



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO  
ZOOTECNISTA

**MODALIDAD INVESTIGATIVA**

**TEMA:**

“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) Y ROJA (*Hylocereus undatus*) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN EL GANADO BOVINO”.

**AUTORES:**

PINCAY VÁSQUEZ CINTHIA ALEXANDRA  
SOLÓRZANO CADENA KELVIN ENRIQUE

**TUTOR:**

Dr. EDIS MACÍAS RODRÍGUEZ PhD.

**LODANA, SANTA ANA-MANABÍ, ECUADOR**

**2021**

**TEMA:**

“DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) Y ROJA (*Hylocereus undatus*) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN EL GANADO BOVINO.”

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir una etapa extraordinaria, queremos extender un profundo agradecimiento, a todas aquellas personas que nos ayudaron a hacer posible este gran logro, aquellos que junto a nosotros caminaron en cada momento y sirvieron de apoyo, fortaleza y sobre todo de motivación.

En primera instancia a DIOS, y a nuestros padres, por guiarnos en el camino correcto, siendo partícipes de cada esfuerzo realizado. A maestros, personas de gran sabiduría que nos han transmitido sus mejores conocimientos.

A la Universidad Técnica De Manabí y sobre todo a la facultad de Ciencias Veterinarias, por las oportunidades brindadas. A la Ing. Katherine Moreira, por todo el apoyo y la compañía que nos otorgó en el proceso de nuestro trabajo de investigación.

Y en agradecimiento especial a nuestro tutor Dr. Edis Macías Rodríguez PhD., por cada ayuda y guía brindada, en cada etapa de la ejecución de nuestra tesis.

Gracias a cada uno de ellos, y a aquellas otras personas que estuvieron presentes.

**Los autores.**

## **DEDICATORIA**

Es importante para mí haber alcanzado esta nueva meta en mi vida, la cual se la dedico en primer lugar a Dios por haberme dado la vida, me ha mantenido con salud y fortalezas, posteriormente a mis padres Vicente Solórzano Villamar (+) y Norma Cadena Macías quienes me han ayudado incondicionalmente en cada una de las circunstancias de mi vida, me enseñaron que los méritos se ganan con sacrificio, siempre me brindaron el amor, el apoyo y la comprensión durante la trayectoria de esta hermosa carrera universitaria como es la Medicina Veterinaria.

La vida me ha regalado cosas muy especiales cabe mencionar a mis cinco madres que me regaló la vida y que me brindaron ese calor de madre en el que uno se siente refugiado, Ángela Macías (+), Norma Cadena, Natalia Mendoza, Nury Álava y María Mendoza esto también va por cada una de ustedes.

De manera especial, le dedico este logro a mis tíos Carlos Solórzano Zambrano (+) y Natalia Mendoza Villamar y mi primo José Murillo Mendoza ya que siempre me dieron consejos de sabiduría y el apoyo incondicional.

Esto también va por cada uno de mis hermanos y demás primos y amigos en especial a Jair García Zambrano que de una u otra manera estuvieron para darme ese empujón hacia la cima de esta meta Universitaria.

¡Muchas gracias!

**Solórzano Cadena Kelvin Enrique.**

## **DEDICATORIA**

Llena de regocijo, de amor y felicidad dedico este trabajo, en primer lugar, a DIOS que por su infinita bondad ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, el que me acompaña y siempre me levanta de mis continuos tropiezos, ayudándome a aprender de mis errores y mejorar cada día.

A mi papá Isidro Pincay y a mi mamá Mirelly Vásquez, que a pesar de las circunstancias y de los momentos difíciles, han estado pendiente de cada paso y cada momento de mi vida, por el apoyo que me han brindado el cariño y el amor que me dan, es por ello y para ellos que les dedico este trabajo como ofrenda de la paciencia que me han dedicado y porque sé el orgullo que sienten.

A mis hermanas Glenda, Arelys y a mi hermano Anthony, les agradezco no solo por estar presentes en cada momento de mi vida, si no por cada risa, cada sueño y cada batalla que seguimos enfrentando, siempre unidos para lograr cada uno de nuestros objetivos. De la misma manera a mis abuelos, tíos, tías, primos, que me han brindado su confianza, sus consejos y sobre todo por creer en mí.

Por último y no menos importante, a una persona en especial, que en todo mi proceso académico ha estado conmigo incluso en aquellos días más turbulentos, siendo mi mayor soporte, ayudándome con sus consejos, para no decaer y seguir avanzando.

A cada uno de ellos, gracias por todo, por sentirse orgullosos de mí, por brindarme sus afectos y cariños lo cual provocan el detonante de mi felicidad, de mi esfuerzo y mis ganas de seguir construyendo mis sueños. ¡Muchas gracias!

**Pincay Vásquez Cinthia Alexandra.**

## CERTIFICACIÓN.

Yo, Dr. Edis Macías Rodríguez PhD como Tutor del presente trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**Determinación de la composición química, digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*) como alternativa de alimentación en el ganado bovino**” realizada por los señores egresados: Pincay Vásquez Cinthia Alexandra y Solórzano Cadena Kelvin Enrique, se desarrolló y culminó bajo mi supervisión, considerando que el presente trabajo listo para ser presentados al H. Consejo Directivo.

Cumpliendo a cabalidad con los requisitos que para efecto se requiere.

.....

Dr. Edis Macías Rodríguez PhD.

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TEMA:**

“Determinación de la composición química, digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*) como alternativa de alimentación en el ganado bovino”

**TESIS DE GRADO:**

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Sustentación legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención de Título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR EL TRIBUNAL**

.....  
**Dr. Edis Macías Rodríguez, PhD.**  
**PhD. DECANO FCV**

.....  
**Dr. Edis Macías Rodríguez.**  
**TUTOR DE TESIS**

.....  
**Dr. Sixto Reyna Gallegos, PhD.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....  
**Dra. Laura De la Cruz Veliz, Mg Sc.**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**MVZ. Juan Cristóbal Pauta Lavanda, Mg Sc**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AUTORÍA.**

Las ideas conclusiones y recomendaciones, así como los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo, son propiedad exclusiva de los autores, queda prohibida la reproducción total o parcial de este trabajo.

AUTORES:

---

**Cinthia Pincay Vásquez**

**C.I 131559037-0**

---

**Kelvin Solorzano Cadena**

**C.I 131577788-6**

Declaración sobre derechos de autor.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA:.....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
DEDICATORIA.....	3
DEDICATORIA.....	4
CERTIFICACIÓN.....	5
APROBADA POR EL TRIBUNAL.....	6
AUTORÍA.....	7
RESUMEN .....	11
SUMMARY .....	12
CAPÍTULO I .....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. PROBLEMÁTICA .....	14
CAPÍTULO II.....	15
2. ANTECEDENTES.....	15
CAPÍTULO III.....	16
3. JUSTIFICACIÓN.....	16
CAPÍTULO IV .....	17
4. OBJETIVOS.....	17
4.1. Objetivo general.....	17
5.1. Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO V.....	18
6. MARCO REFERENCIAL.....	18
6.1. Cultivo de la Pitahaya.....	18
6.2. Contribución de la pitahaya en la alimentación del ganado bovino.....	18
6.3. Fisiología ruminal.....	19
6.4. La digestibilidad <i>in vitro</i> .....	21
6.5. Degradabilidad <i>in situ</i> .....	23
CAPÍTULO VI .....	24
7. METODOLOGÍA.....	24
7.1. Lugar del experimento.....	24
7.2. Tiempo del experimento.....	24
7.3. Técnica.....	25
7.4. Recursos:.....	25
7.6. Variedades a evaluarse.....	27

7.7.	Tiempo de incubación <i>in vitro</i> .....	27
7.8.	Tiempo de incubación <i>in situ</i> .....	27
7.9.	Diseño experimental.....	27
7.9.1.	ADEVA.....	28
CAPÍTULO VII.....		29
7	RESULTADOS.....	29
7.1.	Composición química de la pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) y roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ). .....	29
7.2.	7.3. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) y de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya. ....	31
7.2.1.	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca a las 24 horas. ....	31
7.2.2.	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca a las 48 horas. ....	32
7.3.	Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) y de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya. ....	33
7.3.1.	Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca a las 3, 6, 12, 24, 48, 72 horas. ....	33
CAPÍTULO VIII .....		38
8.	DISCUSIÓN.....	38
8.1.	Bromatología del residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya roja y amarilla. ....	38
8.2.	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca del tipo de residuo y variedad de la pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) y roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ). ....	39
8.3.	Degradabilidad <i>in situ</i> del tipo de residuo y variedad de la pitahaya amarilla ( <i>Selenicereus megalanthus</i> ) y roja ( <i>Hylocereus undatus</i> ). ....	40
CAPÍTULO IX .....		41
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
9.1.	Conclusiones.....	41
9.2.	Recomendaciones. ....	42
CAPÍTULO X.....		43
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	43
CAPÍTULO XI .....		44
PRESUPUESTO VALORADO .....		44
CAPÍTULO XII .....		45
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXOS .....		50
ABREVIATURAS.....		68

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Análisis bromatológico de la Pitahaya (roja y amarilla). .....	29
Tabla 2 Análisis de Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) a las 24 h del tipo de residuo (poda y cosecha) y variedad.....	31
Tabla 3 Análisis de Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) a las 48 h del tipo de residuo (poda y cosecha) y variedad.....	32
Tabla 4 Análisis de la Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (DISMS) del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya. ....	33
Tabla 5 Análisis de la Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (DISMS) de la variedad (roja y amarilla) de la pitahaya. ....	34
Tabla 6 Análisis de la interacción tipo de residuo de poda y cosecha de la pitahaya x variedad, en la degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca DISMS. ....	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Interacción de la digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya a las 48h.	33
Gráfico 2 Interacción de la degradabilidad <i>in situ</i> 24 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.....	35
Gráfico 3 Interacción de la degradabilidad <i>in situ</i> 48 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.....	36
Gráfico 4 Interacción de la degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca a las 72 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.....	36
Gráfico 5 Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca de las variedades de la pitahaya. ..	37
Gráfico 6 Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca del tipo de residuo de la pitahaya.	37

## RESUMEN

Se evaluó la composición química, la digestibilidad *in vitro* (DIV), y degradabilidad *in situ* (DIS) del residuo de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*). La investigación se realizó en el Centro Experimental de Medicina Veterinaria y en los laboratorios agropecuarios de Lodana. El diseño experimental para el análisis de la DIV y DIS, es completamente al azar con arreglo factorial (2x2) 2 residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) x 2 variedades (roja y amarilla) en dos diferentes tiempos de incubación y en 3 repeticiones. Para la DIV, se establecieron horarios de 24h y 48h, y para la DIS horarios de 3h, 6h, 12h, 24h, 48h, y 72h. Se mostró que el tallo tiene mayor contenido de fibra detergente neutra (FDN) con un 42.99% el tallo rojo (TR) y 53.88% el tallo amarillo (TA) en comparación de la fruta amarilla (FA) que contiene 17.54% y la fruta roja (FR) 25.06%. Con respecto a la proteína cruda (PC), la FR se destaca con un 8.88%, mientras que la FA contiene 5.67%, el TR 8.66% y el TA 4.97%. En la DIV de 24h y 48h, se determina que existen diferencias estadísticas del tipo de residuo de pitahaya [24h (P= 0.0005)] y [48h (P= 0.0005)], siendo la fruta más digestible que el tallo, las variedades no presentaron diferencias estadísticas. En la DIS, se manifiestan diferencias estadísticas del tipo de residuo de poda y cosecha durante los horarios establecidos siendo (P= <.0001) y en las variedades solo se determinan diferencias estadísticas a partir de las 12h, 24h, 48h y 72h, siendo (P= 0.0388), (P= 0.0419), (P= 0.0047) y (P= 0.0086) respectivamente. Es aconsejable suministrar, de preferencia, el tallo de la variedad roja como alternativa en la alimentación de ganado bovino en época seca, debido a su mayor disponibilidad en la zona, además tiene considerable DIV, DIS y contenido de FDN.

**Palabras claves:** composición química, variedad, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), proteína cruda (PC).

