



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO *AXONOPUS*
SCOPARIUS EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTORES:

MANUEL RODRIGO ZHININ GOMEZ

RAÚL SEBASTIAN GUZMÁN ZHUÑO

Macas – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

**“DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO *AXONOPUS*
SCOPARIUS EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTORES: MANUEL RODRIGO ZHININ GOMEZ

RAÚL SEBASTIAN GUZMÁN ZHUÑO

DIRECTOR: ING. MANUEL PATRICIO PAREDES OROZCO Mgs

Macas – Ecuador

2024

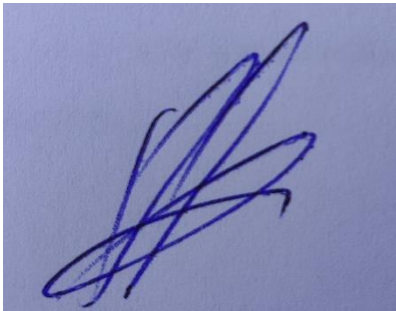
© 2024, Manuel Rodrigo Zhinin Gomez & Raúl Sebastián Guzmán Zhuño

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de los Autores.

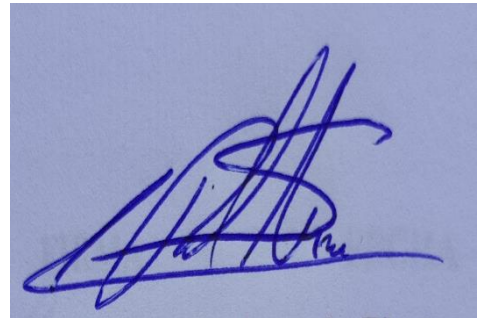
Nosotros, Manuel Rodrigo Zhinin Gomez y Raúl Sebastián Guzmán Zhuño, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 3 de junio del 2024



Manuel Rodrigo Zhinin Gomez
CI: 1400762330



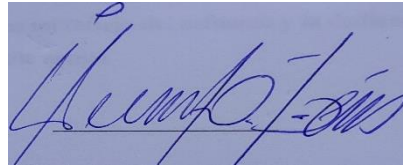
Raúl Sebastián Guzmán Zhuño
CI: 1401252042

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA ZOOTÉCNIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, “**DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO AXONOPUS SCOPARIUS EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**”, realizado por los señores: **MANUEL RODRIGO ZHININ GOMEZ y RAÚL SEBASTIÁN GUZMÁN ZHUÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

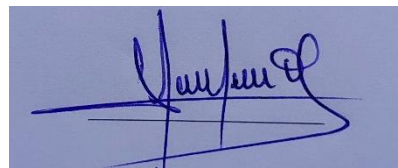
FECHA



Ing. Alex Estuardo Erazo Lara

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

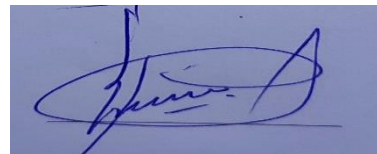
2024-06-03



Ing. Manuel Patricio Paredes Orozco Mgs.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

2024-06-03



Ing. Luis Arias Alemán Mgs.

**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

2024-06-03

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón la tesis a mi querida madre Mirian Zhuño pues sin ella no lo habría logrado, gracias por instruirme por el camino del bien, apoyándome, aconsejándome e implantando valores en mi para llegar a ser un profesional de bien, a mi abuelita Beatriz Fajardo por apoyarme y acogerme en su hogar logrando así culminar mis estudios. A mi Tío Oscar Zhuño por el apoyo que me brindo desde Estados Unidos para poder culminar mi tesis.

Raúl

A mi madre y padre, quienes me brindaron su amor incondicional y apoyo constante a lo largo de mi vida. A mis hermanos, por su compañerismo y por estar siempre presentes en los momentos difíciles. A mi hija, por ser la fuente de mi inspiración y la razón de mi esfuerzo. A mis conocidos, por su amistad y palabras de aliento. Esta tesis es un reflejo del esfuerzo y la dedicación de todos ustedes. Agradezco de todo corazón su invaluable apoyo.

Manuel

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias primeramente a Dios por darme la sabiduría y las fuerzas necesarias para culminar mis estudios, a mi familia en especial al señor Jorge Cárdenas que me apoyo en el transporte necesario para el trabajo de titulación, Al Ingeniero Alex Erazo por sus sabios consejos y su apoyo para poder lograr la culminación de mi tesis y al Maestro Luis Ramírez por ayudarme con los trabajos de campo.

Raúl

A la Virgen Purísima de Macas por su guía y protección durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. A mi madre, Carmen Gómez, por su apoyo incondicional y por ser mi pilar fundamental en los momentos difíciles. Al Ing. Luis Arias y al Ing. Patricio Paredes, por compartir sus conocimientos y brindarme su invaluable apoyo. A la ESPOCH, por brindarnos las instalaciones y los recursos necesarios para realizar el trabajo de laboratorio.

Manuel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones	4
<i>1.2.1. Limitaciones</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2. Delimitaciones</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2.1. Temporal.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2.2. Espacial</i>	<i>4</i>
1.3. Objetivos	4
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>5</i>
1.4. Justificación	5
<i>1.4.1. Justificación teórica</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Justificación metodológica</i>	<i>5</i>
<i>1.4.3. Justificación práctica</i>	<i>5</i>
1.5. Hipótesis.....	6
<i>1.5.1. Hipótesis alternativa.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2. Hipótesis nula.....</i>	<i>6</i>

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes investigativos	7
2.2. Generalidades del Pasto Gramalote (<i>Axonopus scoparius</i>)	7
2.3. Taxonomía	8

2.3.1.	<i>Descripción Botánica del pasto Axonopus scoparius</i>	9
2.3.2.	<i>Adaptación del Axonopus scoparius</i>	9
2.4.	Valor nutritivo	10
2.5.	Calidad nutricional del Axonopus scoparius	10
2.5.1.	<i>Lignina y la digestión de la fibra</i>	10
2.6.	Manejo de praderas	11
2.7.	Altura de la planta	11
2.8.	Madurez de la planta	12
2.9.	Digestibilidad	13
2.10.	Tipos de digestibilidad	14
2.11.	Técnicas de digestibilidad	14
2.11.1.	<i>Digestibilidad in vivo</i>	15
2.11.2.	<i>Digestibilidad in vitro</i>	15
2.11.3.	<i>Técnica Daisy Ankom II</i>	16
2.12.	Digestibilidad in situ	16
2.13.	Pisos altitudinales	16
2.13.1.	<i>Altitud sobre el nivel del mar</i>	16
2.13.2.	<i>Clima</i>	17
2.13.2.1.	<i>Elementos principales del clima</i>	17
2.13.2.2.	<i>Temperatura</i>	17
2.13.2.3.	<i>Lluvia</i>	18
2.13.2.4.	<i>Radiación solar y heliofanía</i>	18
2.13.2.5.	<i>Principales climas del Ecuador</i>	18

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Localización y duración del experimento	20
3.2.	Materiales, equipos y reactivos	21
3.2.1.	<i>Equipos</i>	21
3.2.2.	<i>Materiales</i>	21
3.2.3.	<i>Reactivos</i>	22
3.3.	Tratamiento y Diseño Experimental	22
3.4.	Técnicas	24
3.4.1.	<i>Determinación de la humedad inicial</i>	24
3.4.1.1.	<i>Principio</i>	24

3.4.1.2.	<i>Procedimiento</i>	24
3.4.1.3.	<i>Calculo</i>	24
3.4.2.	<i>Determinación de la humedad higroscópica</i>	25
3.4.3.	<i>Elaboración de la saliva artificial</i>	25
3.4.3.1.	<i>Principio</i>	25
3.4.3.2.	<i>Procedimiento</i>	26
3.4.3.3.	<i>Elaboración</i>	26
3.4.4.	<i>Elaboración de la solución de ácido clorhídrico (HCl)</i>	26
3.4.4.1.	<i>Principio</i>	26
3.4.4.2.	<i>Procedimiento</i>	27
3.4.5.	<i>Elaboración de la solución pepsina</i>	28
3.4.5.1.	<i>Principio</i>	28
3.4.5.2.	<i>Procedimiento</i>	28
3.4.6.	<i>Determinación de la digestibilidad In Vitro (digestor Daysi II)</i>	28
3.4.6.1.	<i>Principio</i>	28
3.4.6.2.	<i>Procedimiento</i>	29

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1.	Digestibilidad a las 24 horas	31
4.2.	Análisis de funcionalidad de la digestibilidad	32

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1.	Conclusiones	34
5.2.	Recomendaciones	34

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Taxonomía.....	8
Tabla 2-2: Consideraciones del <i>Axonopus scoparius</i>	8
Tabla 2-3: Exigencias de <i>Axonopus scoparius</i>	9
Tabla 2-4: Programa de ganadería bovina y pastos	11
Tabla 2-5: Temperatura promedio a diferentes altitudes	17
Tabla 2-6: Clasificación de los sub-climas de acuerdo con la precipitación	18
Tabla 3-1: Esquema del Experimento	23
Tabla 3-2: Esquema del ADEVA.....	23
Tabla 3-3: La composición de las soluciones es la siguiente (Daisy II - Incubator Ankom Techonology).....	29
Tabla 4-1: Digestibilidad del <i>Axonopus scoparius</i> en función de la procedencia.....	31
Tabla 4-2: Digestibilidad del <i>Axonopus scoparius</i> en de los tiempos que se somete a la digestibilidad.	31
Tabla 4-3: Comportamiento de la digestibilidad en función de la altura del sitio sobre el nivel del mar m.s.n.m.	32
Tabla 4-4: Comportamiento de la digestibilidad en función de la altura de la planta (cm)	32
Tabla 4-5: Comportamiento de la digestibilidad en función de la madurez fisiológica (edad de la planta)	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1: Ubicación de área de investigación de campo	20
Ilustración 4-1: Digestibilidad del pasto <i>Axonopus scoparius</i> a las 72 horas	33

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RECOLECCIÓN DEL PASTO *Axonopus scoparius*
- ANEXO B:** AFORO DEL PASTO
- ANEXO C:** CORTE Y PESADO DEL PASTO
- ANEXO D:** PICADO DEL PASTO
- ANEXO E:** ENFUNDADO Y SELLADO DEL PASTO
- ANEXO F:** CONGELACIÓN DE LAS FUNDAS SELLADAS
- ANEXO G:** PESADO DE LA MATERIA VERDE PARA LABORATORIO
- ANEXO H:** TARAR LOS CRISOLES Y FUNDAS
- ANEXO I:** COLOCAR 60 GR MATERIA VERDE EN LAS FUNDAS
- ANEXO J:** INGRESO DE LA M.V CON LA FUNDA DE PAPEL EN LA ESTUFA
- ANEXO K:** OBTENCIÓN DE MATERIA SECA
- ANEXO L:** MOLER LA MATERIA SECA
- ANEXO M:** ENFUNDAR LA MATERIA SECA
- ANEXO N:** REPARACIÓN DE LA SALIVA ARTIFICIAL
- ANEXO Ñ:** COLOCAR LA MATERIA SECA MOLIDA EN LAS FUNDAS DE CELULASA
- ANEXO O:** REALIZACIÓN DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO
- ANEXO P:** PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PEPSINA
- ANEXO Q:** OBTENCIÓN DEL LICOR RUMINAL EN CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA
- ANEXO R:** COLOCAR EL LICOR RUMINAL PURGADO CON CO₂ Y LOS DEMÁS COMPONENTES PARA DIGESTIBILIDAD
- ANEXO S:** COLOCAR LOS COMPARTIMENTOS CON SUS RESPECTIVAS MUESTRAS EN EL EQUIPO DAYSI (24-48-72)
- ANEXO T:** RETIRAR LAS MUESTRAS DEL EQUIPO PARA LAVARLOS Y ENJUAGARLOS CON AGUA DESTILADA
- ANEXO U:** INGRESAR LAS MUESTRAS ENJUAGADAS EN LA ESTUFA
- ANEXO V:** SACAR LAS MUESTRAS Y PESAR
- ANEXO W:** OFICIO DE AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE LABORATORIOS
- ANEXO X:** CERTIFICADO DE AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO A LAS FINCAS
- ANEXO Y:** ACTA DE INGRESO AL CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA
- ANEXO Z:** CERTIFICADO DE CONSTANCIA DEL USO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL.

ANEXO AA: ACTA DE CONSTANCIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

ANEXO AB: TABLA DE RESULTADOS DE DIGESTIBILIDAD IN VITRO

ANEXO AC: PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD

ANEXO AD: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DEL SITIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR M.S.N.M.

