de 0.19 kg/m² en vacas primíparas pastoreando en pasto Tobiatá.

Cuadro 2

Consumo de biomasa en MS (kg/m²) con estimación convencional y TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media ± EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Estimación Convencional	0.102 ± 0.0135	0.075 ± 0.0105	0.091 ± 0.0091
TaurusWebs®2023	0.094 ± 0.0096	0.132 ± 0.0233	0.110 ± 0.0118
Probabilidad	0.6300	0.0133	0.1904

Análisis Bromatológico

Las variables nutricionales reportadas (Cuadro 3) reportan diferencias ($P \leq 0.05$), con valores superiores para el software TaurusWebs®2023 para todas las variables evaluadas.

El contenido de proteína cruda fue superior para TaurusWebs®2023, con valores de 17.06% respecto al reporte de laboratorio con 9.83%, respectivamente. Estos resultados reportados por el laboratorio concuerdan a lo reportado por Ruiz y Rodríguez (2004), quien reporta valores de 10.8% de proteína cruda en pasto Tobiatá cosechado a los 18 días y 45 días después de la fertilización. De igual manera, Guerra (2016), reporta valores de 10.2% PC en pasto Tobiatá cosechado a los 21 días evaluando con cuatro niveles de corte (18, 21, 24, y 27).

Para la variable energía neta de lactancia TaurusWebs®2023 reporta los valores más altos de 1.23 Mcal respecto al laboratorio con 0.77 Mcal, datos similares a los encontrados por Miranda y Osorio (2012), quienes reportan valores de 0.7 a 1.1 Mcal/kg en pasto Tobiatá a los 28 días de cosecha cuando evaluaron el efecto de con y sin programa de fertilización. No obstante, para las variables del componente de pared celular FDN y FDA no mostró la misma tendencia, reportando valores altos de FDN (69.77, 54.1%) y FDA (48.99, 26.27%) para el laboratorio. Resultados de FDA y FDN por encima de los valores encontrados por Aguilar (2005), al evaluar la producción de biomasa y calidad nutricional en tres zonas climáticas de Honduras (Zamorano, Uyuca y Choluteca), sin embargo, están dentro de los rangos reportados por Miranda y Osorio (2012), en un estudio evaluando gramíneas

tropicales y su potencial en la producción de leche. Por otro lado, Guerra (2016) encontró valores superiores (1.02 Mcal) a los 18 días de cosecha, al evaluar 4 edades de corte (18, 21, 24 y 27) en pasto Tobiata fertilizado. Resultados que tienen concordancia con lo que menciona Hutjens (2003), que a medida que aumenta la FAD declina el contenido de ENL, así mismo, Sánchez (2007) menciona que estos resultados se dan por efecto de la producción de celulosa y hemicelulosa de la pared celular junto con los carbohidratos no fibrosos y a menor edad de corte los componentes son más disponibles, con mayor aporte de energía, ocurriendo lo contrario cuando aumenta la edad de corte, los pastos reducen su metabolismo y los carbohidratos solubles se convierten en componentes estructurales de la pared celular incrementando la lignina y por consiguiente disminuye el aporte de energía.

Así mismo, Oliveira et al. (1998), hace referencia que en pasto Tobiata, en cortes realizados a 35 días se reportaron 70% FDN, 40% FAD, 57.7% MSD y 77%. Sin embargo, Alarcon (2007), a 34 días encontró mejor calidad de forraje con 61% FND, 35% FAD, 61.64% MSD y 94% VRF realizando fertilización nitrogenada. Estas diferencias se presentan debido a las condiciones ambientales y fertilidad del suelo que pueden generar variaciones en el contenido nutricional y digestibilidad.