## SUMMARY

The chemical composition, *in vitro* digestibility (IVD), and *in situ* degradability (DIS) of the pruning and harvest residue (stem and fruit) of the yellow (*Selenicereus megalanthus*) and red (*Hylocereus undatus*) pitahaya were evaluated. The research was carried out in the Experimental Center of Veterinary Medicine and in the agricultural laboratories of Lodana. The experimental design for the analysis of DIV and DIS is completely random with factorial arrangement (2x2) 2 pruning and harvest residues (stem and fruit) x 2 varieties (red and yellow) in two different incubation times and in 3 repetitions. For IVD, hours of 24 hours and 48 hours were established, and for DIS hours of 3 hours, 6 hours, 12 hours, 24 hours, 48 hours, and 72 hours. It was shown that the stem has a higher content of neutral detergent fiber (NDF) with 42.99% the red stem (TR) and 53.88% the yellow stem (TA) compared to the yellow fruit (FA) that contain 17.54% and the fruit red (FR) 25.06%. Regarding crude protein (PC), FR stands out with 8.88%, while FA contains 5.67%, TR 8.66% and TA 4.97%. In the IVD of 24h and 48h, it is determined that there are statistical differences in the type of pitahaya residue [24h ( $P = 0.0005$ )] and [48h ( $P = 0.0005$ )], the fruit being more digestible than the stem, the varieties are not presented statistical differences. In DIS, statistical differences of the type of pruning and harvest residue are manifested during the established hours being ( $P = <.0001$ ) and in the varieties statistical differences are only determined after 12h, 24h, 48h and 72h, being ( $P = 0.0388$ ), ( $P = 0.0419$ ), ( $P = 0.0047$ ) and ( $P = 0.0086$ ) respectively. It is advisable to supply, preferably, the stem of the red variety as an alternative in the feeding of cattle in the dry season, due to its greater availability in the area, it also has considerable DIV, DIS and NDF content.

**Keywords:** chemical composition, variety, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), crude protein (PC).

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la época seca disminuye la producción de pastos (gramíneas y forrajes), y los productores se ven forzados a buscar fuentes de alimentos para sus animales, por este motivo se realizó un estudio sobre las características nutricionales, la digestibilidad y degradabilidad que puede aportar la pitahaya en forma de forraje a los bovinos.

La pitahaya (*Hylocereus spp*) es una planta cactácea perenne, trepadora, que por lo general crece sobre árboles o piedras debido a que no puede sostenerse por sí misma., de igual manera esta produce un fruto globoso, que tiene forma elipsoidal a óvalo, de 10 a 12 cm de diámetro, con pulpa blanca y numerosas semillas dispersas de color negro (Alma, et al. 2008).

Por otro lado, Manzanero, et al. (2014) indica que: La pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) son especies de importancia económica, cultivo y demanda en el mercado, así mismo estas fueron domesticadas desde épocas precolombinas en climas tropicales y subtropicales.

Es por este motivo que la pitahaya roja y amarilla se las considera como una de las plantas que reúne características favorables que optimizan el crecimiento en el trópico, donde las condiciones ambientales no son las adecuadas para otros tipos de plantas que sirven de especie forrajera para el ganado bovino.

Castillo, (2006). Detalla que los tallos pueden ser consumidos como verdura y como forraje; ya que estos son ricos en hierro y carbohidratos, su valor energético también es superior a lo reportado en otras verduras comunes como la zanahoria y la lechuga.

## **1.1. PROBLEMÁTICA**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

Uno de los principales problemas de la ganadería bovina es la escasez de forraje durante la época seca, de tal manera hay la disponibilidad de utilizar residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya (roja y amarilla) como una alternativa en la alimentación de la ganadería bovina, de esta manera aportando en la nutrición de los animales. Por lo tanto, este trabajo tiene como propósito obtener los conocimientos necesarios de las características nutricionales, digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de la Pitahaya en forma de forraje para la alimentación bovina.

### **1.1.2. Descripción del problema.**

La falta de información sobre las características nutricionales, digestibilidad y degradabilidad que pueden aportar los residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) de la Pitahaya roja y amarilla en la alimentación de la ganadería bovina, hace que los productores no se enfoquen en estos. Cabe recalcar que la Pitahaya es un cultivo que se está generando recientemente por lo que aún no tiene popularidad como alternativa en la alimentación de la ganadería bovina.

### **1.1.3. Hipótesis.**

La digestibilidad *in vitro*, la degradabilidad *in situ* y el contenido de fibra detergente neutra, hacen de los residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya roja y amarilla una alternativa adecuada para la alimentación de ganado bovino en época seca.

## CAPÍTULO II

### 2. ANTECEDENTES

Las plantas de pitahaya son originarias de América, desde México hasta Argentina, destacándose como máximos productores Colombia y México. El cultivo de esta planta se fue extendiendo a diferentes partes del mundo como Vietnam, Australia, Israel, Isla Reunión (Francia), entre otros. Clemente, (2010).

Andrade, & Ruano. (2016), Expresan que generalmente el cultivo de la pitahaya se ubica en zonas tropicales y amazónica, actualmente en Ecuador se está produciendo la pitahaya amarilla en la región sierra y oriente, mientras que en la costa se cultiva la pitahaya roja. Las principales provincias donde se cultiva la Pitahaya son: Imbabura, Pichincha, Santo Domingo, Bolívar, Loja, Manabí, Los Ríos, Santa Elena, Guayas, Napo y Morona Santiago.

No existen investigaciones científicas que comprueben el beneficio sobre la implementación de residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) de la Pitahaya como alternativa en la alimentación de la ganadería bovina. Sin embargo, algunos ganaderos de zonas como Santa Ana, Rocafuerte, Tosagua y Chone que se dedican a la crianza de bovinos, utilizan los residuos de poda y cosecha (tallos y frutos) de pitahaya como alternativa de alimentación para sus animales. Cabe recalcar que los productores también cuentan con otras variedades de residuos de poda y cosechas como la panca de maíz, pastos de corte, ensilajes de maíz, entre otros (MAGAP, 2019).

## CAPÍTULO III

### 3. JUSTIFICACIÓN.

El fin de esta investigación fue dar a conocer a los productores acerca de la Pitahaya en forma de suplemento alimenticio, determinando e investigando las principales características y beneficios que se obtienen a través de la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ*. y a su vez aplicarlos en el ámbito profesional.

En el Ecuador existe una gran capacidad de producción de pitahaya descrita por el Proyecto Nacional de Mosca de la fruta (PNMF) indicando que en el 2018 se monitorearon alrededor de 1.478 hectáreas de cultivo de pitahaya a nivel nacional, las mismas que pueden crecer en terrenos fértiles por lo que las personas se dedican a esta actividad agrícola. Actualmente la pitahaya es exportada, teniendo en cuenta que esta solo se aprovecha el fruto, dedicado al consumo humano, así mismo siendo parte de la canasta productiva del país (MAGAP, 2019).

A nivel de la Provincia de Manabí, existen un total de 15 cantones con sembrío de Pitahaya, con 65 sitios de producción; 38 certificados, 225 hectáreas monitoreadas, y 105 de ellas se encuentran certificadas para la exportación. De ejemplo se menciona a Rocafuerte, con 90 hectáreas (Redacción Expresiones, 2019).

Generalmente los productores desechan todo el residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya, la cual puede ser aprovechada por las personas que se encargan de la crianza de ganadería bovina, usándola como alternativa en la alimentación de los animales en la época de sequía, ya que la pitahaya aporta niveles considerables de digestibilidad y degradabilidad, además de su aporte de fibra que es esencial para la alimentación de los rumiantes.

## CAPÍTULO IV

### 4. OBJETIVOS.

#### 4.1. Objetivo general.

5. Determinar la composición química, la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ* de la pitahaya amarilla y roja, como alternativa de alimentación en el ganado bovino.

#### 5.1. Objetivos específicos.

- ✓ Caracterizar la composición química del residuo de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya amarilla y roja mediante análisis bromatológico.
- ✓ Determinar la digestibilidad *in vitro* del residuo de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya amarilla y roja a las 24 y 48 horas de incubación.
- ✓ Medir la degradabilidad *in situ*, del residuo de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya amarilla y roja a las 3h, 6h, 12h, 24h, 48h y 72 horas de incubación.

## CAPÍTULO V

### 6. MARCO REFERENCIAL.

#### 6.1. Cultivo de la Pitahaya.

Huachi, et al. (2015) detalla que: A nivel mundial la familia de la Pitahaya está compuesta por un alrededor de 2.000 especies, las mismas que se encuentran distribuidas en el continente americano (México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Brasil, Colombia y Ecuador) y asiático (Vietnam, Malasia, Tailandia y Taiwán).

A nivel del Ecuador el cultivo de pitahaya es relativamente nuevo, sin embargo, se encuentran diversas variedades las cuales estas fueron introducidas desde Colombia siendo este un país pionero en la exportación de este producto hacia el mercado europeo, de igual manera también existe un tipo de variedad local indígena en el sector del Cantón Palora en la provincia de Morona Santiago (González, 2009).

Vásquez, et al. (2016) indica que: Entre las variedades existentes se encuentran dos tipos de pitahaya, tanto la de cáscara amarilla (*Selenicereus mealanthus*) la cual se la considera con mayor demanda en el mercado, y la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

Teniendo en cuenta que el éxito de esta producción se debe al manejo que se le dé a la cosecha, ya que se debe contar con ciertas condiciones ambientales, puesto que la pitahaya crece entre 500 y 1.900 msnm, con una temperatura entre 18 y 25° C, una pluviosidad que fluctúa entre 1.200 y 2.500 mm año<sup>-1</sup> y humedad relativa entre 70 y 80% (Vásquez, et al. 2016).

#### 6.2. Contribución de la pitahaya en la alimentación del ganado bovino.

En cuanto lo que indica Castillo, (2006): La pitahaya, así mismo puede ser consumida como forrajes para el ganado bovino, las cuales son ricas en hierro y carbohidratos, además su valor energético es superior a otras verduras tales, como zanahoria, lechuga.

En cuanto a la composición nutricional del tallo de la pitahaya, en una investigación realizada en una plantación experimental en México, se determinaron contenidos de fibra cruda de 7,86 a 14,79g, y con un contenido de proteína cruda de 11,8 a 24,49g, así mismo presentando menor proporción de cenizas de alrededor de 10,80 a 14,90g y un extracto etéreo de 0,64g a 1,46g, de igual manera mostrando contenido de minerales de K 4,83mg/kg<sup>-1</sup> y Zn de 34,02 mg/kg<sup>-1</sup> (Montesinos. et al. 2015).

En ciertos parámetros de pastoreo, se llegan a presentar interacciones entre las plantas y el animal en este caso el bovino, la cual influye de manera cualitativa y cuantitativa en el consumo de nutrientes (Gutiérrez, et al. 2005).

Gutiérrez, et al. (2005), determinan que: Tanto las características químicas y estructurales de la poda de la pitahaya, así mismo la composición botánica y las prácticas de manejo que se establezcan, proceden a regular el consumo y de igual manera el comportamiento del animal. Así mismo el control de este indicador, forma parte de un estudio completo de nutrición, fisiología digestiva, y sobre todo la bioquímica nutricional, permitiendo la relación aporte-producción y de la misma manera procesos fisiológicos que suele producirse en el organismo del animal.

### **6.3. Fisiología ruminal.**

Los rumiantes son herbívoros, es decir tienen la capacidad de alimentarse de pastos y forrajes que contienen carbohidratos fibrosos; sin embargo, estos animales no poseen enzimas que puedan digerirlos, por lo tanto, poseen microorganismos presentes en el rumen (bacterias, protozoarios y hongos). A partir de esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante alcanza características particulares, debido a que la degradación del alimento se realiza, por digestión fermentativa, y no por la acción de enzimas digestivas, y los procesos fermentativos tienen lugar por diferentes tipos de microorganismos a los que el rumiante aloja en sus divertículos estomacales (Gutiérrez,2015).

La fermentación ruminal en el bovino es realizada por bacterias y protozoos de distintos géneros y especies, de la cual se agrega levaduras y hongos. Estos fermentan los alimentos, dando origen a los AGV,  $\text{NH}_4$ , materia orgánica microbiana, ácidos lácticos, gas, etc. Existen diferentes factores que van a interferir en la cantidad de microorganismos, tales como la dieta, la frecuencia del suministro, nivel de consumo, etc (Balcarce, 2014).

Al rumen se lo puede considerar como una formidable cuba de fermentación, con ambientes de temperatura, y anaerobiosis, es decir, eliminación del aire de los gases producidos por la fermentación. La acidez es más variable pues los productos finales de la acción bacteriana son ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) los cuales son neutralizados por la saliva (García, et al. 2012).

Correa, 2012, indica que: Las condiciones fisicoquímicas que se consideran adecuadas para que exista el correcto funcionamiento del rumen son: pH (normal 6-7), osmolaridad (240-300 mOsm), temperatura (38-42°C) y un medio reductor por excelencia (potencial de óxido-reducción entre 300 y 350mV).

### **6.3.1. Microbiología del rumen.**

Como se mencionó con anterioridad, el rumen cuenta con una población microbiana compuesta por bacterias, protozoos y levaduras. Es necesario la ausencia de aire (oxígeno) en el rumen y así se favorezca el crecimiento de bacterias especiales, entre ellas las que pueden digerir las paredes de las plantas (celulosa) para lograr producir azúcares sencillos (Correa, 2012).

### **6.3.2. Bacterias del rumen.**

Estas bacterias que se encuentran en el rumen se encargan de la degradación o utilizan productos tales como la celulosa, hemicelulosa, almidón, azúcares, ácidos intermedios, proteína, lípidos y producen metano. La mayoría de las bacterias tienen la capacidad de fermentar más de un sustrato. Los microorganismos fermentan la glucosa para obtener energía para crecer y producir ácidos grasos volátiles. Estos ácidos grasos volátiles cruzan las paredes del rumen y sirven como fuente de energía para la vaca. Las bacterias son capaces de utilizar amoníaco o urea como fuente de nitrógeno para producir aminoácidos (Correa, 2012).