ANEXO AE: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA (CM)

ANEXO AF: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA (EDAD DE LA PLANTA)

RESUMEN

En la provincia de Morona Santiago la mayoría de las praderas se maneja de una forma agrosilvopastoril destinada para la producción bovina, por ende, dicha provincia carece de información técnica y actualizada, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar la digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* en diferentes pisos altitudinales. Se comparo tres tipos de ensayos de digestibilidad “in vitro” mediante la utilización de muestras de 8 procedencias de la provincia Morona Santiago las mismas que se analizaron con diferentes soluciones como el licor ruminal bovino, enzimas digestivas, ácido clorhídrico y saliva artificial, para determinar el óptimo tratamiento que se asemeje al ensayo in vivo, elaborando muestras de materia seca T1 (tiempo de digestibilidad 24 horas) T2 (tiempo de digestibilidad 48 horas) T3 (tiempo de digestibilidad 72 horas) la investigación se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se utilizaron 72 muestras de materia seca, las cuales se codificaron dependiendo el cantón y el piso altitudinal de la misma manera se distribuyeron dichas muestras en tres compartimentos del equipo Daysi dependiendo del tiempo de digestibilidad. El estudio se realizó con tres repeticiones cada uno, determinándose un experimento factorial que corresponde al modelo lineal aditivo. Se determina que el mejor tiempo de digestibilidad in vitro por el método de Licor Ruminal y Pepsina es de 72 horas ya que en ese lapso existe correlación, así como la influencia que tiene el estado fisiológico del pasto con la digestibilidad que existe en los forrajes, por lo cual se deduce que la digestibilidad del pasto esta dada por la altura cuando se realiza el análisis a las 72 horas en donde que por cada cm de altura la digestibilidad reduce en 0,0852%.

Palabras clave: <DIGESTIBILIDAD IN VITRO>, <PEPSINA DEL ESTOMAGO>, <ÁCIDO CLORHÍDRICO>, <RUMIANTES BOVINOS>, <PASTO GRAMALOTE (*Axonopus scoparius*) >.

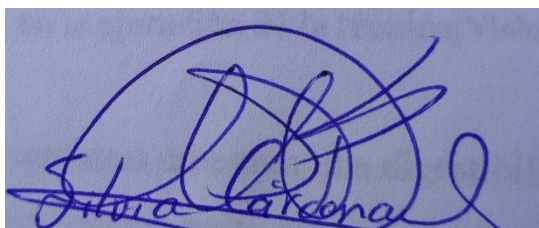
1022-DBRA-UPT-2024



SUMMARY

In Morona Santiago province, most of the pastures are managed in an *agrosilvopastoral* way for cattle production; therefore, this province lacks technical and updated information. So, the aim of this research was to determine the in vitro digestibility of *Axonopus scoparius* grass in different altitudinal levels. Three types of in vitro digestibility tests were compared using samples from 8 origins in the province of Morona Santiago, which were analyzed with different solutions such as bovine rumen liquor, digestive enzymes, hydrochloric acid and artificial saliva, to determine the optimal treatment that resembles the in vivo test, elaborating dry matter samples T1 (digestibility time 24 hours) T2 (digestibility time 48 hours) T3 (digestibility time 72 hours) the research was carried out in the Laboratory of Bromatology and Animal Nutrition of the *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Seventy-two samples of dry matter were used, which were coded depending on the canton and altitudinal level, and the samples were distributed in three compartments of the Daysi equipment depending on the digestibility time. The study was carried out with three replicates each, determining a factorial experiment that corresponds to the additive linear model. It is determined that the best in vitro digestibility time by the Ruminant Liquor and Pepsin method is 72 hours since there is a correlation in that period, as well as, the influence of the physiological state of the pasture with the digestibility of the forages, so it is deduced that the digestibility of the pasture is given by the height when the analysis is done at 72 hours, where for each cm of height the digestibility reduces by 0.0852%.

Key words: <IN VITRO DIGESTIBILITY>, <STOMACHEAL PEPSIN>, <CHLORHYDRIIC ACID>, <COWDRIAN RUMIANT>, <GRAMALOTE GRASS (*Axonopus scoparius*) >.



Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez

C.I. 060392735

INTRODUCCIÓN

El pasto *Axonopus scoparius*, originario de América tropical, posee un ciclo vegetativo que supera los 20 años, dicho pasto forma densas matas con numerosos tallos erectos, frondosos, no ramificados caracterizado por su textura succulenta y unas alturas de 80-150 cm, en cuanto a sus hojas son anchas de 40-60 cm de largo; en el extremo del tallo aparece la inflorescencia en forma de panícula de 20-30 cm de largo. A veces en un mismo tallo aparecen dos o más inflorescencias. (Riera y Col 1991).

La digestibilidad en el campo de la nutrición animal es un punto muy importante, ya que el aporte del cálculo nos ayuda para la elaboración de una ración alimenticia, es idóneo porque de esta manera se obtiene la información del aprovechamiento de los nutrientes que consume el semoviente (Cuibin et al. 2020).

La evaluación y posterior recomendación de dietas específicas en función del valor nutricional y la tolerancia a animales concretos de diferentes especies o categorías. Una de las formas de determinar el valor nutricional es realizando pruebas de digestibilidad *in vitro*, a diferencias de los métodos *in vivo* e *in situ*, en dicha técnica no se requieren demasiado animales, se reduce los costos y es una forma confiable de evaluar la digestibilidad de los alimentos. (Vinhas et al. 2021).

Los componentes nutritivos tienen una amplia relación con la digestibilidad de los pastos, mediante análisis bromatológicos se pueden verificar los componentes nutritivos de las plantas, de la misma manera se puede examinar el contenido celular y los componentes estructurales como: proteína cruda (PC), contenido soluble y fibra detergente neutro (FDN) (Vinhas et al. 2021).

La técnica de digestibilidad *in vitro* ha sido ampliamente utilizada en el análisis de diferentes tipos de forrajes proporcionados a rumiantes. Sin embargo, puede verse afectado por la fuente del inóculo, así como por la dieta previa del animal donante, el tiempo de ayuno del animal antes del muestreo y, ocasionalmente, por fallas en la ejecución de la técnica (Vinhas et al. 2021).

Es posible que diferentes especies de rumiantes muestren una digestibilidad diferente, y cuando se alimentan con un determinado forraje como el pasto gramalote (*Axonopus Scoparius*) el cual es una especie forrajera que se emplea en la alimentación de los bovinos debido a que contiene un número aceptable de nutrientes y palatabilidad, de la misma manera es una planta que requiere de suelos fértiles y húmedos el cual lo hace ideal para desarrollarse en varios lugares de la amazonia ecuatoriana. (Vinhas et al. 2021).

Por esta razón en la presente investigación se evaluará la digestibilidad in vitro del pasto Gramalote (*Axonopus Scoparius*) en diferentes pisos altitudinales de la provincia de Morona Santiago se busca determinar que piso altitudinal presenta las condiciones más aptas para la explotación de este pasto, que representa el 90% de las áreas de pastizales en las provincias amazónicas como son Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, por tanto se quiere conocer en que piso altitudinal es ideal el pasto Gramalote y permitirá a los ganaderos de la región amazónica optimizar la producción ganadera y mejorar la calidad de vida de sus animales (Riera y Col 1991).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La mayoría de las praderas en la provincia de Morona Santiago se evidencia un manejo agrosilvopastoril, con prácticas silvopastoriles y agroforestales, teniendo en cuenta que estos dos sistemas son los más aplicados. En cuanto a la conformación de las Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) en la provincia, se observa una marcada concentración en pequeños productores, con un 88% de las fincas (3232 UPAs) pertenecientes a este grupo. Esto se debe a la fragmentación de la tierra en unidades productivas menores a 20 hectáreas. Las fincas medianas, con un tamaño entre 20 y 100 hectáreas, representan el 10% de las UPAs (6997 UPAs). Finalmente, las grandes explotaciones agrícolas, mayores a 100 hectáreas, solo abarcan el 2% de las fincas. Cabe destacar que esta distribución se mantiene similar en todos los cantones de la provincia (MAE, MAGAP y FAO 2017).

En Morona Santiago existe una gran diversidad de forrajes como es el Gramalote el cual abarca cerca del 80 % de materia prima en la provincia por consiguiente es aprovechado por los diferentes ganaderos de la localidad, pero en cuanto a la calidad nutricional y digestibilidad del pasto poseen un gran desconocimiento, por ello es importante brindar información actualizada y técnica del pasto *Axonopus Scoparius* así mismo en que cantones y pisos altitudinales se desarrolla un pasto de mejor calidad (MAE, MAGAP y FAO 2017).

La ganadería bovina es la principal actividad en la provincia de Morona Santiago en término de superficie y de ingreso agropecuario. En su inmensa mayoría, esta actividad se caracteriza por un manejo al sogueo, en pastizales de *Axonopus scoparius* y por la venta de animales con destino es por eso por lo que el estudio de este pasto se centró en la digestibilidad y calidad que posee el Gramalote (Meunier 2007).

Por ello, la provincia de Morona Santiago carece de información técnica y actualizada como por ejemplo en que pisos altitudinales y en qué condiciones medioambientales desarrollara una mejor calidad del pasto gramalote. Por ende, este estudio evaluará en que localidades de la provincia existe una mejor calidad y digestión del pasto mediante pruebas de digestibilidad in vitro por el método de Licor Ruminal-Pepsina relacionándolo con diferentes factores como los metros sobre el nivel del mar donde se produce el pasto y en que cantón se desarrolla un pasto que contenga

alto valores nutritivos y mayor digestión ayudando así a los ganaderos o técnicos en el área a tener más información del *Axonopus Scoparius*.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Limitaciones

Las limitaciones de la investigación se encuentran en la obtención de muestras del pasto *Axonopus scoparius* de ocho cantones y una parroquia de la provincia de Morona Santiago mediante la técnica de licor ruminal-pepsina por lo que es posible que los resultados varíen si se utiliza otras técnicas.

En cuanto a la información bibliográfica se sabe que no se ha realizado estudios sobre el tema escogido, por lo cual dicha tesis tiene un grado de dificultad al tratar de corroborar la discusión de resultados, por tanto, se optó en recurrir a fuentes relacionadas sobre digestibilidad, para dar un sustento científico a la información obtenida en cada una de las variables planteadas.

1.2.2. Delimitaciones

1.2.2.1. Temporal

La presente investigación se realizó en el periodo académico septiembre 2023-febrero 2024, el cual tuvo una duración aproximada de 60 días, con un tiempo de actividad de unas 4 a 7 horas.

1.2.2.2. Espacial

La presente investigación se realizó en ocho cantones de la provincia de Morona Santiago y una parroquia del cantón Morona, en diferentes pisos altitudinales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* (gramalote) en diferentes pisos altitudinales de la provincia de Morona Santiago.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* en los diferentes tiempos de incubación, en los ocho pisos altitudinales (24, 48 y 72 horas)
- Analizar la digestibilidad in vitro de la altura de la planta de pasto *Axonopus scoparius* en los diferentes pisos altitudes.
- Evaluar la digestibilidad in vitro, del pasto *Axonopus scoparius* en relación con la madurez fisiológica de la planta.

1.4. Justificación

1.4.1. *Justificación teórica*

El propósito de esta investigación fue buscar y presentar información acerca del pasto *Axonopus scoparius*, que es una especie forrajera importante en toda la provincia de Morona Santiago, por lo que se logra recalcar que es una especie tolerante a la sombra y a las condiciones de humedad, y se adapta bien a los diferentes pisos altitudinales de la provincia. Por lo cual es importante el estudio de la digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* en diferentes pisos altitudinales por lo tanto la siguiente investigación nos proporcionara información valiosa sobre la calidad nutricional de este pasto en diferentes altitudes y condiciones ambientales.

1.4.2. *Justificación metodológica*

Para medir la digestibilidad del *Axonopus scoparius* se lo va a realizar mediante la técnica de licor ruminal-pepsina, (Tillery y Terry, 1963), es uno de los métodos más usuales que nos permite simular el proceso digestivo de los rumiantes, por ende dicha técnica nos proporciona resultados precisos y confiables que son comparables con los resultados de la digestibilidad in vivo, por tanto dicha investigación proporcionará a los agricultores en que piso altitudinal, altura de planta y madurez fisiológica del pasto se obtendrá una mayor digestibilidad.

1.4.3. *Justificación práctica*

Este trabajo tiene la finalidad de demostrar al productor agropecuario de la provincia de Morona Santiago cómo influye el piso altitudinal, altura de planta y madurez fisiológica del pasto, en la digestibilidad del *Axonopus scoparius*.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis alternativa

La digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* depende de la madurez fisiológica, altura de la planta y del piso altitudinal donde se desarrolla el gramalote.

1.5.2. Hipótesis nula

La digestibilidad in vitro del pasto *Axonopus scoparius* no depende de la madurez fisiológica, altura de la planta y del piso altitudinal donde se desarrolla el gramalote

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

En la provincia de Morona Santiago se caracteriza por tener como base de la alimentación ganadera el pasto gramalote. Este pasto se adapta a altitudes que van desde los 600 a 2200 msnm, se ha podido comprobar su adaptación a temperaturas moderadas, su producción es aceptable en suelos pobres pero el drenaje es de suma importancia ya que no se desarrolla en suelos anegados. Su rendimiento aumenta en zonas con precipitaciones anuales que oscilan entre los 1000 a 3500 mm, característica propia de la región amazónica. En este sentido, las provincias amazónicas: Morona Santiago, Pastaza, Napo y Zamora Chinchipe de la Región Amazónica, donde el 90% de pasto que predominan en estas localidades es el *Axonopus scoparius*. (Riera y Col 1991)

El *Axonopus scoparius* gracias a su palatabilidad, es un pasto muy apreciado por el ganado bovino. En su punto de madurez fisiológica media (5 meses), presenta un alto contenido de fósforo, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca; lo que lo convierte en un alimento de gran calidad para el ganado. En la Amazonia ecuatoriana, se utiliza para la ganadería a partir de las 28 semanas de edad, con un contenido de proteína que oscila entre el 7 y el 8%, por tanto, dicho pasto es una opción ideal para la ganadería en zonas tropicales de la Amazonia ecuatoriana. (Riera y Col 1991).