Cuadro 3

Contenido de proteína cruda (PC,%), energía neta de lactancia (Mcal/kg), fibra detergente neutra (FDN,%) y fibra detergente acida (FDA,%)

Tratamiento	Media $\pm$ EE			
	PC	ENL	FDN	FDA
Análisis de Laboratorio	9.83 $\pm$ 0.3988	0.77 $\pm$ 0.0351	69.77 $\pm$ 0.8999	48.99 $\pm$ 1.3342
TaurusWebs®2023	17.06 $\pm$ 0.7073	1.23 $\pm$ 0.0205	54.1 $\pm$ 0.772	26.27 $\pm$ 1.05
Probabilidad	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Comparación entre Ciclos

Proteína Cruda (PC,%)

Los resultados indican que se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre ambos tratamientos (Cuadro 4). Reportando altos valores para proteína cruda en los análisis con TaurusWebs®2023 en el ciclo I y II (16.73 y 17.39%) respecto a los encontrados en el análisis por NIRSS (9.82 y 9.83%) para

ambos ciclos. Estos resultados son semejantes con los obtenidos por Estrada (2004), donde reporta 8.36% de proteína cruda en el pasto Tobiatá en El Zamorano. Por otra parte, los resultados difieren con lo mencionado por Carreño y García (2016), donde indica valores de 9.89% con el software y 8.89% con el análisis de laboratorio. Así también, Marcucci (1999), reportó mayor contenido de proteína con 13% a los 18 días.

Según Aguilar (2005), el contenido de proteína cruda encontrados en los análisis de laboratorios es insuficientes para satisfacer adecuadamente las necesidades del vacuno que oscilan entre 12 y 18%, por lo tanto, los resultados obtenidos con TaurusWebs® cumplen con las necesidades las cuales reportan una media de 17.06% de PC.

Cuadro 4

Medias en el contenido de proteína cruda (PC,%) con el análisis de laboratorio y Taurus®2023

Tratamiento	Media $\pm$ EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Análisis de Laboratorio	9.82 $\pm$ 0.4887	9.83 $\pm$ 0.6655	9.83 $\pm$ 0.3988
TaurusWebs®2023	16.73 $\pm$ 1.0861	17.39 $\pm$ 0.9663	17.06 $\pm$ 0.7073
P	0.0001	0.0001	0.0001

Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)

Los resultados indican que se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$) entre ambos tratamientos y entre ciclos (Cuadro 5). Reportando mayor contenido de ENL en los análisis realizados mediante el programa TaurusWebs®2023 (1.21, 1.24 Mcal) en comparación con los resultados obtenidos con el análisis con NIRSS (0.77, 0.77 Mcal). Resultados que son similares a los reportados por Núñez y Suazo (2021), donde realizaron una comparación entre los análisis de laboratorio NIRSS y el programa TaurusWebs®2023 para el pasto Tobiatá, indicando que hubo diferencias entre ambos métodos, encontrando mayor contenido de ENL en los análisis realizados mediante TaurusWebs®2023 (1.02 Mcal) en comparación a lo obtenido por el laboratorio (0.79 Mcal). Estos resultados pueden ser debido a que el análisis de laboratorio NIRSS y el programa TaurusWebs®2023 utilizan diferentes técnicas y

algoritmos para medir el contenido de ENL en las muestras de pasto, por lo tanto, estas técnicas pueden tener diferentes sensibilidades y precisiones, lo que lleva a variaciones en los resultados.

Cuadro 5

Medias en el contenido de Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg) con el análisis de laboratorio y TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media $\pm$ EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Análisis de Laboratorio	0.77 ± 0.0387	0.77 ± 0.0617	0.77 ± 0.0351
TaurusWebs®2023	1.21 ± 0.0301	1.24 ± 0.029	1.23 ± 0.0205
Probabilidad	0.0001	0.0001	0.0001

Fibra Detergente Neutra (FDN,%)

Los resultados (Cuadro 6) indican que se encontraron diferencias entre ambos tratamientos. Encontrando un mayor contenido de FDN en los análisis realizados mediante el aforo convencional con una media de 70.82 para el ciclo 1 y una media de 68.73 para el ciclo 2. Mientras que con el software se obtuvo una media de 54.69 para el ciclo 1 y una media de 53.52 para el ciclo 2. Esto quiere decir que para evaluar el contenido de FDN, el aforo convencional es más eficiente. Estos resultados tienen relación con los reportados en el estudio de Guerra (2016), donde menciona que tuvo un mayor porcentaje mejorado de FDN (61%) en pasto Tobiatá, en comparación a los demás pastos evaluados.