### **6.3.3. Hongos.**

Los hongos constituyen alrededor de un 8% de la biomasa ruminal. La característica más importante de los hongos en el ecosistema ruminal es la capacidad que tienen para degradar la celulosa unida a la lignina. Esto se da debido a un efecto mecánico de las hifas que se introducen en las cutículas y paredes celulares lignificadas y al dividirse la rompen, de esta manera exponiendo los carbohidratos estructurales (Correa, 2012).

Los hongos se encargan de producir todas las enzimas necesarias para lograr la despolimerización tanto de células como de hemicelulosa y para la hidrólisis de oligosacáridos libres. Las enzimas que se producen son extracelulares y son producidas

durante el estado vegetativo y por las zoosporas del hongo. Su máxima actividad se da en amplios rangos de temperatura y pH (Buitrago, 2008).

#### **6.3.4. Protozoos.**

Estos representan la microfauna del rumen, su desarrollo se favorece a un pH superior a 6 y a pesar de que se encuentran normalmente presentes, no son imprescindibles para el funcionamiento ruminal ni para la supervivencia del animal. Los protozoos son beneficiosos al moderar la fermentación amilolítica, en parte se debe a que consumen preferentemente bacterias amilolíticas y además engloban trozos de almidón que pasa al intestino dentro del protozoo y evitan la fermentación ruminal, de esta forma provee de forma directa la glucosa para el animal (Correa, 2012).

#### **6.4. La digestibilidad *in vitro*.**

La digestibilidad está relacionada, en que no todo lo que el animal consuma será asimilado por su organismo, ya que un cierto porcentaje se elimina por diferentes mecanismos, porque generalmente no resulta tan útil. Por lo que en la nutrición animal la digestibilidad se la define como la capacidad de un determinado principio inmediato de ser realmente asimilado por el animal (Ayanz, A. 2006).

##### **6.4.1. Determinantes de la digestibilidad.**

Cortez, (2003), menciona que: Es importante conocer la digestibilidad de los alimentos para poder implantar el valor nutritivo de estos, para así determinar las raciones de los animales rumiantes. Para realizar la determinación de la digestibilidad *in vivo* es un proceso laborioso y costoso. Este Proceso se ve afectado por algunos factores, entre ellos está el tipo de ración, el nivel y pauta de ingestión de los alimentos, así mismo depende de la especie animal y estado fisiológico en el que se encuentre el animal.

Mediante la técnica de digestibilidad *in vitro* se evitan todas las labores que se realizan en la digestibilidad *in vivo*. Mediante la técnica de laboratorio resulta ser más económica y rápida para realizar la evaluación de un determinado alimento. La técnica *in vitro* es muy utilizada, debido a que en esta se produce una fermentación muy similar a la que ocurre en el rumen (Cortez, 2003).

El método por diferencia consiste en decretar previamente el alimento que va a acompañar el alimento problema, generalmente el alimento base es al que se le determina la

digestibilidad. La digestibilidad del alimento problema se calcula por diferencia entre la digestibilidad total de la ración y la digestibilidad del alimento conocido (Tobal, 2012).

En el método por indicador se determina el contenido de una sustancia que sea muy indigestible en el alimento y que por lo normal aparezcan en las heces fecales, las cuales pueden ser partes del alimento, indicador natural, o ser adicionada, sustancia extraña, o pueden usarse ambas formas (Tobal, 2012).

Estos indicadores pueden ser internos en el que se encuentran sustancias tales como: lignina, sílice, ceniza insoluble en ácidos o los externos, los cuales son materias que bien se añaden a la dieta, los más utilizados son el sesquióxido de cromo, colorantes, polietilenglicol, óxido férrico, óxido crómico, tierras raras, fibra tratada y elementos hidrosolubles (Tobal, 2012).

#### **6.4.2. Digestibilidad *in vitro* de materia seca.**

El funcionamiento correcto del sistema digestivo de los animales se deriva a que estos deben comer una determinada cantidad de alimentos, de igual manera considerando que en los rumiantes esta cantidad es elevada, por otro lado, al tener un volumen limitado en el aparato digestivo, así mismo la velocidad transitoria de los alimentos, permiten que tengan una capacidad máxima por día. Asumiendo determinantes como el peso expresándose en materia seca (Ayanz, A. 2006).

#### **6.4.3. Digestibilidad *in vitro* de fibra detergente neutra.**

Hoffman, et al. (2014). Determina que: Teniendo en cuenta que la digestibilidad de FDN, tiene como fin determinar la digestibilidad total del forraje. Generalmente la digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutra de los forrajes se realiza a través de la evaluación, incubando el forraje en soluciones de buffer y de igual forma en líquido ruminal, teniendo en cuenta la temperatura corporal de la vaca, siendo esta de 39°C, y de igual manera en condiciones anaeróbicas es decir sin presencia de oxígeno.

#### **6.4.4. Digestibilidad *in vitro* de fibra detergente ácida.**

La FDA se obtiene por hervir una muestra del forraje o el alimento, durante aproximadamente una hora con una solución de detergente ácida lo cual procede a disolver la hemicelulosa, por lo que la FDA es parte de la medida de la celulosa, lignina

y sílica. Esto se relaciona negativamente con la digestibilidad de los alimentos y por otra parte el aporte de energía (Cruz, & Sánchez, 2000).

### **6.5. Degradabilidad *in situ*.**

Los alimentos que son ingeridos por los animales desaparecen del tracto gastrointestinal debido a procesos de digestión, absorción o flujo de pasaje del contenido digestivo. Consecuentemente es la degradación que sufre un determinado alimento en el tracto digestivo (Giraldez, 2016).

(Araiza, et al. 2013) menciona que, es fundamental tener conocimientos acerca de la digestibilidad y la degradabilidad de los alimentos para así establecer el valor nutritivo y poder formular raciones para los rumiantes. La digestibilidad hace referencia sobre la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o por medio de un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaeróbicos ruminales, mientras que la degradabilidad se refiere a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrales, esta se da por procesos biológicos y procesos químicos.

(Roa, 2011), argumenta que es fundamental tener en cuenta que en la degradabilidad de los forrajes influye su contenido de Fibra Detergente Neutra, en la cual se incluye la lignina, ya que estos componentes no son degradados por los microorganismos ruminales, es por ello que debe existir un proceso de adaptación de la flora microbiana del rumen y así lograr una utilización eficaz de la pared celular de los forrajes.

## CAPÍTULO VI

### 7. METODOLOGÍA.

#### 7.1. Lugar del experimento.

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el área de bromatología en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Veterinaria, ubicada en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, Provincia de Manabí – Ecuador.

##### 7.1.1. Macrolocalización:

La provincia de Manabí se encuentra situada en el centro de la Región Litoral del país. Se extiende por ambos lados de la Línea Equinoccial o Ecuatorial, de 0o, 25' de latitud norte hasta 1o, 57' de latitud sur y de 79o, 24' de longitud oeste, hasta los 80o, 55' de longitud este.

##### 7.1.2. Mesolocalización:

Geográficamente Santa Ana, está ubicada a 1°12' de Latitud Sur y 80° 22' de Longitud Oeste, geográficamente se encuentra en el centro sur de la Provincia de Manabí; limita al Norte con el Cantón Portoviejo, al Sur con los Cantones Olmedo y 24 de Mayo; al Este con el Cantón Pichincha y al Oeste con los Cantones 24 de Mayo, Jipijapa y Portoviejo.

##### 7.1.3. Microlocalización:

Geográficamente la Parroquia Lodana, está ubicada a 1°18' de Latitud Sur y 80° 39' de Longitud Oeste, pertenece al cantón de Santa Ana, Sus principales comunidades de Lodana son Níspero, Beldaco, Agua amarga, Las lomas de las balsas, Camino nuevo, San Jacinto1.

#### 7.2. Tiempo del experimento.

El tiempo de la presente investigación fue de 3 meses, entre el trabajo de laboratorio y en el área de producción pecuaria de la Facultad de Ciencias Veterinaria.

### **7.3. Técnica.**

- Bromatología. (AOAC, 2005 citado por Macías, 2015).
- Digestibilidad *in vitro*. Goering y Van Soest (1970) y acreditado por la AOAC (2005).
- Degradabilidad *in situ*. *In sacco o in situ* Ørskov (citado por García, 2015).

### **7.4. Recursos:**

#### **7.4.1. Talento Humano:**

- Autores de la investigación.
- Tutor encargado del proyecto.

#### **7.4.2. Animales**

- Se utilizaron, 3 vacas fistuladas para el trabajo de degradabilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro*.

#### **7.4.3. Materiales:**

- Carpeta.
- Hojas individuales.
- Recursos tecnológicos (Laptops, computadoras, pendrive, celular).
- Matraz ERLLENMEYER de 25ml.
- Tapones para matraz.
- Caja de bolsas ANKOM.
- FDN.
- FDA.
- Embudos de plásticos.
- Rollo de gasa.
- Frasco de ácido sulfúrico.
- Acetona.
- Bureta de titulación.
- Balones KJENDAL.
- Balones fioles aforadas 500ml.
- Metros de manguera.
- Metros de mallas.
- Balones fioles aforadas 250 ml.
- Balones fioles aforadas 100 ml.

- Balones fiolas aforadas 50 ml.
- Vaso de precipitación 250ml.
- Vaso de precipitación 600 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Congelador.
- Estufa.
- Desecador.
- Aparato de destilación de Micro Kjeldahl.
- Molino IKA MF 10 Basic.
- Dosificador de 10 a 50 ml BOECO.
- Horno de incineración (mufla).
- Balanza Analítica.
- Crisoles de porcelana.
- Pipeta.
- Agitador calentador análogo marca MTOPS, MODELO: HS-180.
- Guantes ginecológicos.
- Guantes de manejo.
- Tijeras.
- Bolsas de nylon intraruminales.
- Botas de campo.
- Mandil.
- Gasas.
- Cadena de hierro.
- Bandejas de aluminio.
- Cuchillo.
- Tabla de picar.
- Cooler.
- Termo.
- Balde de plástico.
- Lavadora.
- Nylon.
- Amarras plásticas.

- Taladro y cierra.

## **7.5. Variables de estudio.**

### **7.5.1. Variable independiente.**

- Tipo de residuo de poda y cosecha (tallos y frutos) de la pitahaya.

### **7.5.2. Variable dependiente.**

- Digestibilidad *in vitro* a las 24h y 48h.
- Degradabilidad *in situ* a las 3h, 6h, 12h, 24h, 48h y 72h.

## **7.6. Variedades a evaluarse.**

- Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- Pitahaya roja (*Hylocereus undatus*).

## **7.7. Tiempo de incubación *in vitro*.**

- 24 horas
- 48 horas

## **7.8. Tiempo de incubación *in situ*.**

- 3 horas
- 6 horas
- 12 horas
- 24 horas
- 48 horas
- 72 horas

## **7.9. Diseño experimental.**

El diseño por utilizarse para el análisis de la Digestibilidad *In Vitro* y degradabilidad *in situ*, es Diseño Completamente al azar con arreglo factorial (2x2), 2 tipos de residuos (tallos y frutos) x 2 variedades de pitahaya (roja y amarilla) en dos diferentes tiempos de incubación 24h y 48h y en 3 repeticiones.

### 7.9.1. ADEVA

<b>FV</b> <b>(fuente de variación)</b>	<b>GL</b> <b>(grado de libertad)</b>
Tratamiento	1
Variedad	1
Tratamiento x variedad	1
Error del experimento	8
Total	11

## CAPÍTULO VII

### 7 RESULTADOS

#### 7.1. Composición química de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*).

De acuerdo con los resultados que se pudieron obtener del tallo y fruto de la pitahaya roja y amarilla, en el análisis bromatológico se determinaron los siguientes datos.

	Tallo rojo	Fruta roja	Tallo amarillo	Fruta amarilla
Proteína cruda %	8,66 ± 0,001	8,88 ± 0,001	4,97 ± 0,09	5,67 ± 0,13
FDN %	42,99 ± 1,71	25,06 ± 0,77	53,88 ± 5,39	17,54 ± 0,16
FDA %	20,16 ± 0,16	19,27 ± 1,03	25,55 ± 0,92	11,22 ± 0,22
Ceniza %	14,36 ± 0,005	8,17 ± 0,008	13,19 ± 0,002	5,20 ± 0,00087
LDA %	4,02 ± 0,16	9,32 ± 0,32	6,04 ± 0,29	4,34 ± 0,04
Celulosa %	18,81 ± 1,57	3,53 ± 0,38	22,28 ± 4,50	1,98 ± 0,07
Hemicelulosa %	22,82 ± 1,61	5,79 ± 0,35	28,33 ± 4,64	6,32 ± 0,06

Tabla 1 Análisis bromatológico de la Pitahaya (roja y amarilla).