2.2. Generalidades del Pasto Gramalote (*Axonopus scoparius*)

El gramalote es una gramínea erguida y succulenta, con base frondosa, con tallos fuertes y delgados que pueden alcanzar a medir 1.5 m de altura, estos se lignifican haciéndolos leñosos luego de su recolección, es moderadamente nutritiva muy apetecible y receptiva, florece entre los 30 y 40 días de edad. Su primer corte se realiza luego de 3-4 meses y posteriormente se pueden hacer cortes cada 90-100 días. Su producción por área o su rendimiento se estima entre 25 y 35 toneladas de pasto húmedo por hectárea, según la región y temporada. (Vásquez 2020).

Después de 28 días de recuperación, la digestibilidad promedio de proteína cruda y la digestibilidad promedio de materia seca son aproximadamente 11.5% y 58.9% respectivamente. (Vásquez 2020)

Este pasto tiene tallos no ramificados y frondosos que le dan una forma de mata densa, logrando alcanzar alturas entre 80 y 150 cm, además de poseer hojas anchas y largas entre 40-60 cm, su inflorescencia en forma de panícula alcanza medidas de 20-30 cm de largo. (León, Bonifaz y Gutiérrez 2018)

2.3. Taxonomía

Tabla 2-1: Taxonomía

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase:	Monocotyledoneae
Orden:	Glumiforae
Familia:	Graminaceae
Género:	Axonopus
Especie:	Scoparius
Nombre científico:	<i>Axonopus scoparius</i>

Fuente: (Vásquez, 2020)

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

El pasto gramalote es una especie perenne, densamente matorrosa, que forma grandes macollas, de 1-1,5 m de altura, con hojas anchas pubescentes y de punta roma. Crece mejor en zonas de elevada precipitación, pero tolera la sequía en suelos profundos, pero prefiere los suelos bien drenados. (Ortiz 2015).

Presentan las siguientes características:

Tabla 2-2: Consideraciones del *Axonopus scoparius*

Parámetros	Características
pH	Se adapta a suelos ácidos con un pH de 4.5.
Fertilidad del suelo	Baja o media.
Drenaje	Buen drenaje.
m.s.n.m.	600 – 2200.5
Precipitación	1000 – 2000 mm, no tolera sequías.
Densidad de siembra	400-600 Kg/ha (esquejes).
Valor nutritivo	Materia seca de 14 a 22.7% y 5.3 a 10.8% de proteína.
Utilización	forraje verde, heno y ensilaje.
Rendimiento	10 a 20 t / de materia seca al año

Fuente: (Ortiz 2015)

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

2.3.1. Descripción Botánica del pasto *Axonopus Scoparius*

El Pasto *Axonopus scoparius*, también llamado gramalote o imperial, es un forraje originaria de América del Sur específicamente en Ecuador y Colombia, se caracteriza por ser una planta perenne, de desarrollo erecto el cual posee tallos aplanados, frondosos y suculentos con un porcentaje alto de agua, tiene hojas con una longitud de 40 a 60 centímetros y un ancho de 20 a 30 milímetros, en la parte extrema del tallo se encuentra la inflorescencia la cual tiene forma de panícula con una longitud de 15 a 20 centímetros. (Ortiz 2015).

Es un forraje perenne de 0.6 a 2 m de alto, tallos suculentos, hojas vellosas en el haz de 10 a 60 cm de largo y hasta de 35 mm de ancho. Inflorescencia en forma de panícula terminal o axilar de 10 a 30 cm de largo, la mayoría de hasta 25 espigas. Aunque produce semillas tienen muy baja tasa de germinaciones tiene conocimiento que existen dos variedades la blanca y el cultivar Telembi (morado)(Ortiz 2015).

2.3.2. Adaptación del *Axonopus scoparius*

Se desarrolla de manera eficaz en zonas comprendidas entre 600 y 2200 msnm, pero puede encontrarse en zonas bajas donde la temperatura no es muy alta. Se adapta bien a suelos pobres, con buen drenaje, sus mejores rendimientos se obtienen en lugares donde las precipitaciones van de 1000 a 3500 mm anuales. Se encuentra presente en la selva alta de las provincias del Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe de la Región Amazónica, donde predomina en más del 90% de las áreas establecidas de pastizales. (González et al., 2000).

Tabla 2-3: Exigencias de *Axonopus scoparius*

Parámetros	Características
Suelos	Tolera suelos desde saturados a bien drenados. Optimo en suelos fértiles con alto contenido de materia orgánica. Tolera suelos ácidos y de mediana fertilidad. pH de 4.5 a 6.0.
Drenaje	Tolerante a sombra hasta 30%
Altitud:	800 – 2.200 msnm.
Temperatura	18 – 30 °C. Necesita bajas temperaturas en la noche.
Precipitación	2.000 – 3.000 mm/año. No tolera sequía

Fuente: (Ortiz 2015)

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

2.4. Valor nutritivo

El Gramalote es palatable en su estado tierno, debido a ello tiene muy buena aceptación por parte de los rumiantes, teniendo en cuenta que cuando está en su etapa fisiológica menor posee mayores niveles de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca, no obstante su valor nutritivo sigue siendo considerable a las 12 semanas, en los lugares tropicales húmedos su aprovechamiento se suele realizar después de varios meses que se haya terminado el pastoreo, consecuencia de ello su valor nutritivo es bajo, y las eficiencias productivas también presentan esta tendencia, debido a esto los animales requieren de mayor tiempo para salir al mercado (Gonzales et al. 2006).

El valor nutritivo de un forraje está influenciado por la madurez fisiológica al momento de ser pastoreados, el desarrollo del forraje está dividido en las siguientes etapas:

- Etapa vegetativa,
- Etapa de floración,
- Etapa de formación de semillas.

La cantidad de nutrientes presentes en un forraje se encuentra en su mayor porcentaje en la etapa de crecimiento y su valor nutritivo decrece en la etapa de formación de semillas. A medida que la planta madura la cantidad de lignina aumenta, mientras que la concentración de proteína, energía, calcio, fósforo y materia seca digestible en la se reducen mientras la concentración de fibra aumenta. Mientras aumenta la fibra, aumenta el contenido de lignina, así haciendo los carbohidratos menos disponibles a los microbios del rumen. Como resultado, el valor energético del forraje se reduce (Hermosa 2013).

2.5. Calidad nutricional del *Axonopus scoparius*

Cuando el pasto es cosechado con un avanzado estado de desarrollo presentara un contenido de proteína de 3.9 – 6.2%, pero al ser cosechado en un estado de madurez mayor se espera que este dato sea mayor. Su contenido de fibra cruda es de 30 – 35% (info pastos y forrajes 2022)

2.5.1. Lignina y la digestión de la fibra

La lignina es un compuesto presente en las paredes celulares de las plantas vasculares, están constituidas a partir de monolignoles que son moléculas provenientes de la vía fenilpropanoide. A la vez que la planta madura fisiológicamente la cantidad de lignina aumenta de manera proporcional. En los pastos un componente de baja calidad es la Lignina debido a que reduce la digestibilidad de la Fibra detergente Neutra y de otros nutrientes que se encuentran en las células

vegetales, este componente actúa como una amenaza física para las enzimas microbianas. (Francesa 2017).

La lignificación es un proceso natural que se da en las plantas ha medida que maduran, se caracteriza por el endurecimiento y la rigidez de las paredes celulares se debe principalmente a la deposición de lignina, debido a que la planta aumenta su nivel de lignina en cada etapa fisiológica, la primera etapa la lignificación es baja, en la segunda etapa el tallo necesita ser fuerte para sostener las flores por lo que aumenta el grado de lignificación, en la tercera etapa la lignina protege a la semilla y en la última etapa dicho componente ayuda a esparcir las semillas (Francesa 2017).

2.6. Manejo de praderas

El *Axonopus scoparius* no se adapta al pastoreo rotacional con períodos cortos de descanso a diferencia de otras especies de la región, esto se debe a que sus brotes son sensibles al pisoteo y al ser muy apetecido por el ganado tiende a desaparecer de la pradera. Sin embargo, el *Axonopus scoparius* si puede aprovecharse bajo el sistema de pastoreo al sogueo, en este sistema los animales permanecen en un área asignada hasta que consumen todo el forraje disponible, luego son cambiados de lugar tratando que consuman ordenadamente toda el área y finalmente, se le regresa al punto de partida después de un periodo de descanso de 7 meses (Riera y Col 1991)

Tabla 2-4: Programa de ganadería bovina y pastos

Variable	Frecuencia de (corte semanas)			
	3	6	9	12
Materia seca, Kg/ha/año	20.892	23.304	26.534	28.632
Proteína cruda, %	18,8	9,4	9,0	6,5
Fósforo, %	0,24	0,18	0,18	0,16
Digestibilidad in vitro	58,53	54,28	52,92	51,46

Fuente: Programa de Ganadería Bovina y pastos. E.E. Napo-Payamino, INIAP 1991 (citado por Gonzales et al. 2006)

2.7. Altura de la planta

El desarrollo de una planta desde la semilla hasta la senescencia está marcado por cambios evidentes. Estos procesos no son independientes, sino que están regulados por una compleja interacción entre la genética de la planta y el ambiente en el que se encuentra La interacción entre el genotipo y el ambiente es crucial para comprender el desarrollo de las plantas. Un mismo genotipo puede expresar diferentes características en diferentes ambientes. Por ejemplo, una

planta con genes para ser alta puede crecer menos si no recibe suficiente luz solar. (Valdés y Balbín 1992).

La altura del forraje se convierte en una herramienta crucial para la gestión eficiente de sistemas pastoriles. Permite:

- Estimar la cantidad de forraje disponible: Medir la altura del pasto en diferentes momentos del año ayuda a calcular la masa de forraje presente en una pastura.
- Optimizar el manejo del pasto y el ganado: Esta información facilita la toma de decisiones sobre la rotación de potreros, la carga animal adecuada y la necesidad de suplementación.
- Ajustar la planificación forrajera: Permite ajustar la cantidad de forraje disponible a las necesidades del ganado, evitando el sobrepastoreo o la subutilización del mismo.
- Identificar puntos críticos para la producción: La altura del forraje ayuda a determinar si se están alcanzando las metas de producción y a identificar los puntos críticos que pueden afectarlas(UFFIP 2020).

La altura promedio de las hojas superiores sin perturbaciones, es probablemente la mejor variable sencilla para predecir la respuesta de los animales y las plantas, siendo un indicador útil para propósitos de manejo.

El pasto *Axonopus scoparius* tiene una altura de 0,60 a 2 metros de altura, los tallos son gruesos, succulentos y erectos, succulentos y planos. Las hojas son anchas, peludas en la parte superior, de 10 a 60 cm de largo, de color verde y generalmente crecen de forma Roma y ancho hasta 35 mm (Rodríguez 2018).

2.8. Madurez de la planta

Las plantas, al madurar, acumulan más material de pared celular, como celulosa, hemicelulosa y lignina. Estos componentes son menos digeribles para los animales que las proteínas, los azúcares y los minerales, que son los nutrientes que más aprovechan, el estado de madurez del forraje es el factor que más influye en su composición nutritiva. Sin embargo, otros factores también pueden tener un impacto, como la especie de planta, la variedad, el clima, el suelo y las prácticas de manejo. (Bosch et al. 1992).

Las plantas, incluyendo pastos, leguminosas, maíz y granos pequeños, experimentan cambios a medida que maduran, lo que afecta su digestibilidad. Estos cambios incluyen el desarrollo de tejido de xilema para el transporte de agua, la acumulación de celulosa y otros carbohidratos complejos, y la lignificación de estos tejidos. La lignificación es un proceso que enlaza los tejidos,

haciendo que la pared celular de las plantas (FDN) sea más resistente a la digestión por parte de las bacterias ruminales. La FDN menos digestible reduce la disponibilidad de nutrientes para los animales, lo que puede afectar negativamente la producción animal. (UFFIP 2020).

2.9. Digestibilidad

La digestibilidad se define como la capacidad del sistema digestivo de un animal o de un proceso de laboratorio para descomponer y aprovechar un alimento mediante: solubilización, es cuando el alimento se disuelve en los jugos digestivos y se absorbe por el torrente sanguíneo, por el ataque microbiano en donde actúa los microorganismos del tracto digestivo, especialmente los anaerobios ruminales en rumiantes, descomponen el alimento en moléculas más pequeñas que luego pueden ser absorbidas. (Giraldo, Gutiérrez y Rúa 2006).

Mientras que, la degradabilidad se refiere a la proporción de alimento que se desintegra en sus elementos constituyentes a través de procesos biológicos o químicos, es decir, la medida en que el alimento se desintegra en el rumen del animal, Por otro lado, la digestibilidad de los forrajes se refiere a la cantidad de nutrientes que se encuentran en el alimento que tienen la capacidad de ser asimilados por el sistema digestivo del rumiante. (Giraldo, Gutiérrez y Rúa 2006).

Para predecir la digestibilidad en rumiantes se ha determinado dos métodos *in vitro* los cuales son el método de Tilley y Terry (1980) y el de Van Soest et al. (1991), ambos métodos se consideran los más precisos para la determinación de la digestibilidad de los animales. El método de Tilley y Terry se considera eficaz para analizar la cantidad de alimento digerida en rumiantes el cual ha sido alterado y ajustado dependiendo del alimento, de la misma manera se han comprobado con distintos tampones de dilución para adecuar el pH del inóculo. (Roa 2011).