A medida que las plantas maduran y producen engrosamiento, lignificación de las paredes y reducción del contenido celular, disminuye la concentración de proteína, energía, calcio, fósforo y materia seca digestible en la planta, mientras la concentración de FDN aumenta. Al aumentar la FDN, aumenta el contenido de lignina, lo cual ocasiona que los carbohidratos estén menos disponibles para los microorganismos del rumen Ramirez (2008).

Por otra parte, Luna (2021), indica que a partir de la semana cuatro se presentó un porcentaje de 65.23%, en cuanto a la semana cinco fue de 73.05%, mientras que para la semana seis fue de 73.25%, en este momento el pasto estrella tiende a aumentar el contenido de carbohidratos

estructurales. Estos valores altos se encuentran correlacionado de forma negativa con el consumo de alimento.

Cuadro 6

Medias en el contenido de Fibra Detergente Neutra (FDN,%) con el análisis de laboratorio y TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media $\pm$ EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Análisis de Laboratorio	70.82 $\pm$ 0.9787	68.73 $\pm$ 1.4833	69.77 $\pm$ 0.8999
TaurusWebs®2023	54.69 $\pm$ 1.1266	53.52 $\pm$ 1.0899	54.1 $\pm$ 0.772
Probabilidad	0.0001	0.0001	0.0001

Fibra Detergente Acida (FDA,%)

Los resultados (Cuadro 7) indican que se encontraron diferencias entre ambos tratamientos. Encontrando un mayor contenido de FDA en los análisis realizados mediante el aforo convencional con una media de 49.30 en el ciclo 1 y una media de 48.68 en el ciclo 2. Esto quiere decir que las medias son estadísticamente iguales en ambos tratamientos durante los dos ciclos, pero comparándolos, el aforo convencional resultó ser más eficiente. Estos resultados tienen relación con los reportados en el estudio de Guerra (2016), donde menciona que al igual que FDN, tuvo un mayor porcentaje mejorado de FDA (40%) en pasto Tobiatá, en comparación a los demás pastos evaluados.

Munguía y Pantaleón (2016), encontraron diferencias entre ambos pastos al igual que con los tratamientos de melaza y maíz molido, lo cual contrasta con mis resultados, ya que indica que en ambos pastos y todos los tratamientos se encuentran dentro de un porcentaje de excelente ensilaje que según Solano (2016), debe de ser <31%. Así mismo, Luna (2021), menciona que para el porcentaje de fibra detergente acida se evaluó en la semana cuatro observando un porcentaje de 31.03%, mientras que para la semana cinco fue de 42.26% y para la semana seis fue de 41.17%, en estas últimas semanas aumenta la cantidad de celulosa y lignina, ya que a medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye; por lo tanto, este valor se correlaciona negativamente con la digestibilidad total del insumo evaluado.

Cuadro 7

Medias en el contenido de Fibra Detergente Acida (FDA%) con el análisis de laboratorio y el software TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media ± EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Análisis de Laboratorio	49.3 ± 1.687	48.68 ± 2.1807	48.99 ± 1.3342
TaurusWebs®2023	27.11 ± 1.5356	25.43 ± 1.4718	26.27 ± 1.05
Probabilidad	0.0001	0.0001	0.0001

Producción de Leche (L/día)

La producción de leche entre tratamientos y entre ciclos no mostró diferencias ($P > 0.05$) con producciones de 18.86 y 19.47 L/vaca/día (Cuadro 8). Resultados que son superiores a los reportados por Carreño y García (2016), con valores de 15.4 L/vaca día en vacas multíparas y 16.9 para vacas primíparas en tres ciclos de pastoreo en pasto Tobiatá y consumos de 0.73 kg/m² de materia seca por día. Los resultados presentados muestran similitud con los obtenidos por (Lalema y Ruz 1987), quienes tampoco encontraron diferencias en la producción de leche con valores de 20.06 y 20.96 L/vaca/día, respectivamente. Esta similitud puede atribuirse a las disparidades en la disponibilidad de pasto entre los tratamientos, las cuales se generaron debido a las distintas épocas de explotación en cada caso.