FDN= fibra detergente neutra; FDA= fibra detergente ácida; LDA= lignina detergente ácida.

(Pincay & Solórzano – 2021)

##### 7.1.1. Proteína cruda

En la Tabla 1, se observó que la proteína cruda de la variedad roja fue superior a la variedad amarilla, ya que el tallo rojo y la fruta roja mostraron un (8.66%) y (8.88%) respectivamente, mientras que el tallo amarillo contenía un (4.97%) y la fruta amarilla un (5.67%) de proteína cruda.

##### 7.1.2. Fibra detergente neutra (FDN)

Por consiguiente, cabe recalcar que los valores de FDN tienen la importancia de reflejar la cantidad de forraje que el animal puede consumir (Smith J. 2018).

En la Tabla 1, con respecto a la fibra detergente neutra, se consideró que las variedades del tallo son superiores a las variedades de la fruta, ya que el tallo rojo manifestó un (42.99%) y el tallo amarillo un (53.88%), mientras que la fruta roja contiene un (25.06%) y la fruta amarilla un (17.54%) de fibra detergente neutra.

#### **7.1.3. Fibra detergente ácida (FDA)**

Por otro lado, los valores de FDA, indica la capacidad que tiene el animal para digerir el forraje, es decir que, si la FDA aumenta, la capacidad de digestibilidad del forraje se ve reducida (Smith J. 2018).

En los resultados observados de la tabla 1, la fruta de la variedad amarilla tiene un (11.22%) de fibra detergente ácida y de esta manera se considera idónea con respecto a la fruta de la variedad roja ya que esta contiene un (19.27%), mientras que los tallos de variedad rojo y amarillo presentaron (20.16%) y (25.55%) respectivamente.

#### **7.1.4. Ceniza**

La determinación de ceniza hace referencia al análisis de residuos inorgánicos después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica (alimento) y representa el contenido en minerales del alimento (Márquez, 2014).

Por lo tanto, en los resultados observados en la tabla 1, en la variable de ceniza se determinó que entre los tipos de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto), el tallo tiene mayor contenido de ceniza, ya que el tallo de la variedad roja muestra un (14.36%) y el tallo de la variedad amarilla presenta un (13.19%) de ceniza, mientras que la fruta de variedad roja muestra un (8.17%) y la fruta de variedad amarilla muestra un (5.20%) de ceniza.

#### **7.1.5. Lignina detergente ácida (LDA).**

Con respecto a la lignina detergente ácida de la pitahaya, en la Tabla 1, se considera que la fruta roja es porcentualmente superior a la fruta amarilla y a los tallos (rojos y amarillos), ya que esta presenta un (9.32%) de lignina detergente ácida.

**7.2.7.3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) y de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya.**

**7.2.1. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las 24 horas.**

Tabla 2 Análisis de Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) a las 24 h del tipo de residuo (poda y cosecha) y variedad.

<b>TRATAMIENTO (Tipo)</b>	<b>DIV MS% 24 HORAS</b>	<b>TRATAMIENTO (Variedad)</b>	<b>DIV MS% 24 HORAS</b>
<b>TALLO</b>	34,85 <sup>(b)</sup> ± 0,169	<b>ROJA</b>	35,27 ± 0,634
<b>FRUTA</b>	35,72 <sup>(a)</sup> ± 0,332	<b>AMARILLA</b>	35,29 ± 0,431
<b>Pr &gt; F 0.0005</b>		<b>Pr &gt; F 0,8735</b>	

Fuente: Pincay & Solórzano – 2021

La digestibilidad *in vitro* se refiere a la cantidad de alimento que logra desaparecer ya sea en el tracto digestivo, o en algún procedimiento de laboratorio, por su solubilización o ataque de los microorganismos anaerobios ruminales (Araiza, et al. 2013).

Al determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, a las 24 horas de incubación, se encontraron diferencias entre tratamiento, habiendo los siguientes resultados:

Teniendo en cuenta la tabla 2, que, en el tipo de residuo de poda y cosecha, si se manifestaron diferencias significativas (P= 0.0005), mostrándose a la fruta con mayor digestibilidad (35,72%) en comparación del tallo que presenta una digestibilidad del (34,85%).

En la digestibilidad *in vitro* de 24h de la variedad de pitahaya, se determinó que no existen diferencias significativas entre la variedad roja y amarilla.

Al momento de analizar la interacción del tipo de residuo y la variedad se determinó que no existen diferencias significativas de DIV (P= 0.2079).

### 7.2.2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las 48 horas.

Tabla 3 Análisis de Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) a las 48 h del tipo de residuo (poda y cosecha) y variedad.

TRATAMIENTO (Tipo)	DIV MS% 48 HORAS	TRATAMIENTO (Variedad)	DIV MS% 48 HORAS
TALLO	25,44 <sup>(a)</sup> ±0,233	ROJA	25,98 ±0,467
FRUTA	25,98 <sup>(b)</sup> ±0,192	AMARILLA	25,74 ±0,221
Pr > F0,0005		Pr > F 0.6016	

Fuente: Pincay & Solórzano - 2021.

La digestibilidad del forraje es fundamental para poder establecer el valor nutritivo, así mismo para la formulación del alimento (Araiza, et al. 2013).

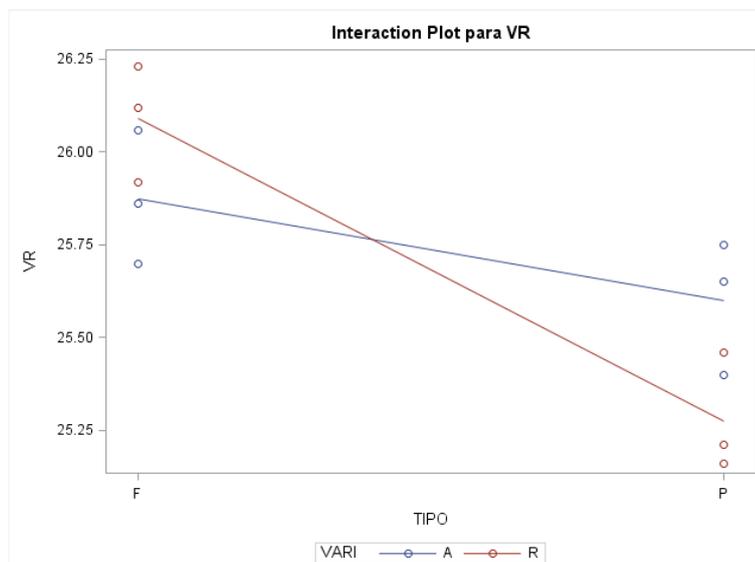
Al analizar la digestibilidad *in vitro* a las 48 horas de incubación, se determinaron los siguientes resultados:

En la tabla 4, en el tipo de residuo, se manifestaron diferencias estadísticas (P= 0.0005), ya que la fruta tiene un (25,98%) de digestibilidad, mientras que el tallo muestra un (25,44%) de digestibilidad.

En cuanto a los resultados presentados en la digestibilidad a las 48 h, se definió que no existen diferencias significativas entre las variedades de pitahaya roja y pitahaya amarilla.

Al momento de realizar el análisis de la interacción entre el tipo de residuo de pitahaya y la variedad de pitahaya, se determinó que existen diferencias significativas (P= 0.0250).

Gráfico 1 Interacción de la digestibilidad *in situ* de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya a las 48h.



Las líneas representan la interacción entre el tipo y la variedad a las 48 Horas *in situ*.

Fuente: Pincay & Solórzano - 2021.

### 7.3. Degradabilidad *in situ* de la materia seca del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) y de la variedad (amarilla y roja) de la pitahaya.

#### 7.3.1. Degradabilidad *in situ* de la materia seca a las 3, 6, 12, 24, 48, 72 horas.

Tabla 4 Análisis de la Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya.

HORAS	Tallo (%)	Fruta (%)	p. Value
<b>3 HORAS</b>	20,03 <sub>(b)</sub> ±1,82	58,80 <sub>(a)</sub> ±1,62	<0001
<b>6 HORAS</b>	24,84 <sub>(b)</sub> ±1,49	62,48 <sub>(a)</sub> ±0,72	<0001
<b>12 HORAS</b>	29,61 <sub>(b)</sub> ±1,68	65,14 <sub>(a)</sub> ±2,00	<0001
<b>24 HORAS</b>	30,28 <sub>(b)</sub> ±1,83	67,61 <sub>(a)</sub> ±1,27	<0001
<b>48 HORAS</b>	30,79 <sub>(b)</sub> ±1,91	68,60 <sub>(a)</sub> ±0,90	<0001
<b>72 HORAS</b>	31,04 <sub>(b)</sub> ±1,88	69,34 <sub>(a)</sub> ±1,09	<0001

Fuente: Pincay & Solórzano - 2021.

Tabla 5 Análisis de la Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de la variedad (roja y amarilla) de la pitahaya.

<b>HORAS</b>	<b>Roja (%)</b>	<b>Amarilla (%)</b>	<b>p. Value</b>
<b>3 HORAS</b>	39,18±22,14	39,66±20,43	0.6364
<b>6 HORAS</b>	43,85 ±20,85	43,46±20,44	0.6104
<b>12 HORAS</b>	48,47 <sub>(b)</sub> ±19,15	46,28 <sub>(a)</sub> ±19,86	0.0388
<b>24 HORAS</b>	49,71 <sub>(b)</sub> ±19,55	48,18 <sub>(a)</sub> ±21,39	0.0419
<b>48 HORAS</b>	50,49 <sub>(b)</sub> ±19,69	48,90 <sub>(a)</sub> ±21,74	0.0047
<b>72 HORAS</b>	41,90 <sub>(b)</sub> ±20,08	49,32 <sub>(a)</sub> ±21,90	0.0086

Fuente: Pincay & Solórzano - 2021.

Tabla 6 Análisis de la interacción tipo de residuo de poda y cosecha de la pitahaya x variedad, en la degradabilidad *in situ* de la materia seca DISMS.

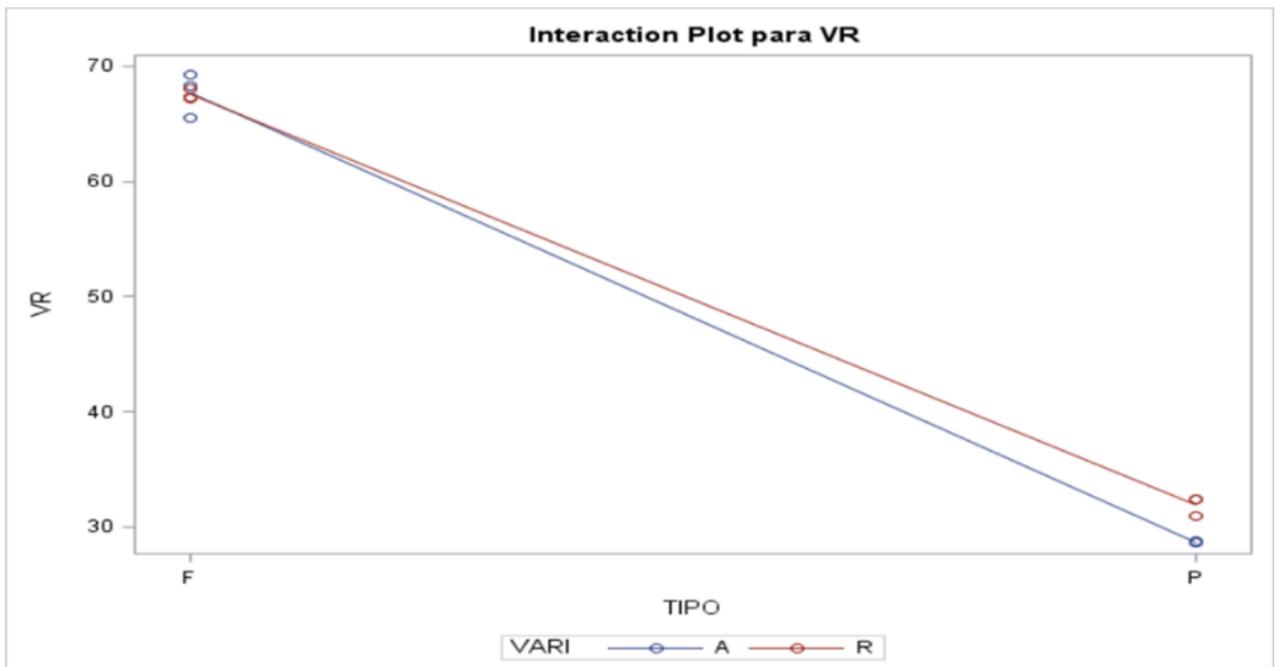
<b>HORAS</b>	<b>Tipo de residuo x variedad</b>
	<b>p. Value</b>
<b>3 HORAS</b>	0.1530
<b>6 HORAS</b>	0.6625
<b>12 HORAS</b>	0.4927
<b>24 HORAS</b>	0.0302
<b>48 HORAS</b>	0.0018
<b>72 HORAS</b>	0.0102

En la tabla 4, se determinó que existen diferencias estadísticas entre los tipos de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) siendo este de (<0001), de lo cual se consideró que la fruta de la pitahaya tiene mayor degradabilidad *in situ* que el tallo de la pitahaya.