Si bien este método tiene un alto porcentaje de exactitud, este requiere de un largo lapso y de mano de obra, por otra parte, los alimentos se deben incubar independientemente, teniendo en cuenta reducir el número de muestras a ser analizadas. (Roa 2011).

De la misma manera dicha técnica elaborada por Van Soest et al., (1991), plantea una alternativa al método elaborado por Tilley y Terry (1980), debido a que esta nos permite conocer una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente la precisión del valor obtenido. Esta técnica radica en realizar una incubación de los alimentos con sustancias procedentes del tracto digestivo del rumiante como es el licor ruminal, en el cual se incubará por un lapso de 48 horas a 38°C, así mismo se realiza el tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro detergente durante 1 hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos. (Roa 2011).

El inconveniente del método in vitro consiste en la variación de sus resultados, esto se debe a que la microflora ruminal está influenciada por la cantidad y tipo de dieta que se le proporciona al animal. (Roa 2011).

La digestibilidad es un indicador que nos permite verificar los nutrientes que se digieren de un alimento, la cual hace referencia a la facilidad en la que se descompone para ser convertido en sustancias útiles para el aprovechamiento del rumiante, lo cual está comprendida por dos procesos, la digestión tiene como fin destruir las moléculas complejas de los alimentos en moléculas más pequeñas con la ayuda de enzimas y otros procesos químicos y la absorción de (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino. (FAO 1994).

La digestibilidad nos indica la calidad de las diferentes materias primas que naturalmente varían de manera considerable entre diferentes especies ; por lo tanto, se espera que los valores para las especies carnívoras y herbívoras omnívoras, difieran significativamente, para calcular la digestibilidad de un alimento, es necesario tener en cuenta varios aspectos que pueden afectar los resultados, como por ejemplo, la especie vegetal a la que pertenece el ingrediente, el procesamiento, la interacción entre los nutrientes de la dieta o ingrediente, el método analítico utilizado para determinar los valores de digestibilidad, así como también los factores ambientales y propios del individuo. (FAO 1994).

2.10. Tipos de digestibilidad

Existen diferentes métodos para medir la digestibilidad de un alimento, que nos dará como resultado la calidad de este, siendo estos métodos: in vivo, empleando métodos de colección total de heces, uso de marcadores (internos y externos) tiene como objetivo medir la cantidad de nutrientes absorbidos por el animal después de consumir una cantidad conocida de alimento, por tanto el método in vitro simula el proceso digestivo en un ambiente controlado para evaluar la cantidad de nutrientes que pueden ser extraídos del alimento, utilizando métodos con líquido ruminal, y enzimáticos.(Gonzalez 2016).

2.11. Técnicas de digestibilidad

1. In situ con bolsa de nylon
2. In vivo mediante:
 - a. Colección total de heces
 - b. Marcadores (internos y externos)

In vitro con los métodos de:

- a. Tilley y Terry (Daisy Ankom Technology)
- b. Digestibilidad enzimática
- c. Producción de gas (González 2016)

2.11.1. Digestibilidad in vivo

Los métodos in vivo para determinar la digestibilidad han sido los tradicionalmente utilizados tanto en zonas templadas como tropicales para obtener la información básica requerida de los alimentos. No obstante, tales métodos son costosos, tediosos y muy laboriosos ya que requieren infraestructura, animales, alimento, mano de obra y mayor tiempo con respecto a los métodos de laboratorio, dicho estudio experimental no se realiza en animales vivos. En los rumiantes deben ser colocados fistulas para la manipulación de diferentes sustancias depositadas en el rumen, en donde se va a realizar los procesos de fermentación del alimento por ende el bienestar animal está en contra de dicha técnica debido a que puede causar dolor e incomodidad al animal. (Ruiz 2011).

2.11.2. Digestibilidad in vitro

Los métodos in vitro están relacionados más a la digestibilidad verdadera que a la aparente, porque estos son incapaces de estimar las pérdidas metabólicas por heces de origen endógeno. Las pérdidas metabólicas son mucho más influenciadas por el estado fisiológico y las condiciones del animal. (García 2002).

Los métodos in vitro que han sido utilizados más ampliamente desde su introducción en 1963 son el de Tilley y Terry, el de Van Soest y colaboradores en 1966, ambos métodos se consideran los más precisos para este fin.

El procedimiento de Tilley y Terry se aprecia que es un método de referencia para calcular la digestibilidad en alimentos para rumiantes, el cual ha sido corregido y ajustado según el tipo de alimento a analizar, al igual que se han desarrollado e intentar con diferentes tampones de disolvente para adecuar el pH del inóculo, sin embargo este método tiene el inconveniente de que sus resultados pueden ser variables, esto se debe a que la microflora ruminal está determinada por la cantidad y el tipo de dieta equilibrada al animal. (Torres et al. 2009)

2.11.3. Técnica Daisy Ankom II

El principio de este método es simular la fermentación del rumen en condiciones in vitro, lo que se logra a través de la mezcla de soluciones compuestas por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores que ayudan a mantener la anaerobiosis característica de este proceso, más la adición de líquido ruminal.

Esta mezcla se incuba por 48 horas a temperatura constante de $39.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, con agitación circular constante, el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II ® Ankom, (2014), usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedón, NY, EUA) con tamaño de poro de 25 μm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones. (ANKOM Technology 2005).

2.12. Digestibilidad in situ

Se usa bolsas sintéticas para medir la digestión de los alimentos a nivel del rumen. Este método es ampliamente aceptado cuando es necesario medir la digestibilidad aparente de materia seca, fibra y nitrógeno, principalmente por los resultados obtenidos y no requiere de los equipos y materiales que requieren otros métodos. Sin embargo, para que dicha técnica sea confiable y útil depende de diferentes factores como la cantidad de muestra, el tamaño de la bolsa y de la muestra. (Torres et al. 2009).

Una de las desventajas para la evaluación de la digestibilidad por el método in vivo es primordialmente es el equilibrio preciso entre los diferentes nutrientes de los que se compone un alimento y de los que son expulsados mediante las heces. Existen dos métodos conocidos: el procedimiento de recolección total hace enfoque en la recolección total de heces producidas por el animal debido al consumo de uno o varios alimentos y el procedimiento por indicadores el cual se basa en la utilización de un marcador inerte e indigerible, como el óxido crómico que es incorporado al alimento, luego analizado en él y en las heces(Manríquez 2015)

2.13. Pisos altitudinales

2.13.1. Altitud sobre el nivel del mar

La gradiente altitudinal representa una referencia marcada en la distribución de los ecosistemas, manteniendo unas características propias y ciertas diferencias en sus tipos de vegetación, la altitud

influye sobre los días de recuperación de un pasto ya que a mayor altura necesita más días de recuperación, debido a estas consideraciones, se considera a que altura se desarrollara la actividad agrícola-ganadera, será de suma importancia al momento de llevar a cabo el análisis de las estrategias productivas a aplicar. No será nunca igual el rendimiento al que se podrá aspirar en uno u otro nivel de altura, es el factor que más contribuye a modificar el clima en nuestro país. (Pintado y Vásquez 2016).

2.13.2. *Clima*

Es el principal factor abiótico que controla el desarrollo y crecimiento de los vegetales, sin embargo, el hombre tiene poco control sobre estos dos factores, más aún con el cambio climático. En base a información técnica, aun cuando no es posible tener predicciones climáticas infalibles, se puede prever de alguna manera los fenómenos climáticos y planear (manejar) la actividad productiva dentro de márgenes razonables. (León, Bonifaz y Gutiérrez 2018).

2.13.2.1. *Elementos principales del clima*

Los componentes principales del clima que influyen en la producción de forraje son: temperatura, lluvia y radiación solar. Estos tres elementos son los que más influyen en la vida y sus procesos en el suelo y sobre el suelo, afectando indirectamente la productividad final de cada sitio. (León, Bonifaz y Gutiérrez. 2018)

2.13.2.2. *Temperatura*

La temperatura, en nuestro país depende de la altitud sobre el nivel del mar, la temperatura disminuye entre 1-1,2 °C cada 200 msnm y da origen a los climas dicho factor controla las reacciones bioquímicas de la planta, crecimiento y metabolismos, la reacción más importante que es influenciada por la temperatura es la fotosíntesis, los pastos de clima templado tienen un óptimo crecimiento a temperaturas entre los 10° y 20 °C, los pastos de clima tropical se adaptan a temperaturas entre 25 y 30 °C, en temperaturas inferiores a 15 °C su crecimiento es lento. (León, Bonifaz y Gutiérrez 2018).

Tabla 2-5: Temperatura promedio a diferentes altitudes

Altitud sobre el nivel del mar	Temperatura	Clima
0-600 msnm.	28°-24° C	Clima cálido, tropical o megatérmico.

600-2000 msnm (estribaciones de la cordillera). 700-2 400 msnm (región interandina).	24,4°-16° C.	Clima medio, subtropical o, mesotérmico
2 500-2 900 msnm.	13°-11,2° C	Clima templado o, temperado-frío
3 000-4 000 msnm.	11°- 6°C.	Clima ecuatorial de alta montaña, páramo andino o microtérmico.

Fuente: León, R. 2018

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

2.13.2.3. *Lluvia*

La lluvia es el elemento del clima que más influye en el desarrollo de los pastos expresado en producción de forraje (kg/MS/día) y en la calidad del mismo, se debe tener en cuenta el efecto de las lluvias en la lixiviación de nitrógeno, cloruros, sulfatos y bases; el riesgo de lixiviación de más a menos es N, Cl, SO₄, Ca, Mg, Na, K, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, debemos tener en cuenta que no se debe fertilizar en épocas de lluvias fuertes, sobre todo con topografía inclinada ya que el fertilizante va a ser lavado (León, Bonifaz y Gutiérrez 2018).

2.13.2.4. *Radiación solar y heliofanía*

La radiación solar es el flujo de energía que se recibe del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). La luz visible (que puede ser detectada por el ojo humano) son las radiaciones comprendidas entre 0,4 µm y 0,7 µm. (León, Bonifaz y Gutiérrez 2018).

2.13.2.5. *Principales climas del Ecuador*

Las lluvias y la temperatura son las variables más importantes que caracterizan el clima, y la adaptación de las especies forrajeras.

Tabla 2-6: Clasificación de los sub-climas de acuerdo con la precipitación

Clima	Precipitación
Árido	< de 300 mm
Semi árido	350-500 mm
Seco	500-1 000 mm
Semi húmedo	1 000-2 000 mm

Húmedo	2 000-3 000 mm
Lluvioso	3 000-6 000 mm

Fuente: León, R. 2018

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en la provincia Morona Santiago, en los cantones: Gualaquiza, San Juan Bosco, Limón Indanza, Santiago de Méndez, Tiwintza, Logroño, Morona, y la parroquia 9 de octubre, en cada cantón con sus respectivas coordenadas

La elaboración del presente trabajo tuvo una duración 5 semanas en la cual se realizó el trabajo de campo con la finalidad de reconocer las fincas de los diferentes cantones y una parroquia.

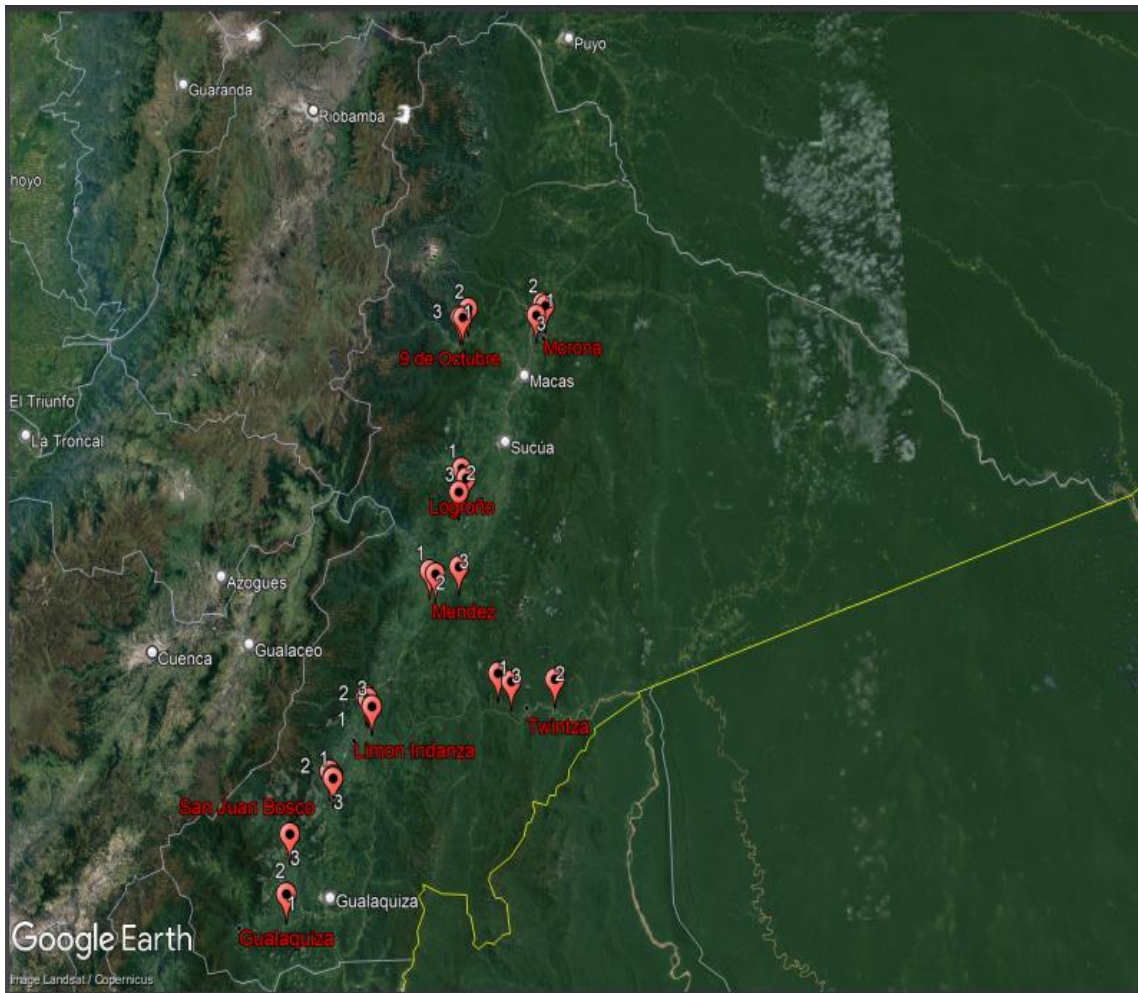


Ilustración 3-1: Ubicación de área de investigación de campo

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

3.2. Materiales, equipos y reactivos

3.2.1. Equipos

- Mufla
- Vidrio reloj
- Termómetro digital
- Balanza analítica
- Incubadora Daysi II
- Tanque CO₂
- Congelador
- Computadora
- Celular
- Calculadora
- Cocina eléctrica