Mitre (2015), no encontró diferencias para producción de leche y menciona que se logró mantener la media producción de leche (ECM) estable a 17.49 ± 0.54 kg ECM/vaca, esto indica que la suplementación de ensilaje ayudó a evitar fluctuaciones en la producción de leche y garantizó que las vacas recibieran los nutrientes necesarios para mantener su rendimiento lácteo a un nivel constante.

Cuadro 8

Comparación entre la producción de leche real y la producción de leche estimada (L/día) mediante TaurusWebs®2023

Tratamiento	Media ± EE		
	Ciclo I	Ciclo II	Acumulado
Producción Real	18.79 ± 0.226	18.94 ± 0.341	18.86 ± 0.1863
TaurusWebs®2023	19.52 ± 0.5256	19.42 ± 0.562	19.47 ± 0.3449
Probabilidad	0.2704	0.4587	0.2704

Conclusiones

El software TaurusWebs®2023 y el método convencional mostraron diferencias para la producción de biomasa y la calidad nutricional, por lo que no se puede validar como herramienta para la gestión del sistema productivo del hato lechero de Zamorano.

El consumo de biomasa y producción de leche no mostraron diferencias entre los tratamientos esto se debe a la relación directa que existen en las mismas.

Recomendaciones

Replicar el estudio en las diferentes épocas del año a inicio de invierno desde junio a septiembre y comparar los resultados con este estudio.

Se recomienda utilizar un drone como sensor remoto a una altura de 20 metros para capturar las imágenes de las mismas parcelas antes y después de ser cortadas manualmente para encontrar el grado de error al momento de analizar las fotografías en el software.

Realizar futuras investigaciones en pastoreo con la proyección de TaurusWebs®2023 para la carga animal, consumo de biomasa y producción de leche.

Referencias

- Aguilar M. 2005. Evaluación de la producción y el valor nutricional de los pastos *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I y *panicum maximum* cv. Tobiata en tres Zonas climáticas de Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 22 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ed0a1e4a-2a8b-403a-a151-ef4b99df19bf/content>.
- Alarcon J. 2007. Produtividade e composição bromatológica do capim-Tobiatã em função da adubação NPK [Tesis]. Brazil: Universidad Estatal Paulista. 56 f. por. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/98854>.
- Aquino J. 2022. Ganancia De Peso En Bovinos De Raza Nelore, Brahman Y Gyr En Un Sistema De Confinamiento Familiar En El Municipio De Capinota [Tesis de Posgrado]. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. <http://ddigital.umss.edu.bo/jspui/handle/123456789/28332>.
- Beltrán G. 2023. Antecedentes, uso y aplicación de drones en Colombia como herramienta estratégica de análisis en la agricultura de precisión [Tesis de Investigación]. Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. spa. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/5386>.
- Carreño B, García Y. 2016. Productividad de *Panicum maximum* Variedad Tobiatá en Zamorano, Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Cerdas R. 2011. Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. InterSedes. XII(24):109–128. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622581007.pdf>.
- Charriz J, Madera B. 2022. Analisis De Las Microempresas Y Sus Efectos En El Area Contable Por La Industria 4.0 [Tesis de Grado]. Colombia: Universidad Antonio Nariño. spa. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7528>.
- Del Pozo P. 2002. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. Pastos. 32(2):109–137. es. <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1314>.
- Estrada J. 2004. Efecto de la temperatura sobre la producción y el contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente de *panicum maximum* cv. Tobiata, *Digitaria eriantha* cv. Transvala y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 21 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f33ac0d0-6436-4ddb-9f3d-d47e2ecb7722/content>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. editor. 2022. Agricultura Familiar. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.fao.org/3/cb8227es/cb8227es.pdf>.
- Fierro J. 2018. Evaluación de la producción y valor nutricional del pasto Mombaza (*Panicum maximum* c.v) en diferentes edades y alturas de corte en la zona de Babahoyo [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. spa. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5177>.
- Fogolino F, Fernández J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, T. Blanco, lotus corniculatus y agropiro [Tesis de Pregrado]. Uruguay: Universidad De La República. [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20661/1/tts_fogolino% c3% b3pezfelipe.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20661/1/tts_fogolino%c3%b3pezfelipe.pdf).
- Guerra C. 2016. Efecto de la edad de corte en la productividad de los pastos Mulato II (*Brachiaria* híbrido cv. CIAT 36057), Cayman (*Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR 02/1752) y Tobiatá (*Panicum*