En la tabla 5, se estableció que en el transcurso de las 3h y 6h, no se manifestaron diferencias estadísticas entre las variedades de la pitahaya, a partir de las 12h se presenciaron diferencias estadísticas siendo esta de (0.0388), a las 24h la diferencia estadística fue de (0.0419), ya en el transcurso de las 48h se presentó diferencia estadística de (0.0047), y a las 72h se manifestó una diferencia estadística de (0.0086).

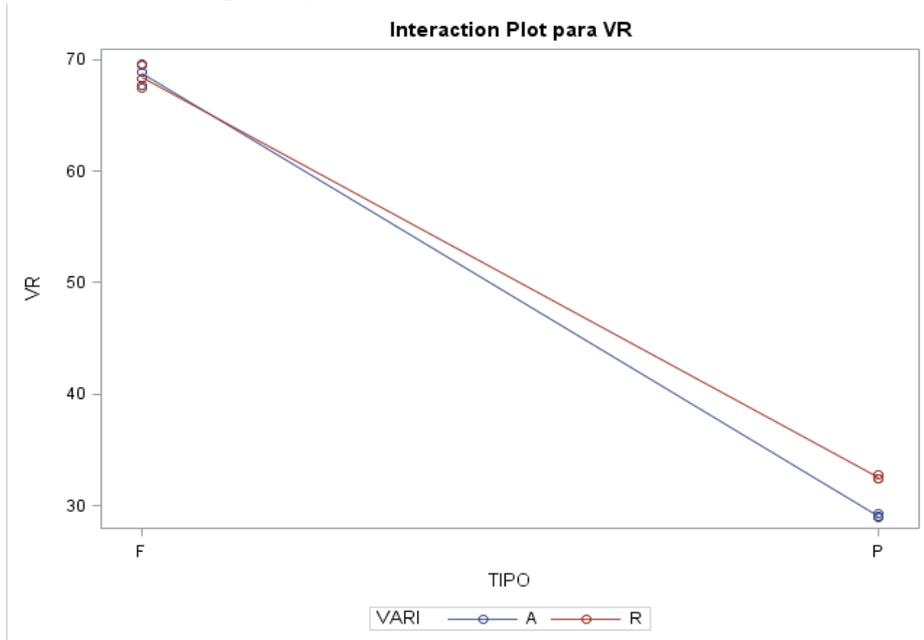
En la tabla 6, se interpreta la interacción entre el tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) y la variedad (roja y amarilla) de la pitahaya, en la cual se determina que no existen diferencias estadísticas en el transcurso de las 3h, 6h y 12h de degradabilidad *in situ*, a partir de las 24h se denotan diferencias estadísticas siendo esta de (0.0302), al transcurso de las 48h se presenciaron diferencias estadísticas de (0.0018) y a las 72h se manifestaron diferencias estadísticas de (0.0102).

Gráfico 2 Interacción de la degradabilidad *in situ* 24 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.



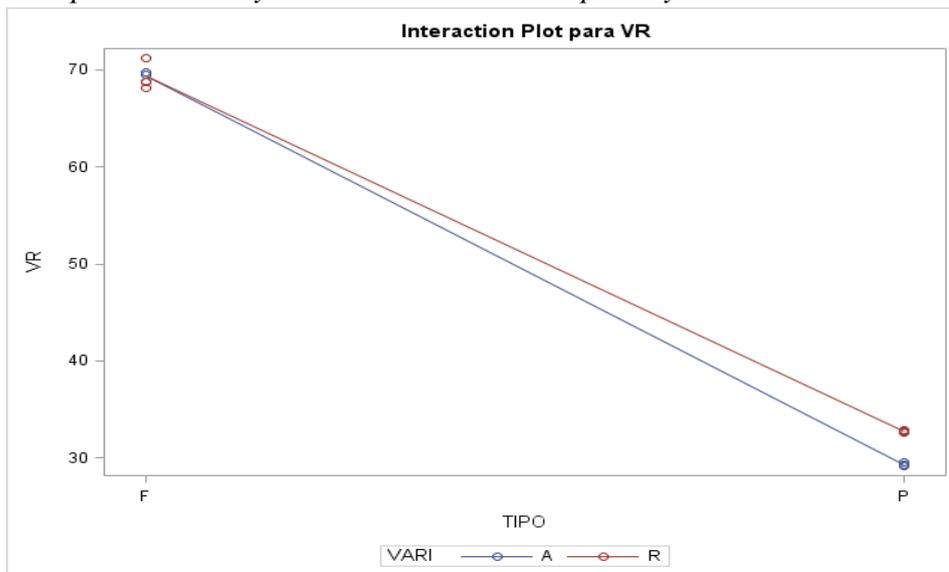
Las líneas representan la interacción entre el tipo y la variedad a las 24 Horas *in situ*.

Gráfico 3 Interacción de la degradabilidad *in situ* 48 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.



Las líneas representan la interacción entre el tipo y la variedad a las 48 Horas *in situ*.

Gráfico 4 Interacción de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las 72 horas del tipo de residuo y de las variedades de la pitahaya.



Las líneas representan la interacción entre el tipo y la variedad a las 72 Horas *in situ*.

Gráfico 5 Degradabilidad in situ de la materia seca de las variedades de la pitahaya.

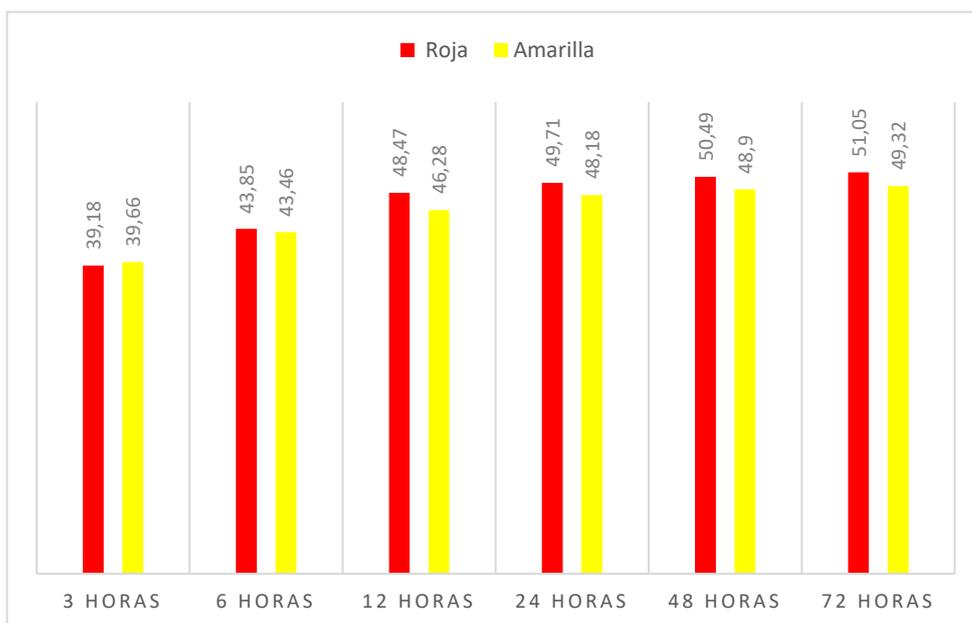
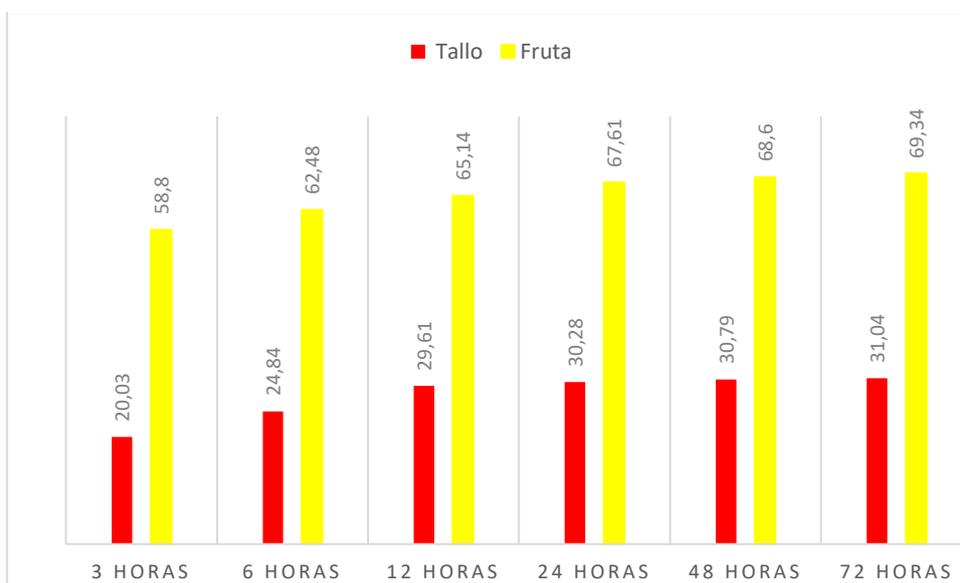


Gráfico 6 Degradabilidad in situ de la materia seca del tipo de residuo de la pitahaya.



## CAPÍTULO VIII

### 8. DISCUSIÓN

#### 8.1. Bromatología del residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya roja y amarilla.

Se determinó la comparación con otros tipos de residuos que son utilizados como alternativa en la alimentación de la ganadería bovina, con la finalidad de establecer que la pitahaya tiene algunas características favorables en la alimentación de los bovinos en comparación de otros tipos de residuos que se utilizan para la alimentación de los mismos.

##### 8.1.1. Ceniza

Mediante un estudio realizado sobre el valor nutritivo *in vitro* de la cáscara *Musa paradisiaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasas, se determinó que la cáscara de plátano tiene un (8,38%) de ceniza (Cornejo, et al. 2020), considerándose inferior a nuestros resultados obtenidos en el tallo rojo y amarillo de la pitahaya los cuales son de (14,36%) y (13,19%) respectivamente

##### 8.1.2. Proteína cruda

Se consideró que tanto el tallo como la fruta de la pitahaya roja, fueron superiores a la panca de maíz (5,3%) y a la cáscara de maní (6,1%), las cuales se analizaron en un estudio realizado en la aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal *in vitro* en tres residuos de cosecha (Macías, 2015).

##### 8.1.3. Fibra detergente neutra (FDN)

Con los resultados obtenidos, observamos que el tallo de la pitahaya roja y amarilla presentaron mayor contenido de fibra detergente neutra (FDN) que la torta de sachá inchi ya que presentó 40,5% de fibra detergente neutro, en un estudio realizado sobre la Digestibilidad y degradabilidad *in vitro* de dietas con torta de sachá inchi en rumiantes (Heno, 2020).

#### 8.1.4. FDA

En un estudio descrito por Cornejo, et al. 2020. Sobre el valor nutritivo *in vitro* de la cáscara *Musa paradisiaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa), determinó que las cáscaras de plátano contienen un (30,8%) de fibra detergente ácida (FDA), con esto se describe que la pitahaya tiene mayor digestibilidad que el plátano.

#### 8.1.5. LDA

Con los respectivos resultados de la lignina detergente ácida de la pitahaya, se determinó que son superiores a los de la panca de maíz que estima un (2,9%) de lignina, reflejados en el estudio realizado sobre la aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal *in vitro* en tres residuos de cosecha (Macías, 2015).

Digestibilidad

#### **8.2. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del tipo de residuo y variedad de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalantus*) y roja (*Hylocereus undatus*).**

En la investigación que realizó Cornejo, et al. 2020, sobre el valor nutritivo *in vitro* de la cáscara *Musa paradisiaca* L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa, y de igual manera el trabajo investigativo de Palomino (2020), acerca de la digestibilidad *in vitro* de residuos agroindustriales de maíz (*Zea mays*) utilizada en alimentación de rumiantes, mencionan que también se ejecutaron análisis de digestibilidad *in vitro* a las 24 y 48 horas.

Indicando de esta manera que en el transcurso de las 24 horas de digestibilidad *in vitro*, los tipos de residuo y las variedades de pitahaya cuentan con mayor digestibilidad que la cáscara de plátano (22,9%), la panca de maíz (31,79%) y la cascara de maíz (28,90%).

Mientras que en la digestibilidad *in vitro* de las 48 horas sucedió lo contrario, en la investigación que realizó Cornejo, et al. 2020, se manifestó mayor digestibilidad *in vitro* en la cáscara de plátano (27,2%), de igual manera en el trabajo de Palomino 2020, donde panca de maíz contenía 46,77%, mientras que la cáscara de maíz 42,58% en comparación con los tipos de residuos y variedades de la pitahaya.