3.2.2. Materiales

- Machete
- Botas
- Libreta de apuntes
- Sacos
- Marcador
- Cinta
- Cuadrante (1m*1m)
- Funda de papel
- Fundas ziploc
- Crisoles de porcelana
- Tapas para crisoles
- Desecador con perlas de sílice
- Pinza universal
- Bolsitas filtrantes ANKOM F57
- Termo (8litros)
- Balanza de mano
- Matraz

- Probeta

3.2.3. *Reactivos*

- Enzima digestiva (Pepsina)
- Saliva artificial
- Licor Ruminal (Bovino)
- Dióxido de carbono
- Bicarbonato de Sodio
- Fosfato ácido de Sodio
- Cloruro de Potasio
- Cloruro de Sodio
- Cloruro de Calcio
- Sulfato de Magnesio
- Ácido Clorhídrico (HCL)

3.3. **Tratamiento y Diseño Experimental**

En el presente trabajo se utilizaron muestras de 8 procedencias de la provincia Morona Santiago las mismas que se analizaron en 3 tiempos de digestión (24, 48 y 72 horas) con tres repeticiones cada uno, determinándose un experimento factorial que corresponde al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + Rk + \epsilon_{ijk}, \text{ donde:}$$

Y_{ijk}: valor estimado de la variable

u: media general

A_i: efecto de las procedencias

B_j: efecto de los tiempos sometidos a la digestibilidad

AB_{ij}: efecto de la interacción AB

R_k: Efecto de los bloques

E_{ijk}: Efecto de la aleatorización

Tabla 3-1: Esquema del Experimento

Procedencias	Tiempos	Código	Repeticiones	TUE (kg)	TUE / Trat
Morona	24	A1B1	3	1	3
	48	A1B2	3	1	3
	72	A1B3	3	1	3
Logroño	24	A2B1	3	1	3
	48	A2B2	3	1	3
	72	A2B3	3	1	3
Nueve de Octubre	24	A3B1	3	1	3
	48	A3B2	3	1	3
	72	A3B3	3	1	3
Gualaquiza	24	A4B1	3	1	3
	48	A4B2	3	1	3
	72	A4B3	3	1	3
San Juan Bosco	24	A5B1	3	1	3
	48	A5B2	3	1	3
	72	A5B3	3	1	3
Limon	24	A6B1	3	1	3
	48	A6B2	3	1	3
	72	A6B3	3	1	3
Tiwinza	24	A7B1	3	1	3
	48	A7B2	3	1	3
	72	A7B3	3	1	3
Mendez	24	A8B1	3	1	3
	48	A8B2	3	1	3
	72	A8B3	3	1	3

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad	
Total	$N - 1$	71
Repeticiones	$r - 1$	2
Procedencias (A)	$a - 1$	7
Tiempo (B)	$b - 1$	2
Interacción (AB)	$(a - 1)(b - 1)$	14
Error	$(ab - 1)(r - 1)$	46

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

3.4. Técnicas

3.4.1. Determinación de la humedad inicial

3.4.1.1. Principio

La humedad inicial se considera la pérdida de peso del agua y es la base de este método, el agua se evapora bajo la influencia del calor y la prueba de secado debe realizarse a una temperatura de 60°C en 48 horas, esta técnica eliminó 88% de la humedad (A.O.A.C. 1984).(FAO 1986).

3.4.1.2. Procedimiento

El análisis se realizó en el laboratorio de química de la ESPOCH sede Morona Santiago en el cual se determinó la humedad inicial del pasto gramalote maduro, las actividades realizadas en el laboratorio son las siguientes:

- Tarar la funda de papel
- Pesar la funda de papel. (P1)
- Pesar de 60 g a 100 g muestra en la funda de papel. (P2)
- Secar la muestra en la estufa de 60°C por 48 h.
- Sacar la muestra de la estufa y dejar enfriar en el desecador con perlas de sílice por media hora o más.
- Pesar la muestra seca. (P3)
- Para su posterior análisis la muestra tiene que ser molida por un tamiz de 1mm

3.4.1.3. Calculo

Donde:

H.I = Humedad inicial

$$\%H.I = \frac{(P3-P1)}{(P2-P1)} \times 100$$

P1 = Peso de la funda de papel

P2 = Peso de la muestra + peso de la funda de papel

P3 = Peso de la muestra seca

3.4.2. Determinación de la humedad higroscópica

La humedad higroscópica se basa en la evaporación del agua bajo la influencia del calor hasta que se evapora. Se eliminó del 100% de agua usando una temperatura de 105 °C.

Procedimiento.

- Tarar los crisoles a temperatura durante
- Dejar secar los crisoles en el desecador durante 1 hora
- Colocar el crisol previamente limpias en la estufa de 105°C por tres horas como mínimo, hasta tener un peso constante.
- Enfriar el crisol en el desecador como mínimo media hora.
- Pesar y registrar el peso del crisol tarado. (P1)
- Pesar 1 g de muestra en el crisol de porcelana. (P2)
- Colocar el crisol con la muestra en la estufa de 105 °C por 12 h.
- Enfriar el crisol.
- Pesar la muestra seca. (P3)

Calculo

$$\%M.S = \frac{(P1+P3)-P1}{(P1+P2)-P1} \times 100$$

Donde:

M.S = Materia seca

P1 = Peso del crisol tarado

$$\%H = 100 - \%M.S$$

P2 = Peso de la muestra fresca

P3 = Peso de la muestra seca

3.4.3. Elaboración de la saliva artificial

3.4.3.1. Principio

La saliva artificial es un fluido que se utiliza para reemplazar la saliva natural, en los procesos de digestibilidad in vitro.

Según (Leyva et al. 2001), menciona que para la elaboración de la saliva artificial bovina en relación gramos por litro se desarrolla de la siguiente manera:

- 9,8 gramos de Bicarbonato de Sodio,
- 7 gramos de Fosfato Acido de Sodio,
- 0,057 gramos de Cloruro de Potasio,
- 0,47 gramos de Cloruro de Sodio 0,04gramos de Cloruro de Calcio, 0,12 sulfato de Magnesio.

3.4.3.2. Procedimiento

El análisis se realizó con la finalidad de obtener cuatro litros de saliva artificial bovina la cual se elaboró en el laboratorio de Bromatología de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la Provincia de Chimborazo en la Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba, de la siguiente manera.

Pesar los siguientes ingredientes:

- 39,2 gramos de Bicarbonato de Sodio.
- 28 gramos de Fosfato Acido de Sodio.
- 2,28 gramos de Cloruro de Potasio.
- 1,88 gramos de Cloruro de Sodio.
- 0,16 gramos de Cloruro de Calcio.
- 0,48 sulfato de Magnesio.

3.4.3.3. Elaboración

Una vez pesado los ingredientes se procede a mezclar con la finalidad de determinar una sustancia homogénea, la cual se va a disolver en 4 litros de agua para posterior a ello trasladar a los cuatro compartimientos del Equipo Daysi (II).

3.4.4. *Elaboración de la solución de ácido clorhídrico (HCl)*

3.4.4.1. Principio

El ácido clorhídrico es un ácido fuerte y puede reaccionar con bases para pruebas de digestibilidad in vitro acompañadas de otras sustancias como pepsina, saliva artificial y licor ruminal.

El abomaso es el cuarto estómago de los rumiantes, secreta enzimas y ácido clorhídrico como el estómago de los animales monogástricos. El interior del abomaso está formado por numerosos pliegues que aumentan el área excretora de este órgano. El abomaso consta de dos partes separadas. El fondo es el lugar principal para excretar ácido clorhídrico (HCl) y enzimas que operan en un ambiente ácido. En la región pilórica, el contenido de alimentos se acumula antes de ingresar al duodeno en forma de un bolo separado. (Unión Ganadera Regional de Jalisco 2024).

3.4.4.2. Procedimiento

La siguiente solución de ácido clorhídrico se desarrolló con el fin de obtener 100 ml de solución de ácido clorhídrico.

- Preparar ácido clorhídrico al 6N, 25 ml por cada compartimento
- Llenar la probeta con 58 ml de HCL concentrado.
- Agregar 42 ml de Agua purificada.
- Agregar cuidadosamente el ácido clorhídrico concentrado a la solución de agua purificada en el matraz
- Agitar suavemente con la finalidad de que el HCl se mezcle bien con el agua purificada.

Cálculo

$$N = \frac{eq}{v}$$

$$Peq = \frac{PM}{\#H}$$

$$\%pureza = \frac{Gr\ puro}{Gr\ impuro} \times 100$$

$$D = \frac{m}{v}$$

$$eq = \frac{msto}{Peq}$$

Donde:

N= normalidad

V= volumen de solución

Eq= equivalente de soluto

Msto= Masa del soluto

PM= peso molecular

#H= número de hidrógenos en la solución

Peq= peso equivalente

D= densidad

m= masa de gramos

v= volumen de solución

3.4.5. Elaboración de la solución pepsina

3.4.5.1. Principio

La pepsina es una enzima digestiva producida por las paredes del estómago y secretada por el jugo gástrico, su función es descomponer las proteínas en péptidos más simples solo reaccionan en un ambiente ácido por lo que el estómago también produce ácido clorhídrico.

En contacto con el ácido clorhídrico el pepsinógeno (una enzima inactiva que está presente en el jugo gástrico) se transforma en pepsina, que es activa. (TECNAL 2001).

3.4.5.2. Procedimiento

- Pesar 6,4 g de pepsina al 5% por cada cubículo del equipo daysi.
- Hervir 500 ml de agua destilada
- Reposar el agua hasta que obtengo una temperatura que oscile entre 27 a 30 °C.
- Mezclar el agua con la pepsina de una manera homogénea.
- Obtenido la mezcla repartir los 500 ml en los cuatro cubículos del equipo Daisy

3.4.6. Determinación de la digestibilidad In Vitro (digestor Daysi II)

3.4.6.1. Principio

El fin de este método es fijar condiciones de incubación similares a las condiciones in vivo. Este proceso se realiza en 4 compartimentos de digestión con la capacidad máxima de 2 litros a las cuales se les adicionara diferentes componentes en los diferentes compartimientos de digestión.

Fueron colocados tres soluciones (ABC) en las diferentes proporciones: 1 L de solución A ; 0,025 L de solución B; 0,125 L de solución C y 1,6 L de Licor ruminal; y se procede a incubar durante 24, 48 y 72 horas.

Tabla 3-3: La composición de las soluciones es la siguiente (Daisy II - Incubator Ankom Techonology)

SOLUCIÓN	REACTIVO	CANTIDAD
Solución A	Bicarbonato de Sodio (NaHCO ₃)	39,2 g
	Fosfato Acido de Sodio (NaH ₂ PO ₄)	28
	Cloruro de Potasio (KCL)	2,28
	Cloruro de Sodio (NaCl)	1,88
	Cloruro de Calcio (CaCl ₂)	0,16
	Sulfato de Magnesio (MgSO ₄)	0,48
	Agua (H ₂ O)	4 litros
Solución B	Ácido clorhídrico (HCl)	42 ml
	Agua (H ₂ O)	58 ml
Solución C	Pepsina 1:3000 Powder	25 g
	Agua	500 ml
	Licor Ruminal	6 litros

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

3.4.6.2. Procedimiento

- Una vez obtenido la saliva artificial, el ácido clorhídrico y la pepsina en las cantidades necesarias se procede a colocar dichas soluciones en los cuatro cubículos del equipo Daysi.
- De inmediato se colocó licor ruminal en la cantidad de 1.5 lt por cubículo y bombardeado por dióxido de carbono con la finalidad que no se mueran las bacterias del licor ruminal.
- Colocar la materia seca en las fundas Ankon 57 para posterior a ello sellarlas, codificarlas y finalmente pesar.
- Ingresar las fundas con su respectiva muestra en los diferentes compartimientos las cuales serán retiradas del cubículo en distintos tiempos 24 horas, 48 horas y 72 horas.
- Las primeras fundas retiradas a las 24 horas se procedieron a lavar con abundante agua destilada hasta que las fundas queden limpias sin ningún material verdoso, el mismo método se llevó a cabo a las muestras de 48 y 72 horas.