- máximum) en Zamorano, Honduras [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 25 p; [consultado el 21 de jul. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/390956d9-9a7d-49ab-97dd-7f3f61f94086/content>.
- Guerra N, Lagos J. 2014. Análisis de la composición bromatológica de pastos y formulación de dietas para la producción de leche en el trópico [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 44 p; [consultado el 3 de feb. de 2023].
- Guerrero C. 2021. Evaluación de la frecuencia de corte del pasto saboya (*Panicum máximum*) cv. Tanzania en la parroquia La Belleza, cantón Francisco de Orellana [Tesis]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. spa. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16276>.
- Guillen D. 2022. Productividad de las principales especies gramíneas forrajeras mejoradas del trópico ecuatoriano en condiciones de secano [Tesis]. Ecuador: Universidad técnica de babahoyo. es. <http://190.15.129.146/handle/49000/11346>.
- Häubi C, Gutiérrez J. 2015. Evaluación de unidades familiares de producción lechera en Aguascalientes: estrategias para incrementar su producción y rentabilidad. Avances en Investigación Agropecuaria. 19(2):7–34. es. <https://www.redalyc.org/journal/837/83742619002/html/>.
- Hutjens M. 2003. Guía de alimentación: Segundo Edicion. 2a ed. Atkinson Wi.: Hoards Dairyman. 84 p. ISBN: 9780932147417. es.
- Lalema L, Ruz F. 1987. Evaluación comparativa de pastos para la producción de leche. I. Buffel Formidable, Guinea Común de Australia y Guinea Likoni. Pastos y Forrajes; [consultado el 7 de ago. de 2023]. 10(2):169-175. es. <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1409>.
- Luna A. 2021. Determinación De La Edad Óptima De Pastoreo Para La Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) En El Sistema Lechero De La Granja Experimental Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña [Tesis]. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santande; [consultado el 22 de jul. de 2023]. <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/4369/1630463.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Marcucci J. 1999. Variaciones estacionales en la producción y composición del pasto Guinea (*Panicum máximum*) cv. Tobiata en El Zamorano [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 29 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b8823479-1fe9-4f71-8712-f8ad2910ff99/content>.
- Martínez A. 2001. Comparación de los cultivares Tobiata y Tanzania del pasto Guinea (*Panicum máximum*) [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1458>.
- Minson DJ. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press. xv, 483 (Animal feeding and nutrition). ISBN: 0-12-498310-3.
- Miranda J, Osorio J. 2012. Análisis de gramíneas tropicales y simulación de producción potencial de leche [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Mitre D. 2015. Implementación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo con suplementación de precisión para la producción de leche con vacas Jersey [Proyecto Especial de Graduación].

- Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4604>.
- Munguía R, Pantaleón J. 2016. Evaluación de calidad de ensilajes de pasto Estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y pasto Guinea (*Panicum maximum*) con adición de harina de maíz, melaza y Biostabil® como inóculo [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5860>.
- Murrieta K. 2023. Inteligencia artificial en el agro para mejorar la productividad sustentable agropecuaria del Ecuador [Tesis de Grado]. [sin lugar]: BABAHOYO. es. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13865>.
- Naranjo Y, Figueroa M, Cañizares R. 2015. Envejecimiento poblacional en Cuba. Gaceta Médica Espirituana. 17(3). <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?idarticulo=62491>.
- Navarro H. 2006. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. 0717-4829. (148). es. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32050>.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th. Washington, D.C.: National Academies Press. ISBN: 978-0-309-06997-7.
- Núñez J, Suazo S. 2021. Calibración y validación del algoritmo del programa TaurusWebs para análisis bromatológico en pasturas [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano. 26 p; [consultado el 9 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/960f12e0-aa92-4cb9-90a0-695e4dae301d/content>.
- Oliveira A, Cecato U, Távora R, Fontes L, Damasceno J. 1998. Avaliação da composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. Brasileira de Zootecnia. 27(5):1057–1063. <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/2155.pdf>.
- Ramírez I, Ruilova B, Garzón J. 2015. Innovación tecnológica en el sector agropecuario [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica de Machala. https://www.researchgate.net/profile/ivan-ramirez-morales/publication/308938342_innovacion_tecnologica_en_el_sector_agropecuario.
- Rámirez G. 2008. Los Pastos en la Nutrición de Rumiantes. Redalyc. 11(002):198.
- Rodríguez N, Quiñones Y. 2019. Evaluación de la Digestibilidad in Vitro de la Harina de Chontaduro (*Bactris Gasipaes*) como Suplemento Alimenticio en Rumiantes para el Fortalecimiento Investigativo en el Componente Nutricional del Curso de Pastos y Forrajes y Procesos Alimenticios de los Animales Doméstico [Tesis]. Colombia: Universidad de los Llanos. spa. <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1513>.
- Rosero-Noguera R, Bedoya-Mazo S, Posada-Ochoa S. 2022. Predicción del consumo de materia seca de forraje en vacas lecheras mediante el uso de acelerómetros. Inf. tecnol. 33(4):63–72. en. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642022000400063>. doi:10.4067/s0718-07642022000400063.
- Ruiz M. 2010. Valoración nutricional de la producción de forraje verde hidropónico en invernadero como alternativa sostenible de la alimentación para ganado [Tesis]. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. spa. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/570658>.
- Ruiz M, Rodriguez L. 2004. Consumo de materia seca de pasto guinea (*Panicum maximun* cv Tobiata) suplementado con maíz y soya en vaquillas de cuatro a ocho mese de preñez [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamerica Zamorano. 27 p; [consultado el 22 de jul.

de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/32aee06e-7ab5-4780-a7bd-fceda965edb9/content>.

Sánchez J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero. 1–24. http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/conferencias/articulo-2.pdf.

Solano A. 2016. Conservación de forrajes de calidad. [sin lugar]: [sin editorial].

TaurusWebs. 2021. Software para la ganadería.: Análisis de Imágenes-Drones y Algoritmos. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado 01/24/2023 18:33:35; consultado el 5 de may. de 2023]. <https://tauruswebswp.com/>.

Vera-Rodríguez J, Jiménez-Murillo W, Naula-Mejía M, Villa-Cárdenas U, Zaruma-Quito F, Montecé-Maridueña G, Cabrera-Carreño W, Zambrano-Valencia F, Astudillo-Ludizaca C. 2021. Residuos de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.) como alternativa alimenticia para rumiantes. *Rev Colombiana Cienc Anim. RECIA*. 13(2):e839-e839. es. <https://recia.edu.co/index.php/recia/article/view/839>. doi:10.24188/recia.v13.n2.2021.839.

Anexos**Anexo A**

Cuadro de 2 m² para realizar muestreos de Aforo Convencional



Anexo B

Colocación del Cuadro para obtener datos de aforo y consumo



Anexo C

Muestras de un Cuadro dividido en cuatro submuestras



Anexo D

Tomar el peso en fresco de cada sub cuadrante



Pos pastoreo											
Fecha	Parcela No. 7										
05/10/12	C1	Peso fresco	peso bolsa	peso neto	peso seco		C2	Peso fresco	peso bolsa	peso neto	peso seco
	1	528g	1200g				1	570g	1200g		
	2	502g	1200g				2	504g	1200g		
	3	770g	1200g				3	968g	1200g		
	4	424g	1200g				4	1030g	1200g		

Anexo E*Corte de muestras de un Cuadro*

Anexo F*Toma de fotografías con Drone MAVIC Mini 2*