Las implicaciones obtenidas al usar los residuos de poda y cosecha como alimentación bovina, es que se obtendría una mejor digestibilidad a las 24 horas del consumo en comparación de la cascara de plátano, la panca de maíz y la cáscara de maíz, de esta manera aportando nutrientes aprovechando el alimento.

### **8.3.Degradabilidad *in situ* del tipo de residuo y variedad de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y roja (*Hylocereus undatus*).**

Se comprobó que la fruta de la pitahaya presenta mayor degradabilidad *in situ* en todos los horarios establecidos, siendo de 58,80% a las 3h; 62,48% a las 6h; 65,14% a las 12h; 67,61% a las 24h; 68,60 a las 48h y 69,34% a las 72h, en comparación a la semilla de maracuyá, la cual se analizó en un estudio sobre la Composición bromatológica y degradabilidad ruminal *in situ* de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*) por Espinoza, et al. 2017, y reflejaron los respectivos resultados de degradabilidad *in situ*: 32,38% a las 3h; 36,00% a las 6h; 38,16% a las 12h; 39,65% a las 24h; 40,64% a las 48h y 41.09% a las 72h.

## CAPÍTULO IX

### 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1. Conclusiones

Según los resultados que se obtuvieron en el respectivo trabajo de investigación, fueron los que se presentan a continuación:

- ✓ Mediante el análisis bromatológico de las respectivas variedades y tipos de residuos de cosecha, se consideró que tanto la fruta (roja) como el tallo (rojo) contenían (8.88%) y (8.66%) de proteína cruda respectivamente, a diferencia de la fruta amarilla que contenían (5.67%) de proteína cruda y el tallo amarillo (4.97%) de proteína cruda. También cabe recalcar que el tallo tenía mayor contenido de FDN que la fruta.
- ✓ En la digestibilidad *in vitro* de la materia seca se determinó que a las 24 horas el tipo de residuo de cosecha con mayor digestibilidad fue la fruta con un (35,72%), mientras que, en la variedad de la pitahaya, la amarilla presentó mayor digestibilidad con un (35,29%). En el transcurso de las 48 horas de digestibilidad *in vitro*, la fruta tuvo mayor digestibilidad con un (25,98%), junto con la variedad roja la cual presentó un (25,98%).
- ✓ Con respecto a la degradabilidad *in situ* a las (3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), se comprobó que existieron diferencias estadísticas en el tipo de residuo de cosecha de pitahaya siendo esta ( $P < .0001$ ), mientras que en las variedades, las diferencias significativas comenzaron a partir de las 12 horas ( $P=0.0388$ ), y en la interacción del tipo de residuo de cosecha con la variedad también se presentaron diferencias significativas a partir de las 24 horas hasta las 72 horas, siendo la fruta de la pitahaya roja con mayor degradabilidad.

## 9.2. Recomendaciones.

En la investigación pudimos analizar la información necesaria que le podemos ofrecer a nuestros lectores:

- ✓ Se recomienda que de preferencia se utilice como alternativa en la alimentación de ganadería bovina, el tallo de la pitahaya roja por su comportamiento digerible y altos niveles de fibra, aunque en momentos extremos de necesidades alimenticias se pueden utilizar todo tipo de residuo de la pitahaya ya sea de la amarilla o roja, considerando que es necesario el suministro de sales minerales para ayudar a compensar de manera nutricional.
- ✓ Se aconseja a las personas que se encargan de la crianza de bovinos, que realicen la recolecta de los residuos de cosecha de pitahaya y que estos sean aprovechados en la alimentación de los bovinos, puesto que al ser utilizado el residuo de cosechas de la pitahaya como alternativa de la alimentación de la ganadería bovina, se contribuye con el medio ambiente, ya que muchos de estos residuos de cosecha de pitahaya son desechados al aire libre o quemados, lo que a su vez provoca una contaminación ambiental.
- ✓ Se sugiere que en futuras investigaciones se realicen conservaciones del tipo de residuo de poda y cosecha (tallo y fruto) de la pitahaya roja y amarilla por medio de ensilaje con la implementación de aditivos que puedan mejorar la calidad de la pitahaya.
- ✓ Se recomienda realizar más investigaciones sobre el uso de la pitahaya como alternativa en la alimentación del ganado bovino, seleccionando diferentes variables, como la producción de leche, producción de carne, alimentación en la crianza de novillos, vacas en gestación, etc.

## CAPÍTULO X

### 10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	TIEMPO EN MESES																							
	ENERO 2021				FEBRERO 2021				MARZO 2021				MAYO 2021				JUNIO 2021				JULIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Recolecta de muestras, deshidratación y molienda de la pitahaya.</b>	X	X	X																					
<b>Ejecución de la fase experimental del proyecto.</b>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												
<b>Recolección bibliográfica.</b>					X		X		X		X	X						X						
<b>Escritura del proyecto de investigación.</b>													X	X	X	X	X			X	X	X		
<b>Presentación del trabajo con el tutor.</b>						X		X		X			X		X		X	X						
<b>Reuniones grupales.</b>									X				X	X	X	X	X					X		
<b>Correcciones del trabajo.</b>														X		X		X		X		X		
<b>Búsqueda de bibliografía virtual, libros y textos.</b>					X		X			X		X		X		X						X		

## CAPÍTULO XI

### PRESUPUESTO VALORADO

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. TOTAL</b>
6	Materiales de limpieza y desinfección	79,54
6	Gasas, guantes, mascarilla	144,58
2	Puertas	300
4	Dedales	501,76
4	Insumos controlados	541,25
30	Materiales de vidrio para laboratorio	1,170,85
10	Herramientas de arreglo	130,99
1	Cadena intrarruminal	33
26	Materiales de almacenamiento	181,71
1	Vitrina	221,42
2	Mantenimientos	465
1	Transductor de gas Bolsas ANKOM y de degradación	1,792
1	Cánulas FDN FDA	1,785
4	Pitahaya	24,06
1	Materiales de oficina	10,01
1	Envío de valores	139,21
1	Trabajos de aluminio y vidrio	550
		8.070,38

## CAPÍTULO XII

### 12. BIBLIOGRAFÍA

- Alma, et al. (2008). *Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (hylocereus undatus) durante su desarrollo*. Obtenido el 08 de Junio del 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031101.pdf>
- Andrade, & Ruano. (2016). *Estudio de la cadena productiva de la pitahaya amarilla en el cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha con: la propuesta para la creación de una asociación de productores de pitahaya amarilla para el periodo 2010-2018*. Obtenido el 23 de Julio del 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9087/1/T-UCE-0005-092-2016.pdf>
- Araiza, et al. (2013). *Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza*. Obtenido el 14 de Mayo del 2021. Disponible en: <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf>
- Ayanz, A. (2006). *Fundamentos de Alimentación y Nutrición del ganado*. Obtenido el 10 de Julio del 2019. Disponible: [http://www2.montes.upm.es/Dptos/Dsrn/SanMiguel/APUNTES\\_PRESENTACIONES/PASCICULTURA%20Y%20SAF/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202012.pdf](http://www2.montes.upm.es/Dptos/Dsrn/SanMiguel/APUNTES_PRESENTACIONES/PASCICULTURA%20Y%20SAF/Nutrici%C3%B3n%20animal%20texto%202012.pdf)
- Balcarce. (2014). *Nutrición animal aplicada*. Obtenido el 7 de septiembre del 2019. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_curso\\_nutricin\\_animal\\_aplicada\\_2014.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf)
- Buitrago, D. A. (2008). *core.ac.uk*. Recuperado el 27 de mayo de 2021, de *Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio para el consumo de ganado bovino ensilándolo con Lactobacillus casei*: <https://core.ac.uk/download/pdf/47237282.pdf>
- Castillo, R. (2006). *Aprovechamiento de la pitahaya: bondades y problemáticas*. Obtenido el 08 de Junio del 2019. Disponible en: [http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006\\_Vol\\_1/Num\\_1/RCvol\\_I\\_17-24\\_2006.pdf](http://dci.uqroo.mx/RevistaCaos/2006_Vol_1/Num_1/RCvol_I_17-24_2006.pdf)

- Clemente, M. (2010). *Introducción al cultivo de la pitaya en Tenerife. Breve revisión bibliográfica*. Obtenido el 23 de Julio del 2019. Disponible en: [http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt\\_256\\_L\\_Breve\\_intro\\_pitaya.pdf](http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/subt_256_L_Breve_intro_pitaya.pdf)
- Cornejo R, et al. (2020). *Valor nutritivo in vitro de la cáscara Musa paradisiaca L., pre-tratada con enzima exógena xilanasa*. Obtenido el 16 de junio 2020. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403942020000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942020000100011)
- Cortez, E. (2003). *Digestibilidad in vitro de un concentrado de diferentes niveles grasa (0,4 y 8)*. Obtenido el 24 de Julio del 2019. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5887/T13554%20CORTES%20HERNANDEZ%2C%20EFRAIN%20%20%20%20%20TE SIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Correa, E. (2012). *repository. papel del mun en la glándula mamaria de vacas lactantes*. Recuperado el 27 de mayo de 2021, disponible en: [https://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/1104/1/Papel\\_MUV.pdf](https://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/1104/1/Papel_MUV.pdf)
- Cruz, M. & Sánchez, J. (2000). *La fibra en alimentación del ganado bovino*. Obtenido el 23 de Julio del 2019. Disponible en: [http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la\\_fibra\\_en\\_la\\_alimentacion\\_de\\_l\\_ganado\\_lechero.pdf](http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/la_fibra_en_la_alimentacion_de_l_ganado_lechero.pdf)
- Espinoza, I., et al. (2017). *Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (Passiflora edulis) y plátano (Musa paradisiaca)*. Obtenido el 17 de Junio del 2021. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/209/207>
- García, H. G. (2015). *Degradabilidad ruminal de subproductos alimenticios en borregos. Efecto de la relación forraje-concentrado en la dieta*. Obtenido el 14 de Mayo 2021. Disponible: <http://www3.uacj.mx/DGDCDC/SP/Documents/RTI/2015/ICB/-Degradabilidad.pdf>

- García, J. & et al. (2012). *Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes*. Obtenido el 26 de Mayo del 2021. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/02-anatomia\\_fisiologia\\_digestivo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf)
- Giraldez, D. E. (2016). UNH. "*Degradabilidad in situ de pastos naturales deseables e indeseables de alpacas( Vicugna pacos)*". Recuperado el 14 de mayo de 2021, de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1158/TP%20-%20UNH.ZOOT.0115.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, V. (2009). *Producción Y Exportación De La Fruta Pitahaya Hacia El Mercado Europeo*. Obtenido el 10 de Julio del 2019. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/28797001>
- Gutiérrez, et al. (2005). *Consumo y digestibilidad de materia seca y nitrógeno total en vacas en pastoreo durante la época de lluvias, con bancos de proteína y sin ellos*. Obtenido el 23 de Julio del 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017719009.pdf>
- Gutiérrez, B. (2015). *La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia Animal durante cincuenta años*. Obtenido el 26 de Mayo del 2021. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039698007.pdf>
- Henao, et al. (2020). *Digestibilidad y degradabilidad in vitro de dietas con torta de sachá inchi en rumiantes*. Obtenido el 16 de Junio 2020. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000400037&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172020000400037&script=sci_arttext)
- Hoffman, P., et al. (2014). *Digestibilidad in vitro del FDN (fibra detergente neutra): El debate de 30 vs 48 horas*. Obtenido el 24 de Julio del 2019. Disponible en: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/30vs48esp-FOF.pdf>
- Huachi, L. et al. (2015). *Desarrollo de la pitahaya (Cereus sp) en el Ecuador*. Obtenido el 10 de Julio del 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047267005.pdf>

- Macías, E. (2015). *Aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal in vitro en tres residuos de cosecha*. Obtenido El 16 de Mayo del 2021. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1165>
- MAGAP. (2019). Ecuador realiza su primera exportación de pitahaya orgánica a Estados Unidos. Obtenido el 08 de Junio del 2021. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-realiza-su-primera-exportacion-de-pitahaya-organica-a-estados-unidos/>
- Manzanero, et al. (2014). *Conservación de la pitahaya [hylocereus undatus (haw.) Britton & rose] En el estado de campeche, México*. Obtenido el 08 de Junio del 2019. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/497/49731008002.pdf>
- Márquez, M. (2014). *Cenizas y Grasas*. Obtenido el 12 de Mayo del 2021. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20del%20contenido%20de,metab%C3%B3licas%20importantes%20en%20el%20organismo.>
- Monge, A. E. (2020). *Fistulación en bovinos y uso de la técnica de degradabilidad ruminal para análisis de alimentos*. Recuperado el 14 de mayo de 2021, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/45167/44945>
- Montesinos, A., et al. (2015). *PITAHAYA (Hylocereus spp.) Un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco Mexicano*. Obtenido el 23 de Julio del 2019. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr07s115.pdf>
- Smith J. (2018). *El análisis de la fibra en el pienso animal*. Obtenido el 14 de Mayo del 2021. Disponible en: <https://www.fossanalytics.com//media/files/documents/papers/laboratories-segment/ebook-fibre-analysis-of-animal-feed-es.pdf>
- Palomino, A. (2020). *Digestibilidad in vitro de residuos, agroindustriales de maíz (zea mays), (cáscara, pelusa, tusa y panca), utilizadas en alimentación de rumiantes*. Obtenido el 14 de Junio del 2021. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5301/1/T-UTEQ-0088.pdf>

- Redacción Expresiones. (2019). *El 90 % de la pitahaya que se produce en Manabí se exporta*. Obtenido el 17 de Mayo del 2021 Disponible en; Expreso.  
<https://www.expreso.ec/actualidad/90-pitahaya-produce-manabi-exporta-17032.html>
- Roa, M. (2011). *scielo. Evaluación de la degradabilidad in situ en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas*. Recuperado el 14 de mayo de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v17n1/v17n1a13.pdf>
- Tobal, C. (2012). *Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad*. Obtenido el 24 de Julio del 2019. Disponible en <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a16tobal.pdf>
- Vásquez, et al. (2016). *Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en Ecuador*. Obtenido el 10 de Julio del 2019. Disponible:  
[https://www.researchgate.net/publication/312283554\\_Calidad\\_del\\_fruto\\_y\\_perdidas\\_poscosecha\\_de\\_pitahaya\\_amarilla\\_Selenicereus\\_megalanthus\\_Haw\\_en\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/312283554_Calidad_del_fruto_y_perdidas_poscosecha_de_pitahaya_amarilla_Selenicereus_megalanthus_Haw_en_Ecuador)

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de varianza de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las (24 horas) de la pitahaya roja y amarilla.