- Limpias las muestras se procedió a colocar las fundas en un equipo de vidrio reloj para ser trasladado a una estufa, las cuales permanecerán durante 48 horas a 40 °C.
- Transcurrido dicho tiempo se procede a pesar las muestras en una balanza analítica.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Digestibilidad a las 24 horas

Según el análisis de varianza, la digestibilidad está dada por la procedencia, además por el tiempo que se somete al proceso de digestibilidad a un nivel de significancia menor al 0,05 (anexo z.)

Tabla 4-1: Digestibilidad del *Axonopus scoparius* en función de la procedencia

Localidad	Media	Grupo
Morona	23,54	ab
Logroño	22,00	b
Nueve de Octubre	24,36	ab
Gualaquiza	22,97	ab
San Juan B	22,70	ab
Limon	23,36	ab
Tiwintza	26,18	a
Mendez	24,52	ab

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

Letras iguales verticalmente no difieren significativamente según Tukey ($p > 0,05$).

La digestibilidad del *Axonopus scoparius* de acuerdo con la procedencia las muestras que se tomaron en Tiwintza registraron 26,18 % de digestibilidad, mientras que el pasto recolectado de Logroño fue del 22 % de digestibilidad (tabla 10), esto quizá se deba a muchos factores, dentro de los cuales se puede señalar a la calidad del suelo, altura de la planta, madurez fisiológica, manejo en general entre otros.

Tabla 4-2: Digestibilidad del *Axonopus scoparius* en de los tiempos que se somete a la digestibilidad.

Tiempo de Digestibilidad	Media	Grupo
24	19,08	c
48	24,32	b
72	27,71	a

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

Letras iguales verticalmente no difieren significativamente según Tukey ($p > 0,05$).

La digestibilidad en función del tiempo de someter a esta prueba se determinó un valor del 27,71 % cuando se sometió a un periodo de 72 horas, mientras que la digestibilidad encontrada a las 48 horas fue de 24,32 y 19,08 %, por lo que se puede mencionar que a medida que se aumenta el tiempo de someter a este proceso, la digestibilidad del pasto aumenta.

(JV Bateman, Garza T. Garza T. y RR 1962) (1962) citan que la digestibilidad del *Axonopus scoparius* es del 55 %, valor inferior al registrado en el presente trabajo, esto quizá se deba a diferentes factores de estudio. (Oliva et al. 2015)), el trébol blanco, siso lapacho, trebolillo espadillano, siso menudo y pasto Osvaldo poseen y una digestibilidad de la materia seca de 91,80, 77,80, 76,28, 86,40 y 87,82 %, valores superiores a los registrados en el presente estudio.

4.2. Análisis de funcionalidad de la digestibilidad

Tabla 4-3: Comportamiento de la digestibilidad en función de la altura del sitio sobre el nivel del mar m.s.n.m.

Periodo de digestibilidad	Correlación ®	Determinación r ²	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,233	0,054	20,394	-0,001	0,273
48 horas	0,188	0,035	25,920	-0,001	0,380
72 Horas	0,272	0,074	30,210	-0,002	0,199

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

Al analizar la digestibilidad en función de la altura del sitio o procedencia a las 24 horas fue de $Y_{24} = 0,233^{ns} + 20,394^{ns}x$, a analizar la digestibilidad a las 48 horas la ecuación fue de $Y_{48} = 0,188^{ns} + 25,920^{ns}x$, valor no evidencia una relación significativa, de la misma manera a las 72 horas la ecuación de digestibilidad fue de $Y_{72} = 0,272^{ns} + 30,210^{ns}x$, al igual que a las 24 y 48 horas, no evidencias significancias estadísticas.

Tabla 4-4: Comportamiento de la digestibilidad en función de la altura de la planta (cm)

Periodo de digestibilidad	Correlación ®	Determinación r ²	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,1267	0,0161	20,9460	-0,0125	0,5551
48 horas	0,3325	0,1106	31,7404	-0,0498	0,1124
72 horas	0,5289	0,2797	40,4162	-0,0852	0,0079

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

La digestibilidad a las 24 horas en función de la altura de la planta fue de ($Y_{24} = 0,1267^{ns} + 20,9460^{ns}x$), ecuación que corresponde a un valor significativo, a las 48 horas la ecuación fue $Y_{48} = 0,3325^{ns} + 31,7404^{ns}x$, valor que al igual que a las 24 horas, no corresponde a una ecuación significativa, mientras que al analizar a las 72 horas, esta respondió a un valor significativo la misma que está representada por la ecuación $Y_{72} = 0,5289^{**} + 40,4162^{61}x$, en donde por cada hora que transcurre la muestra en el digestor la digestibilidad cambia en 40,4162 unidades y el punto de intersección fue de 0,5289 (fig.2).

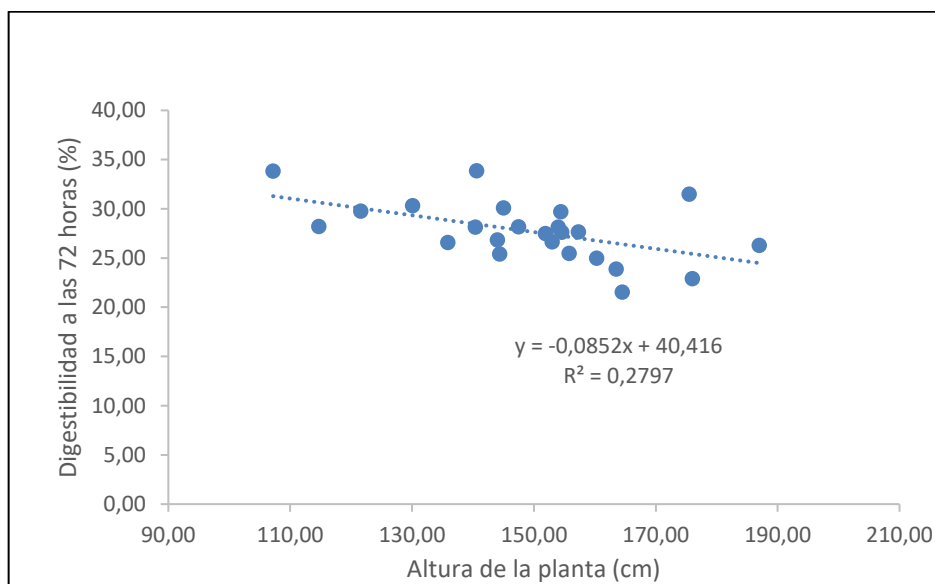


Ilustración 4-1: Digestibilidad del pasto *Axonopus scoparius* a las 72 horas

Tabla 4-5: Comportamiento de la digestibilidad en función de la madurez fisiológica (edad de la planta)

Periodo de digestibilidad	Correlación @	Determinación r ²	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,068	0,005	19,469	-0,049	0,752
48 horas	0,206	0,043	26,101	-0,227	0,333
72 Horas	0,183	0,034	29,416	-0,216	0,391

Realizado por: Zhinin M., Guzmán R., 2024

Al analizar la digestibilidad en función de la madurez fisiológica a las 24 horas fue de $Y_{24} = 0,068^{ns} + 19,469^{ns}x$, a analizar la digestibilidad a las 48 horas la ecuación fue de $Y_{48} = 0,206^{ns} + 26,101^{ns}x$, valor no evidencia una relación significativa, de la misma manera a las 72 horas la ecuación de digestibilidad fue de $Y_{72} = 0,183^{ns} + 29,416^{ns}x$, al igual que a las 24 y 48 horas, no evidencias significancias estadísticas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Según los análisis de digestibilidad de pasto *Axonopus scoparius* del cantón Tiwintza, resulto ser el más digerible obteniendo resultados altamente significativos, mientras que el de Logroño el menos digerible, además el pasto con mayor porcentaje de digestibilidad fue el que se sometió a las 72 horas teniendo en cuenta que hubo significancia en referencia a la variable altitud de la planta mientras en relación a la variable piso altitudinal y tiempo de digestión de 24 y 48 horas no se encontraron significancia.
- La digestibilidad del *Axonopus scoparius* está dada por la altura de la planta cuando se realiza el análisis a las 72 horas, en donde que, por cada cm de altura, la digestibilidad reduce en 0,0852 % esto quiere decir mientras la planta es más alta, su madurez fisiológica será mayor o madura por tanto su digestibilidad tendrá a decrecer.

5.2. Recomendaciones

- Analizar la digestibilidad de los pastos a una edad fisiológica a los cuales se realiza las especies más precoces y comparar éntrelas especies vegetales, utilizar el *Axonopus scoparius* como forraje principal en el piso altitudinal (338,3-818,5 msnm). En estas zonas, la digestibilidad in vitro del pasto es mayor, lo que se traduce en una mejor producción de carne y leche.
- Analizar el pasto *Axonopus scoparius* en sus paredes celulares en tiempo real que demora durante el tracto digestivo, principalmente en los espacios que actúan las sustancias glandulares.
- Para las futuras investigaciones se debería hacer comparaciones entre el pasto predominante de la provincia de Morona Santiago como es el *Axonopus scoparius* y un pasto bachiaria, para conocer el porcentaje de digestibilidad y poder sugerir un tipo de pasto óptimo para los ganaderos y así obtener mayores rendimientos a la canal.

- Suplementar la dieta con forrajes de mayor calidad en zonas altitudinales comprendidas (1275,8-1406,05 msnm). En estas zonas, la digestibilidad in vitro del pasto es menor, por lo que se requiere suplementar la dieta con otros forrajes para asegurar una adecuada nutrición animal y una buena producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ANKOM TECHNOLOGY.** Daisy Incubator - ANKOM Technology. 2015. [en línea]. [Consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.ankom.com/product-catalog/daisy-incubator>.
2. **A.O.A.C.** Official Methods of Analysis 13 th Edition. 1984,
3. **BOSCH, M.; et al.** Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows. 1. Composition, nylon bag degradation rates, fermentation characteristics, digestibility and intake. *Livestock Production Science*. 1992. vol. 32, no. 3, ISSN 0301-6226. DOI 10.1016/S0301-6226(12)80005-4.
4. **CUIBIN, R.; et al.** Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*. 2020. [en línea], vol. 31, no. 4, [Consulta: 20 noviembre 2023]. ISSN 16099117. DOI 10.15381/RIVEP.V31I4.19020. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v31n4/1609-9117-rivep-31-04-e19020.pdf>.
5. **FAO.** Food and Nutrition Paper, Roma. 1986,
6. **FAO.** Control de calidad de insumos y dietas acuicolas. [en línea] 1994. [Consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>.
7. **FRANCESA, U.** Factores que afectan su digestibilidad. [en línea]. 2017 [Consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar.
8. **GARCIA, G.** Nutricion en rumiantes. 2002,
9. **GIRALDO, L.A.; et al.** Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *revista* [en línea]. 2006 [Consulta: 19 octubre 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a05.pdf>.
10. **GONZALES, R.; et al.** Manual de pastos tropicales para la amazonia ecuatoriana. [en línea] 2006. [Consulta: 16 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2432>.
11. **GONZALEZ, F.** *Comparación De La Digestibilidad In Vitro, Mediante Incubación Con Líquido Ruminal O Enzimas, En Forrajes De Cereales De Grano Pequeño En Sistemas De Producción De Leche En Pequeña Escala*. 2016.
12. **HERMOSA, B.** Evaluación de cuatro bloques multinutricionales incorporando optigen (0, 0.3, 0.6, 0.9) % como suplemento nutricional y su influencia en la producción láctea en la finca “San Vicente” del cantón Archidona, provincia de Napo. *Tesis* [en línea] 2013. [Consulta: 17 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ba7bf49d-3678-40fb-9f31-0d0bbef83fe1/content>.

13. **INFO PASTOS & FORRAJES.** Pasto imperial (*Axonopus scoparius*, Hitchc). [en línea]. 2022. [Consulta: 19 octubre 2023]. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-corte/ficha-tecnica-del-pasto-imperial-Axonopus-scoparius-hitchc/>.
14. **JV BATEMAN; et al.** Digestibilidad del pasto imperial, *Axonopus scoparius* , y gamalote, *Paspalum fasciculatum* . [en línea], 1962. [Consulta: 25 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19621406205>.
15. **LEÓN, R.; et al.** Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas. 2018
16. **LEYVA, L.; et al.** Prueba de Digestibilidad in vitro con diferentes proporciones de saliva artificial y flora microbiana en alpacas. [en línea]. 2001. [Consulta: 26 enero 2024]. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/veterinaria/v12_n1/prue_diges.htm.
17. **MAE.** Memoria Técnica DRP Morona Santiago. [en línea], 2017 [Consulta: 6 noviembre 2023]. Disponible en: <http://www.ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/Memoria%20T%C3%A9cnica%20DRP%20Morona%20Santiago.pdf>.
18. **MANRÍQUEZ, J.** La Digestibilidad Como Criterio De Evaluación De Alimentos - Su Aplicación En Peces Y En La Conservación Del Medio Ambiente. [en línea]. 2015. [Consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>.
19. **MEUNIER, A.** Ganadería en el sur de la Amazonia ecuatoriana: motor de la colonización e inmutable base de la economía agraria: sera capaz de adaptarse a los nuevos retos?. 2007
20. **OLIVA, M.; et al.** Contenido nutricional, digestibilidad y rendimiento de biomasa de pastos nativos que predominan en las cuencas ganaderas de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba, Amazonas, Perú. [en línea], 2015. [Consulta: 25 febrero 2024]. DOI 10.17268/sci.agropecu.2015.03.07. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>.
21. **ORTIZ, I.** Comportamiento agronomico y composicion quimica del pasto de corte gramalote morado (*Axonopus scoparius*) en diferentes estados de madurez en el canton San Lorenzo-Esmeraldas. [en línea], 2015. [Consulta: 11 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ba7bf49d-3678-40fb-9f31-0d0bbef83fe1/content>.
22. **PINTADO, X. & VÁSQUEZ, C.** Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreoen los sistemas de producción en el cantón Cuenc. [en línea], 2016. [Consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25554/1/tesis.pdf.pdf>.
23. **RIERA, L. & COL.** Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 1991.