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	2.245	2.245	32.36	0.0005**
<b>Variedad</b>	1	0.002	0.002	0.03	0.8735ns
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	0.130	0.130	1.88	0.2079ns
<b>Error Experimental</b>	8	0.555	0.069	-	-
<b>Total</b>	11	2.932	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

### Anexo 2. Análisis de varianza de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las (48 horas) de la pitahaya roja y amarilla.

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	0.886	0.886	30.65	0.0005**
<b>Variedad</b>	1	0.009	0.009	0.30	0.6016ns
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	0.219	0.219	7.57	0.0250**
<b>Error Experimental</b>	8	0.231	0,029	-	-
<b>Total</b>	11	1.344	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA ELABORADO: AUTORES

### Anexo 3. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (3 horas) de la pitahaya roja y amarilla

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	4508	4508	1628.50	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	0.672	0.672	0.24	0.6354ns
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	6.901	6.901	2.49	0.1530ns
<b>Error Experimental</b>	8	22.15	2.769	-	-
<b>Total</b>	11	4538	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexo 4. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (6 horas) de la pitahaya roja y amarilla.**

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	4250	4250	2617.64	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	0.456	0.456	0.28	0.6104ns
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	0.333	0.333	0.21	0.6625ns
<b>Error Experimental</b>	8	12.99	1.624	-	-
<b>Total</b>	11	4264	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexo 5. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (12 horas) de la pitahaya roja y amarilla.**

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	3787	3787	1609.46	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	14.34	14.34	6.10	0.0388**
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	1.216	1.216	0.52	0.4927ns
<b>Error Experimental</b>	8	18.82	2.353	-	-
<b>Total</b>	11	3821	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexo 6. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (24 horas) de la pitahaya roja y amarilla.**

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	4180	4180	3499.01	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	6.992	6.992	5.85	0.0419**
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	8.267	8.267	6.92	0.0302**
<b>Error Experimental</b>	8	9.558	1.195	-	-
<b>Total</b>	11	4205	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexos 7. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (48 horas) de la pitahaya roja y amarilla.**

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	4287	4287	8412.61	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	7.648	7.648	15.01	0.0047**
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	10.60	10.60	20.81	0.0018**
<b>Error Experimental</b>	8	4.077	0.510	-	-
<b>Total</b>	11	4309	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexos 8. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de la materia seca a las (72 horas) de la pitahaya roja y amarilla.**

Fuente de Variación (FV)	Grado de libertad	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado de la media (CM)	F- Valor	Pr > F
<b>Tipo</b>	1	4399	4399	5797.80	<.0001**
<b>Variedad</b>	1	9.083	9.083	11.97	0.0086**
<b>Interacción (Tipo*variedad)</b>	1	8.467	8.467	11.16	0.0102**
<b>Error Experimental</b>	8	6.071	0.759	-	-
<b>Total</b>	11	4423	-	-	-

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO ADEVA. ELABORADO: AUTORES

**Anexo 9. Recolección y deshidratación de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*).**



## Anexo 10. Análisis bromatológico.



*Ilustración 1* Peso De las respectivas muestras.



*Ilustración 2* Muestras para materia seca.



*Ilustración 3* Proceso de ceniza.



*Ilustración 4* Proceso de extracción de grasa

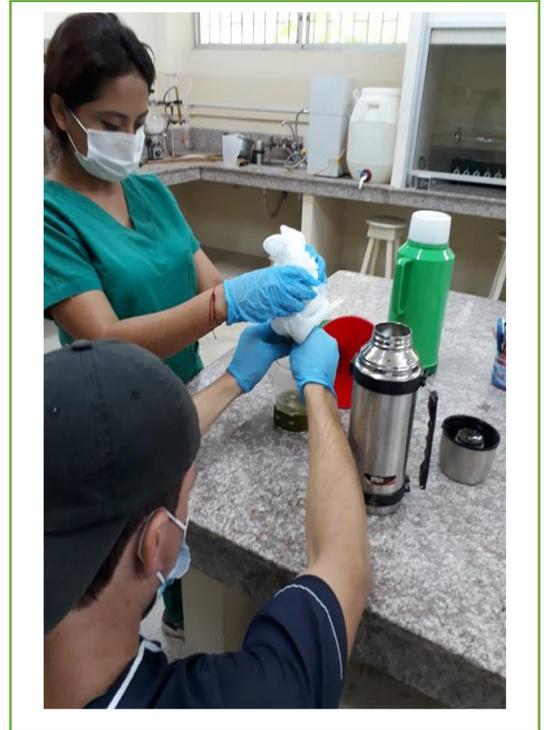


*Ilustración 5* Peso de muestras

**Anexo 11. Proceso *in vitro*.**



*Ilustración 1 Recolección de líquido ruminal*



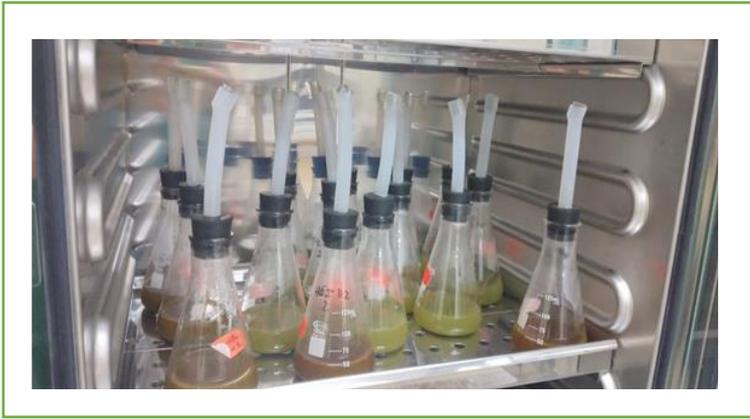
*Ilustración 2 Extracción de líquido ruminal*



*Ilustración 3 Mezcla de líquido ruminal con solución buffer*



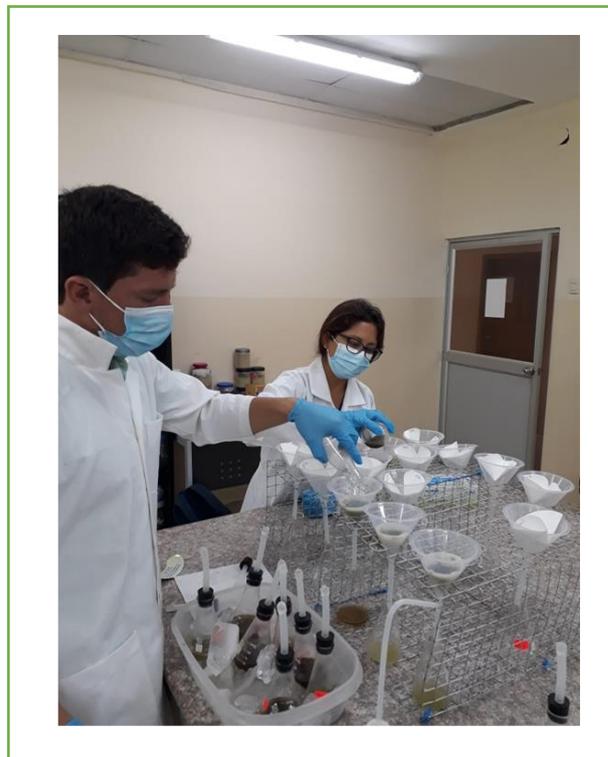
*Ilustración 5 proceso de digestibilidad *in vitro**



*Ilustración 6 Incubación de las muestras*



*Ilustración 7 Muestras en hielo*



*Ilustración 8 Proceso de destilación de liquido en papel filtro*

**Anexo 12. Colocación de las bolsas en el rumen de las vacas fistuladas, para el proceso *in situ*.**



*Ilustración 1 Cadenas con las bolsas y muestras*



*Ilustración 2 Proceso del ingreso de las cadenas a las vacas fistuladas*



*Ilustración 3 Sacando las muestras después del tiempo estipulado*



*Ilustración 4 Lavado y secado de las bolsas*

**Anexo 13. Bovinos de la Facultad de Ciencias Veterinaria consumiendo el residuo de la poda y cosecha de la pitahaya.**



## **Anexo 14. TÉCNICAS A UTILIZARSE EN LA INVESTIGACIÓN.**

### **14.1.MUESTREO**

El 4 de enero del 2021 se procedió a realizar un muestreo al azar tanto del tallo y fruta de la pitahaya (roja y amarilla), este muestreo se realizó en el sitio tres charcos del Cantón Rocafuerte con la finalidad de comenzar el respectivo trabajo de investigación.

### **14.2.DESHIDRATACIÓN.**

Para realizar el proceso de deshidratación, las muestras pasaron a ser cortadas en cubos de 1 a 2 cm y colocadas en bandejas de aluminio pesadas cada una de ellas, para posteriormente ubicarlas dentro de una deshidratadora perteneciente al Centro de Experimentación de Medicina Veterinaria. Una vez culminado el proceso mencionado se pesó nuevamente cada muestra para determinar la humedad de la misma. Es necesario tomar en cuenta que el proceso de deshidratación se debe de manejar con cuidado y procurar que la temperatura se mantenga en los 60° C, caso contrario podría producir efecto o reacción de Maillard con una menor temperatura.

### **14.3.MOLIENDA.**

Posteriormente al proceso de la deshidratación, se procedió a realizar la molienda de las respectivas muestras mediante la utilización de un molino IKA MF 10 Basic con cuchillas de tamices de 1mm y 2mm de grosor de muestra. Para los análisis químicos se recomienda un grosor de 1mm, mientras que para el proceso de digestibilidad degradabilidad es necesario una molienda de 2 mm. La muestra molida se colocó en frascos plásticos debidamente rotulados con fecha, cantidad y característica de la misma

### **14.4.TÉCNICA BROMATOLÓGICA**

El análisis bromatológico del residuo de la cosecha y poda (fruto y tallo) de la pitahaya roja y amarilla, se realizó siguiendo la metodología descrita por la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC).

### **14.5.TÉCNICA DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO***

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fibra detergente neutra (DIVFDN), fibra detergente ácida (DIVFDA) y de la materia orgánica (DIVMO) se midieron a las 24h y 48 h de incubación. El licor ruminal se obtuvo de las tres vacas fistuladas, las cuales se encuentran en el área de producción de la Facultad de Ciencias Veterinaria. La

metodología utilizada fue de Goering y Van Soest (1970) y acreditado por la AOAC (2005).

#### **14.6. TÉCNICA DE DEGRADABILIDAD *IN SITU***

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DMS) y de la materia orgánica (DMO), en la cual se emplearon tiempos de incubación de 3h, 6h, 12h, 24h, 48h y 72 horas mediante la técnica de la bolsa de nylon, también conocida como *in sacco* o *in situ* Ørskov en el rumen. Esta técnica consistió en la incubación del sustrato en bolsas de nylon dentro del rumen de aquellos animales que se encuentren fistulados, obteniéndose a intervalos de tiempo la información del rango de fermentación de la muestra y posteriormente midiendo la pérdida de materia seca y de proteína de la bolsa (García, 2015).

En cada bolsa de nylon se depositaron 2.500g de muestra de alimento. La pérdida de materia seca se estimó por el cambio de peso de las muestras de alimentos incorporadas en las bolsas antes y después de incubarlas en los animales fistulados, llevando a cabo la fórmula:

$$\text{MS desaparecida (\%)} = [(\text{MS inicial} - \text{MS final}) / \text{MS inicial}] \times 100$$

Los animales estaban provistos de fistulas ruminales y de cánulas CPR permanentes, fabricadas por la firma Ankom Technologies, USA, con cuatro pulgadas de diámetro interno. A estos se les realizó un periodo de adaptación de tres días antes de la incubación en las bolsas de nylon. Las muestras fueron molidas y pasadas a través de una criba de 2 mm, se emplearon 9 réplicas por tratamiento y 3 réplicas por cada animal en un total de 3 animales.

Las bolsas del rumen son elaboradas de dacrón/poliéster de la firma ANKOM Co, Fairport, NY, estas fueron atadas con abrazaderas plásticas desechables. Antes del momento de la incubación en la parte ventral del rumen, las muestras fueron sumergidas en agua limpia por 30 segundos, con el propósito de ser pre-hidratadas y poder generar el factor de corrección por escape de partículas en el tiempo cero.

Para garantizar la permanencia de las bolsas en la parte ventral del rumen se usó una cadena de hierro galvanizado con un diámetro de ¼ de pulgada y de 1 m de largo, fijada al tapón de cánula ruminal con un hilo de nylon de 50 cm de longitud. Transcurrido el periodo de incubación fueron extraídas del rumen, se lavaron con agua corriente, hasta

obtener el agua de lavado transparente, posteriormente se conservaron las muestras en congeladores.

Después de terminar con todos los respectivos tratamientos, se descongelaron las muestras y se lavaron con agua corriente, posteriormente se colocaron las bolsas en una estufa Menmert de aire forzado a 60 °C durante 48 horas y luego pesadas en una balanza analítica marca Adam Equipment, modelo PW 254.

## **Anexos 15. PROCESOS A SEGUIR PARA DETERMINAR LA BROMATOLOGÍA MEDIANTE EL USO DE LA METODOLOGÍA DE LA ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC).**

### **15.1. CENIZA.**

La ceniza o propiamente dicho materia inorgánica, es el nombre que se le da a una determinada sustancia resultante de una técnica de laboratorio el cual se obtiene al incinerar la materia seca para así destruir la materia orgánica y de esta manera cuantificar la cantidad de materia inorgánica de la muestra.

#### **15.1.1. Determinación de ceniza de la pitahaya (roja y amarilla)**

Las muestras se incineran a 600°C, para que de esta manera se quemara todo el material orgánico que contenga la muestra, quedando solamente el material inorgánico o aquella que se le denomina ceniza.

#### **15.1.2 Procedimiento**

En primera instancia se pesaron los frascos de crisol y luego se colocaron 2 gramos de muestra, posteriormente se colocaron dichas muestras en un horno incinerador en el que se mantuvo a una temperatura de 600°C durante 6 horas. Después de haber transcurrido el proceso de incineración, se procede a retirar los frascos de crisol de la mufla y se colocan en el desecador para que se enfríen al ambiente, con la finalidad de que estos no adquieran humedad. Por último, se pesaron los frascos de crisol con el resultado final de las muestras.

#### **15.1.2. Cálculo.**

Porcentaje de ceniza =  $\text{Peso de ceniza} \times 100 / \text{Peso de muestra}$ .

## **15.2. PROTEÍNA CRUDA.**

La obtención de proteína cruda se da por destrucción de la materia orgánica, (forraje, concentrado, o cualquier compuesto), por acción del ácido sulfúrico en temperatura elevada. Finalmente se obtiene sulfato de amonio, siendo destilado a amonio.

### **15.2.1. Reactivos y equipos de laboratorio.**

- Ácido sulfúrico concentrado
- Catalizador (sulfato de Potasio, 100 g y Sulfato de cobre, 0,25 g)
- Ácido clorhídrico, aprox.0,05 N
- Hidróxido de sodio al 50%.
- Balones de digestión.
- Erlenmeyer.
- Cocina de digestión
- Aparato de destilación de Kjendahl
- Bureta
- Balanza analítica

### **15.2.2. Procedimiento.**

- Se pesa 0,25 gramos de la muestra.
- Añadir 1 gramo de catalizador de oxidación, incorporar el Sulfato de Potasio y Sulfato de Cobre, con el fin de aligerar la reacción.
- Realizar limpieza con agua, al cuello del balón de digestión.
- Adjuntar 2,5 ml de Ácido Sulfúrico concentrado y emplear en el balón de digestión.
- La clausura de la digestión se da, cuando el contenido del balón se encuentra totalmente cristalino. Cuando la digestión es lenta o difícil se agrega gotas de peróxido.
- Incluir en el aparato de destilación la muestra ya digerida y agregar 5ml de hidróxido de Na concentrado.
- Luego, se debe conectar de manera inmediata el vapor para dar paso a la destilación.
- Posteriormente se conecta al refrigerante, y obtener el destilado en un Erlenmeyer de 125ml, con un contenido de 5ml de ácido bórico con indicadores de pH.

- El destilado se da por concluido cuando se detiene el pasaje de amoniaco y se da el viaje con Ácido Clorhídrico valorado, aproximadamente de 0,05.
- Como último paso se registra el gato de la reacción.

### 15.2.3. Calculo:

La cantidad de nitrógeno de la muestra se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{Meq del N} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

Para obtener la cantidad de proteína bruta, se multiplica el valor del % de Nitrógeno por el factor 6,25 (En el caso de la leche, el valor es 6,38).

$$\% \text{ de Proteína} = \% \text{ de Nitrógeno} \times 6,25.$$

## 15.3. ANÁLISIS DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN).

### 15.3.1. Procedimiento:

- Pesarse el papel filtro
- Rotular la bolsa filtro y pesarse 0,50 gramos de muestra y proceder al sellado de las bolsas.
- En el equipo de fibra se añade de 1 a 1,5 litros de reactivo de FDN, por una hora y quince minutos con temperatura de 100°C.
- Después del proceso, se realiza tres enjuagues, dos por diez minutos con agua destilada caliente y Alpha-amylase ANKOM, y el tercero por cinco minutos con agua destilada.
- Se extraen las muestras que eliminó el exceso de agua destilada, luego son sumergidas en acetona por 3 minutos. Y se saca el exceso y se deja evaporar por 3 horas.
- Posteriormente se ubica en la estufa 105°C por 24 horas. Pasado ese tiempo se realiza el peso de las bolsas filtros con la muestra.

### 15.3.2. Cálculo.

$$\% \text{ FDN} = (W_o - W_t) / S * 100$$

Donde:

- $W_o$  = Peso de bolsa F57 secado en estufa, más muestra.

- Wt=Tara de la bolsa F5
- S= peso de la muestra seca

### **15.3.3. Reactivos:**

- Neutral detergent solution, concentrate (ANKOM TECHNOLOGY).
- Triethylene Glycol.
- Alpha-amylase ANKOM.
- Acetona.
- Agua destilada.

## **15.4. ANÁLISIS DE FIBRA DETERGENTE ACIDA (FDA).**

### **15.4.1. Procedimiento:**

- Colocar en el equipo de fibra 1 a 1,5 litros de reactivo FDA, por una hora y quince minutos a 100°C.
- Posteriormente se realiza tres enjuagues dos por diez minutos con agua destilada caliente y Alpha-amylase ANKOM, y el tercero por cinco minutos con agua destilada.
- Culminado el proceso, se realizó tres enjuagues, dos con agua destilada caliente y Alpha-amylase ANKOM por 5 minutos, y el último solo con agua destilada por 5 minutos más.
- Se extrae las muestras que eliminó el exceso de agua destilada, luego son sumergidas en acetona por 3 minutos. Y se saca el exceso y se deja evaporar por 3 horas.
- Posteriormente se ubica en la estufa 105°C por 24 horas. Pasado ese tiempo se realiza el peso de las bolsas filtros con la muestra.

### **15.4.2. Cálculo.**

$$\% \text{ FDN} = (W_o - W_t) / S * 100$$

Donde:

- W<sub>o</sub>= Peso de bolsa F57 secado en estufa, más muestra.
- W<sub>t</sub>=Tara de la bolsa F57.
- S= Peso de la muestra seca.

## **15.5. LIGNINA DETERGENTE ACIDA (LDA).**

Determinación de la lignina detergente ácida al residuo de la fibra detergente ácida es sometida a la digestión en ácido sulfúrico al 72 % en un vaso de precipitado durante 4 horas con movimientos circulares por diez minutos con intervalos de treinta minutos. Luego se procedió a enjuagar con agua destilada hasta quitar todo el residuo de ácido, posteriormente se sometieron al secado en una estufa a 105 °C durante 12 horas.

### **15.5.1. Cálculo.**

$$\% \text{ LDA} = (W_o - W_t) / S * 100$$

Donde:

- $W_o$ = Peso de bolsa F57 secado en estufa, más muestra.
- $W_t$ =Tara de la bolsa F57.
- $S$ = Peso de la muestra seca.

## **Anexo 16. Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, mediante la técnica descrita por Goering y Van Soest (1970).**

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fibra detergente neutra (DIVFDN), fibra detergente ácida (DIVFDA) y de la materia orgánica (DIVMO) se midió a las 24h y 48 h de incubación. El licor ruminal se obtuvo de tres vacas fistuladas. La metodología utilizada fue de Goering y Van Soest (1970) y acreditado por la AOAC (2005).

## **Anexo 17. Degradabilidad *in situ*, la cual se realizó con la técnica de la bolsa de nylon.**

La técnica de la bolsa de nylon, también conocida como *in sacco* o *in situ* Ørskov, en el rumen, se estima como un método estándar para determinar el grado y la tasa de degradación de la materia seca y de la proteína de los alimentos que se les suministra a los rumiantes. Esta técnica consiste en la incubación del sustrato en bolsas de nylon dentro del rumen de aquellos animales que se encuentren fistulados, obteniéndose a intervalos de tiempo la información del rango de fermentación de la muestra y posteriormente midiéndose la pérdida de materia seca y de proteína de la bolsa (García, 2015).

### **17.1. La bolsa o saco**

El tamaño de la bolsa debe ser de tamaño adecuado que permita que las muestras tengan libre movimiento dentro de ella. Por otro lado, es importante el tamaño del poro de la bolsa (20 – 40 micrones), ya que se debe permitir la entrada y salida de los microorganismos del rumen y de licor ruminal, y a la vez se permita la salida de las partículas degradadas y de gases (Monge, 2020).

#### **17.1.1. Tratamiento y preparación de la muestra**

La preparación de las muestras es un punto crítico, es importante que la muestra represente hasta donde sea posible el material como aparece en el rumen. Generalmente las muestras se muelen en un molino a un tamaño de 2mm – 3mm (Monge, 2020).

#### **17.1.2. Tamaño de la muestra**

La cantidad mínima de muestra necesaria se define como aquella que proveerá material adecuado para el análisis después de la determinada incubación. La cantidad de la muestra que ha sido incubada en la bolsa también dependerá de la densidad de la muestra preparada. Cabe mencionar que se debe considerar el tamaño de la bolsa (Monge, 2020).

#### **17.1.3. Tiempo de incubación**

El tiempo de incubación para la degradación depende del material que se esté incubando, generalmente los concentrados requieren de 12 a 24 h, forrajes de alta calidad 24 a 60 h y los forrajes de baja calidad entre 48 a 72 h de incubación (Monge, 2020).

#### **17.1.4. Repeticiones**

Para llevar a cabo estas pruebas, es necesario utilizar más de un animal fistulado y la principal fuente de variación de la desaparición de la materia seca de las bolsas es el componente entre animales (Monge, 2020).

#### **17.1.5. Modelos**

Posterior a la incubación, las bolsas son retiradas, lavadas y el remanente es pesado y utilizado para calcular la degradación de la materia seca y nutriente en los diferentes tiempos. Existen diversos modelos para estimar la degradabilidad ruminal, pero el más utilizado es el modelo Ørskov (Monge, 2020).

### **17.1.6. Dieta de los animales**

Los animales fistulados que se escogen para llevar a cabo un determinado estudio de degradabilidad deberán de ser sometidos a consumir el mismo material que se esté evaluando, ya que los microorganismos del rumen deben estar adaptados a dicho alimento (Monge, 2020).

Todas las técnicas utilizadas son acreditadas por AOAC (Asociación de las comunidades analíticas, 2005).

## ABREVIATURAS

TR	Tallo rojo
TA	Tallo amarillo
FR	Fruta roja
FA	Fruto amarillo
PC	Proteína cruda
LDA	Lignina detergente acida
FDA	Fibra detergente acida
FDN	Fibra detergente neutro
MS	Materia seca
DIV	Digestibilidad <i>in vitro</i>
DIS	Digestibilidad <i>in situ</i>
DIVMS	Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca
DISMS	Digestibilidad <i>in situ</i> de materia seca
PNMF	Proyecto nacional de moscas de la fruta
AGV	Ácidos grasos volátiles
NH4	Amonio