- 24. REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCION AGROECOLOGICAS.** Comparación de la técnica de digestibilidad in vitro con la in situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. [en línea], 2011. [Consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/issue/view/55/25>.
- 25. RODRIGUEZ, Y.** Evaluación Nutricional Del Pasto De Corte Imperial60(*Axonopus scoparius*) Mediante dos Métodos De Fertilización. [en línea], 2018. [Consulta: 25 febrero 2024]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21232/1056688291.pdf;jsessionid=AABE23C808F8C810D06E9E9AAE0606BF.jvm1?sequence=1>.
- 26. RUIZ, R.** Vista de Comparación de dos métodos in vitro para estimar la digestibilidad de pastos tropicales en rumiantes. [en línea]. 2011. [Consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en: <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/view/9/6>.
- 27. TECNAL.** Digestibilidad En Pepsina: Entienda Este Análisis. [en línea]. 2001. [Consulta: 25 enero 2024]. Disponible en: https://tecnal.com.br/es/blog/173_digestibilidad_en_pepsina_entienda_este_analisis.
- 28. TORRES, G.; et al.** Comparación De Las Técnicas In Situ, In Vitro Y enzimática (Celulasa) Para Estimar La Digestibilidad De Forrajes Enovinos. [en línea], 2009 [Consulta: 22 febrero 2024]. ISSN 1682-3419. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371838850002>.
- 29. UFFIP.** La Altura Del Forraje Como Herramienta Para El Manejo De Sistemas Pastoriles Sobre Campo Natural. [en línea], 2020. [Consulta: 25 febrero 2024]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5567/1/065-UFFIP.pdf>.
- 30. UNIÓN GANADERA REGIONAL DE JALISCO.** Sistema digestivo de la vaca. [en línea]. 2024. [Consulta: 22 febrero 2024]. Disponible en: https://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=388&Itemid=138.
- 31. VALDÉS, R. & BALBÍN, M.** Fotosíntesis. Mimeografía. 1992,
- 32. VASQUEZ, J.** Cultivares de *Axonopus scoparius* (maicillo verde y morada) Y Dos Biofertilizantes (Biol y Lixiviado de Lombricompost). 2020.
- 33. VINHAS, L.; et al.** Digestibilidad in vitro de gramíneas *Brachiaria* con líquido ruminal bovino y ovino como inóculo. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias* [en línea], 2021, vol. 12, no. 4, [Consulta: 10 diciembre 2023]. ISSN 20071124. DOI 10.22319/rmcp.v12i4.5294. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v12n4/2448-6698-rmcp-12-04-1045-es.pdf>.



ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DEL PASTO *Axonopus scoparius*



ANEXO B: AFORO DEL PASTO



ANEXO C: CORTE Y PESADO DEL PASTO



ANEXO D: PICADO DEL PASTO



ANEXO E: ENFUNDADO Y SELLADO DEL PASTO



ANEXO F: CONGELACIÓN DE LAS FUNDAS SELLADAS



ANEXO G: PESADO DE LA MATERIA VERDE PARA LABORATORIO



ANEXO H: TARAR LOS CRISOLES Y FUNDAS



ANEXO I: COLOCAR 60 GR MATERIA VERDE EN LAS FUNDAS



ANEXO J: INGRESO DE LA M.V CON LA FUNDA DE PAPEL EN LA ESTUFA



ANEXO K: OBTENCIÓN DE MATERIA SECA



ANEXO N: REPARACIÓN DE LA SALIVA ARTIFICIAL



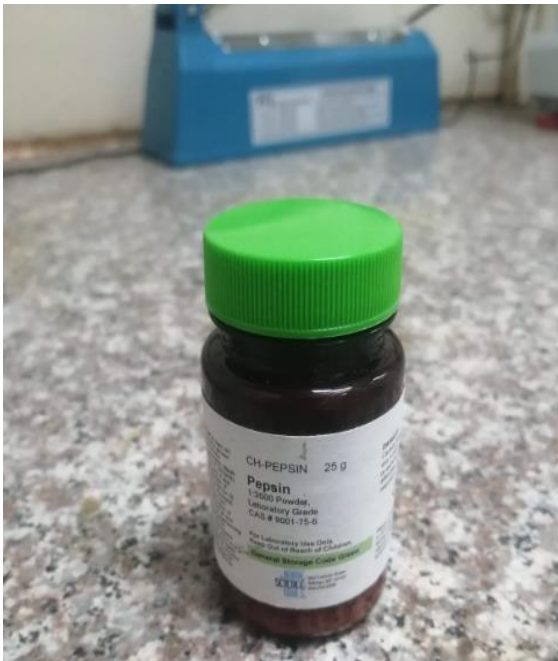
ANEXO Ñ: COLOCAR LA MATERIA SECA MOLIDA EN LAS FUNDAS DE CELULOSA



ANEXO O: REALIZACIÓN DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO



ANEXO P: PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PEPSINA



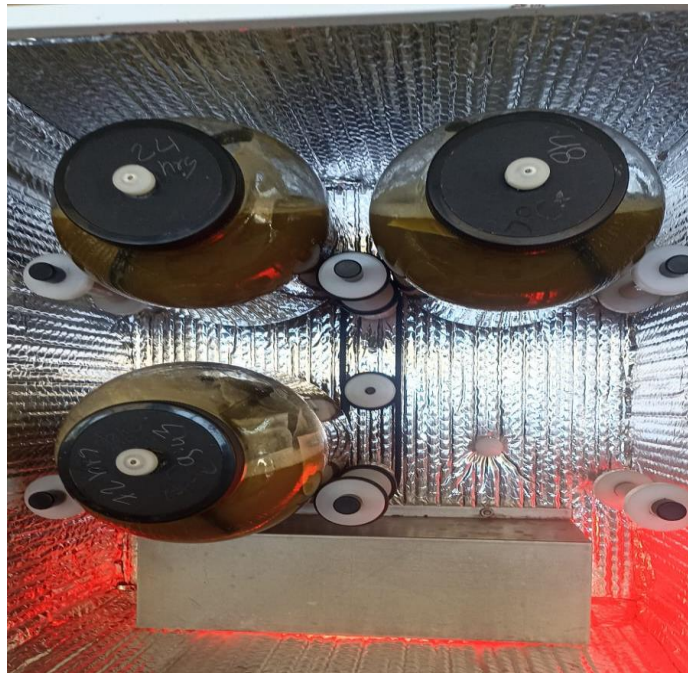
ANEXO Q: OBTENCIÓN DEL LICOR RUMINAL EN CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA



ANEXO R: COLOCAR EL LICOR RUMINAL PURGADO CON CO₂ Y LOS DEMÁS COMPONENTES PARA DIGESTIBILIDAD



ANEXO S: COLOCAR LOS COMPARTIMENTOS CON SUS RESPECTIVAS MUESTRAS EN EL EQUIPO DAYSI (24-48-72)



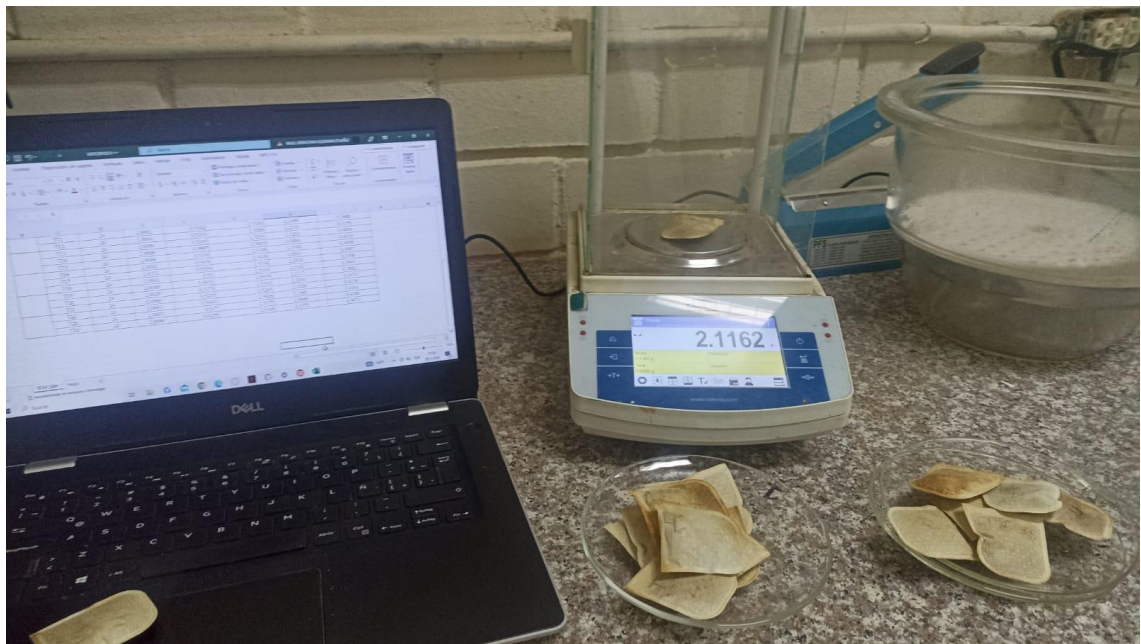
ANEXO T: RETIRAR LAS MUESTRAS DEL EQUIPO PARA LAVARLOS Y ENJUAGARLOS CON AGUA DESTILADA



ANEXO U: INGRESAR LAS MUESTRAS ENJUAGADAS EN LA ESTUFA



ANEXO V: SACAR LAS MUESTRAS Y PESAR



ANEXO W: OFICIO DE AUTORIZACIÓN PARA EL USO DE LABORATORIOS



epoch | Facultad
de Ciencias
Pecuarias

Oficio Nro. ESPOCH-D.FCP-2023-2153-O

Riobamba, 13 de noviembre de 2023

Asunto: FCP: Autorización uso de laboratorios para el desarrollo de Trabajo de Integración Curricular-Sres. Raúl Guzmán y Manuel Zhinin.

Señor Ingeniero
Alex Estuardo Erazo Lara
Director Sede Morona Santiago
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
En su Despacho

De mi consideración:

Con saludo cordial, en respuesta a documento Nro. ESPOCH-DSMS-2023-1826-O, se Autoriza el uso de los Laboratorios de Bromatología para el desarrollo del trabajo de Integración Curricular de: RAUL GUZMAN Y MANUEL ZHININ, estudiantes de la carrera de Zootecnia de la Sede Morona Santiago con el tema: **“DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO AXONOPUS SCOPARIUS EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**, para su uso se solicita coordine con los Técnicos Docentes responsables de los mismos.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,
SABER PARA SER

Documento firmado electrónicamente

Ing. Jose Vicente Trujillo Villacis
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

Referencias:
- ESPOCH-DSMS-2023-1826-O

Copia:
Señora Ingeniera
Carmen Alicia Zavala Toscano
Técnico Docente FCP

vc



Documento firmado electrónicamente por:
JOSE VICENTE
TRUJILLO VILLACIS



Riobamba-Ecuador
Panamericana Sur km 1 1/2
Codigo Postal: EC060155

Teléfono: 593 (03) 2998-200
Telefax: (03) 2 317-001

epoch.edu.ec

ANEXO X: CERTIFICADO DE AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO A LAS FINCAS



epoch | MORONA SANTIAGO

AUTORIZACIÓN DE LA ENTRADA A LA FINCA Y LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS E INFORMACIÓN

CANTÓN: *Santiago de Mendez*
PARROQUIA: *San Luis del Acha*
UBICACIÓN: *Plan grande*
FECHA: *17 de Noviembre del 2023*
PROPIETARIO: *Manuel Gomez*
TELÉFONO: *097 9890473*

Yo, *Manuel Gomez* con CI. *1400153134* certifico que los señores estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo realizaron el levantamiento de muestras de forraje, suelo e información socioeconómica de mi finca ganadera ubicada en el cantón *Santiago de Mendez*.

Atentamente,

M6

PROPIETARIO

ANEXO Y: ACTA DE INGRESO AL CAMAL MUNICIPAL DE RIOBAMBA

Señor:

Ing. Rene Zea

Fecha: 15 de Enero de 2024

Gestor de procesos de faenado del camal Municipal de Riobamba

Riobamba, Ecuador

Presente. –



De mi consideración:

Por medio del presente, nos dirigimos a usted con el fin de solicitar la autorización para el ingreso del camal municipal de Riobamba para obtener licor ruminal.

Somos estudiantes de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, de la carrera de zootecnia por la cual requerimos unos 10 litros de licor ruminal con el fin de realizar una tesis con el siguiente tema "DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO *AXONOPUS SCOPARIUS* EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO", dicho producto es obtenido a partir de la fermentación del contenido ruminal de los animales.

Por lo tanto, solicitamos su autorización para ingresar al camal municipal de Riobamba con el fin de recolectar el contenido ruminal de los animales que son sacrificados. Esta recolección se realizará de manera responsable y siguiendo los protocolos de bioseguridad establecidos.

Agradezco su atención a esta solicitud

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Manuel Zhinin', written over a horizontal line.

Manuel Zhinin

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Raúl Guzmán', written over a horizontal line.

Raúl Guzmán

ANEXO Z: CERTIFICADO DE CONSTANCIA DEL USO DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ZOOTECNIA

CERTIFICADO

A QUIEN CORRESPONDA

Tengo a bien certificar que los Srs. Raúl Sebastian Guzmán Zhuño con CI: 140125204-2 y Manuel Rodrigo Zhinin Gomez con CI: 140076233-0, realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal, los análisis de digestibilidad correspondientes a la investigación **"DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL PASTO AXONOPUS SCOPARIUS EN DIFERENTES PISOS ALTITUDINALES DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO"** trabajo realizado en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, mismo que fue desarrollado desde el 15 de Enero del 2023 hasta el 29 de Enero del 2023.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizado al interesado hacer uso del presente en lo que bien tuviere.

Riobamba 29 de enero del 2024

ATENTAMENTE


B.Q. Alicia Zavala

**Técnico Docente de Laboratorio
de Bromatología y Nutrición Animal**

ANEXO AA: ACTA DE CONSTANCIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
 CARRERA DE AGROINDUSTRIA
 CONTROL DE ASISTENCIA DE LOS/AS PRACTICANTES-TESTISTAS



DATOS DEL ESTUDIANTE		
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE	CÉDULA DE IDENTIDAD
Manuel Rodrigo Zhinin Gomez	171	140076233-0
Raúl Sebastián Guzmán Zhuño	170	140125204-2
DATOS DE LA INSTITUCIÓN		
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		
RESPONSABLE		TELÉFONO
B.Q Alicia Zavala		0992883779

FECHA	HORA DE ENTRADA	ACTIVIDADES	HORA DE SALIDA	FIRMA
15/01/2024	09:37 am	Preparación de la saliva artificial	10:30 am	[Firma]
16/01/2024	08:37 am	Preparación del ácido clorhídrico al 6N	9:28 am	[Firma]
23/01/2024	08:20 am	Preparación de la solución de pepsina al 5%	09:45 pm.	[Firma]
23/01/2024	09:38 am	Colocar el licor ruminal en los cubiculos del equipo Daysi	09:45 pm.	[Firma]
23/01/2024	09:40 am	Colocar las muestras en el equipo Daysi	09:45 pm	[Firma]
24/01/2024	09:45 am	Retirar las muestras de la variable 24 horas del equipo Daisy y enjuagar las fundas para luego colocarlas en la estufa durante 48 horas a 40 °C.	12:00 pm	[Firma]
25/01/2024	09:45 am	Retirar las muestras de la variable 48 horas del equipo Daisy y enjuagar las fundas para luego colocarlas en la estufa durante 48 horas a 40 °C.	12:00 pm	[Firma]
26/01/2024	09:45 am	Retirar las muestras de la variable 72 horas del equipo Daisy y enjuagar las fundas para luego colocarlas en la estufa durante 48 horas a 40 °C.	12:00 pm	[Firma]
26/01/2024	12:00 pm	Retirar las muestras de la estufa y pesar de la variable 24 horas	13:00 pm	[Firma]
29/01/2024	12:00 pm	Retirar las muestras de la estufa y pesar de la variable 48 horas	13:00 pm	[Firma]
29/01/2024	12:00 pm	Retirar las muestras de la estufa y pesar de la variable 72 horas	13:00 pm	[Firma]

B.Q Alicia Zavala
 Técnico responsable del Laboratorio

Ing. Patricio Paredes
 Director del trabajo de integración curricular

Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

ANEXO AB: TABLA DE RESULTADOS DE DIGESTIBILIDAD IN VITRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS		
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL		
HOJA DE REPORTE DE RESULTADOS		
1.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CÓDIGO	T1 (Tiempo de Digestión 24 horas) T2 (Tiempo de Digestión 48 horas) T3 (Tiempo de Digestión 72 horas)	
MUESTRA	Pasto gramalote (<i>Axonopus Scoparius</i>)	
ESTADO DE LA MUESTRA	Solida (Materia Seca)	
NOMBRE DE LA MUESTRA	Gramalote en materia seca	
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	15 de enero del 2024	
LUGAR	ESPOCH – LAB. de Bromatología y Nutrición animal	
ANÁLISIS SOLICITADO	Análisis de Digestibilidad: para 3 Tratamientos con 3 repeticiones; un total de 72 muestras.	
2.- RESULTADOS		
Tabla 1: Resultados de los análisis de digestibilidad in vitro del pasto <i>Axonopus scoparius</i> en el equipo Daysi (II) en el lapso de 24 horas, 48 horas y 72 horas.		
T/rep	TIEMPO DE DIGESTIBILIDAD	% DIGESTIBILIDAD
T1R1	24	16,56251562
T1R2	48	21,4529
T1R3	72	27,6353
T2R1	24	20,2439878
T2R2	48	23,9502
T2R3	72	28,1494
T3R1	24	21,62283772
T3R2	48	24,0938
T3R3	72	28,1423
T4R1	24	17,0374
T4R2	48	23,909
T4R3	72	27,6437
T5R1	24	18,8041



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



T5R2	48	22,2239
T5R3	72	26,2756
T6R1	24	18,925
T6R2	48	20,239
T6R3	72	22,9031
T7R1	24	17,385
T7R2	48	28,3407
T7R3	72	26,646
T8R1	24	16,5692
T8R2	48	25,6837
T8R3	72	31,4919
T9R1	24	20,594
T9R2	48	25,6774
T9R3	72	26,8323
T10R1	24	19,03
T10R2	48	29,2127
T10R3	72	25,4037
T11R1	24	18,4382
T11R2	48	28,0558
T11R3	72	26,59
T12R1	24	15,7868
T12R2	48	20,3292
T12R3	72	23,884
T13R1	24	20,2389
T13R2	48	20,257
T13R3	72	21,5485
T14R1	24	20,5888
T14R2	48	22,6771
T14R3	72	29,7076
T15R1	24	18,2895
T15R2	48	23,4653
T15R3	72	27,5026
T16R1	24	22,5327
T16R2	48	23,904
T16R3	72	25,4684
T17R1	24	16,4053
T17R2	48	18,5883
T17R3	72	28,2149
T18R1	24	19,702
T18R2	48	25,6604
T18R3	72	29,7747
T19R1	24	19,325
T19R2	48	25,6894



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



T19R3	72	33,8551
T20R1	24	17,3399
T20R2	48	26,1797
T20R3	72	30,3283
T21R1	24	21,1167
T21R2	48	27,9914
T21R3	72	33,837
T22R1	24	20,719
T22R2	48	25,3267
T22R3	72	24,9925
T23R1	24	20,9327
T23R2	48	26,1567
T23R3	72	28,1755
T24R1	24	19,776
T24R2	48	24,5369
T24R3	72	30,0834

REALIZADO POR: Manuel Rodrigo Zhinin Gomez y Raúl Sebastian Guzmán Zhuño
FUENTE: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal
DIRIGIDO POR: B.Q. Alicia Zavala

ATENTAMENTE.


B.Q. ALICIA ZAVALA

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



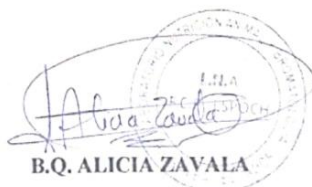
T19R3	72	33,8551
T20R1	24	17,3399
T20R2	48	26,1797
T20R3	72	30,3283
T21R1	24	21,1167
T21R2	48	27,9914
T21R3	72	33,837
T22R1	24	20,719
T22R2	48	25,3267
T22R3	72	24,9925
T23R1	24	20,9327
T23R2	48	26,1567
T23R3	72	28,1755
T24R1	24	19,776
T24R2	48	24,5369
T24R3	72	30,0834

REALIZADO POR: Manuel Rodrigo Zhinin Gomez y Raúl Sebastian Guzmán Zhuño

FUENTE. Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

DIRIGIDO POR: B.Q. Alicia Zavala

ATENTAMENTE.


B.Q. ALICIA ZAVALA

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL

ANEXO AC: PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD

Localidad	T. Digest.	Repeticiones		
		I	II	III
Morona	24	16,56	20,24	21,62
Morona	48	21,45	23,95	24,09
Morona	72	27,64	28,15	28,14
Logroño	24	17,04	18,80	18,93
Logroño	48	23,91	22,22	20,24
Logroño	72	27,64	26,28	22,90
Nueve de O	24	17,39	16,57	20,59
Nueve de O	48	28,34	25,68	25,68
Nueve de O	72	26,65	31,49	26,83
Gualaquiza	24	19,03	18,44	15,79
Gualaquiza	48	29,21	28,06	20,33
Gualaquiza	72	25,40	26,59	23,88
San juan B	24	20,24	20,59	18,29
San juan B	48	20,26	22,68	23,47
San juan B	72	21,55	29,71	27,50
Limon	24	22,53	16,41	19,70
Limon	48	23,90	18,59	25,66
Limon	72	25,47	28,21	29,77
Tiwintza	24	19,32	17,34	21,12
Tiwintza	48	25,69	26,18	27,99
Tiwintza	72	33,86	30,33	33,84
Mendez	24	20,72	20,93	19,78
Mendez	48	25,33	26,16	24,54
Mendez	72	24,99	28,18	30,08

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	P. Fisher
Total	71	1377,19			
Repeticiones	2	1,44	0,72	0,13	0,88
Localidad	7	106,79	15,26	2,74	0,02
T. Digest.	2	907,26	453,63	81,44	0,00
Int. AB	14	105,48	7,53	1,35	0,22
Error	46	256,21	5,57		
CV %			9,96		
Media			23,70		

Separación de medias según Tukey ($p < 0,05$)

Localidad	Media	Grupo
Morona	23,54	ab
Logroño	22,00	b
Nueve de O	24,36	ab
Gualaquiza	22,97	ab
San juan B	22,70	ab
Limon	23,36	ab
Tiwintza	26,18	a

Mendez	24,52	ab
--------	-------	----

T. Digest.	Media	Grupo
24	19,08	c
48	24,32	b
72	27,71	a

Int. AB	Media	Grupo
A1B1	19,48	a
A1B2	23,17	a
A1B3	27,98	a
A2B1	18,26	a
A2B2	22,12	a
A2B3	25,61	a
A3B1	18,18	a
A3B2	26,57	a
A3B3	28,32	a
A4B1	17,75	a
A4B2	25,87	a
A4B3	25,29	a
A5B1	19,71	a
A5B2	22,13	a
A5B3	26,25	a
A6B1	19,55	a
A6B2	22,72	a
A6B3	27,82	a
A7B1	19,26	a
A7B2	26,62	a
A7B3	32,67	a
A8B1	20,48	a
A8B2	25,34	a
A8B3	27,75	a

ANEXO AD: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DEL SITIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR M.S.N.M.

Periodo de digestibilidad	Correlación ®	Determinación r ²	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,233	0,054	20,394	-0,001	0,273
48 horas	0,188	0,035	25,920	-0,001	0,380
72 Horas	0,272	0,074	30,210	-0,002	0,199

ANEXO AE: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA (CM)

Periodo de digestibilidad	Correlación R^2	Determinación r^2	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,1267	0,0161	20,9460	-0,0125	0,5551
48 horas	0,3325	0,1106	31,7404	-0,0498	0,1124
72 Horas	0,5289	0,2797	40,4162	-0,0852	0,0079

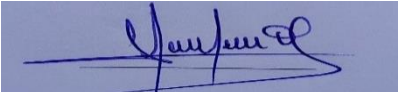
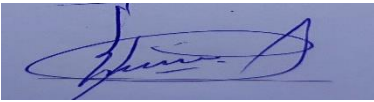
ANEXO AF: COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIBILIDAD EN FUNCIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA (EDAD DE LA PLANTA)

Periodo de digestibilidad	Correlación R^2	Determinación r^2	Regresión (b)	Intersecto (a)	Prob. Fisher
24 horas	0,068	0,005	19,469	-0,049	0,752
48 horas	0,206	0,043	26,101	-0,227	0,333
72 Horas	0,183	0,034	29,416	-0,216	0,391



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 29/ 07 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: MANUEL RODRIGO ZHININ GOMEZ RAÚL SEBASTIAN GUZMÁN ZHUÑO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS PECUARIAS
Carrera: INGENIERIA EN ZOOTECNIA
Título a optar: INGENIERO ZOOTECNISTA
 MANUEL PATRICIO PAREDES OROZCO Nombres y Apellidos Director del Trabajo de Titulación
 LUIS EDUARDO ALEMAN ARIAS Nombres y Apellidos Asesor del Trabajo de Titulación

