

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria**



**Valor nutricional de los residuos de  
cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*)  
tratados con urea al 5%**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Presentada por

**Edy Jose Saucedo Rojas**

Asesores

**Dr. José Fernando Coronado León**

**Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz**

**Cajamarca - Perú**

**2025**

**CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. **Investigador:** Edy Jose Saucedo Rojas  
DNI: 70078475  
Escuela Profesional: Medicina Veterinaria
2. **Asesores:** Dr. José Fernando Coronado León y Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz
3. **Facultad:** Ciencias Veterinarias
4. **Grado académico o título profesional:** Título Profesional
5. **Tipo de Investigación:** Tesis
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "Valor nutricional de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) tratados con urea al 5%"
7. **Fecha de Evaluación:** 23 de enero del 2025
8. **Software Anti plagio:** Turnitin
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 20 %
10. **Código Documento:** oid: 3117:422850832
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** Aprobado

Fecha Emisión: 24 de Enero del 2025



Universidad Nacional de Cajamarca  
Facultad de Ciencias Veterinarias  
Dr. Wilder Quispe Urteaga  
Director de la Unidad de Investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA  
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De Febrero De 1962  
UNIVERSIDAD LICENCIADA  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS  
DECANATO  
Av. Atahualpa 1050 – Ciudad Universitaria Edificio 2F – 205 Fono 076 365852



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las doce horas y treinta minutos del día diecisiete de enero del dos mil veinticinco, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “**César Bazán Vásquez**” de la Universidad Nacional de Cajamarca los integrantes del jurado calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis titulada: “**VALOR NUTRICIONAL DE LOS RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (*Phaseolus lanatus L.*) TRATADOS CON UREA AL 5%**”, asesorada por los docentes **Dr. José Fernando Coronado León** y **Mg. M.V. Crisanto Juan Villanueva De la Cruz** y presentada por el Bachiller en Medicina Veterinaria: **EDY JOSE SAUCEDO ROJAS**.

Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó al sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el jurado calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISIETE (17)**.

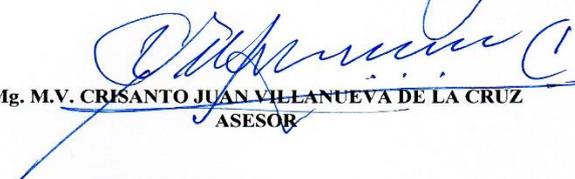
Siendo las trece horas y treinta minutos del mismo día, el presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

  
Dr. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS  
PRESIDENTE

  
Dr. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO  
SECRETARIO

  
M. Sc. M.V. JAIME MEGO SILVA  
VOCAL

  
Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN  
ASESOR

  
Mg. M.V. CRISANTO JUAN VILLANUEVA DE LA CRUZ  
ASESOR

## DEDICATORIA

*A Dios, por brindarme la fortaleza y no dejar que me rinda día a día. Por siempre, guiar cada paso que doy en este largo camino.*

*A mi madre, Dalila Rojas Díaz, por ser una de las personas más importantes en mi vida y haber creído en mí ciegamente, porque nunca me dejaste solo y guiarme correctamente siempre.*

*A mi padre, Marco Saucedo Boñón, por enseñarme a hacer las cosas bien, aconsejarme y ser mi mayor ejemplo.*

***Edy Saucedo Rojas***

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional de Cajamarca, y en especial a la Facultad de Ciencias Veterinarias, por ser la Institución que me ha instruido y formado a lo largo de mi vida profesional.*

*Al Dr. José Fernando Coronado León, quiero agradecerle su orientación y apoyo durante la carrera y también por aceptar ser mi asesor en esta tesis.*

*Al Mg. Crisanto Juan Villanueva de la Cruz, quiero agradecerle por apoyarme con sus conocimientos y experiencia en este trabajo.*

*Quiero agradecer especialmente a mis amigos más cercanos: Edsson S., Alexander A., Jhon I., Jonathan T., Analí P., Diana S., Diana H., Maury R., Cristian B., por su apoyo moral y estar siempre presentes cuando necesito ayuda y consejo.*

*Mi agradecimiento a los docentes de la Facultad de Ciencias Veterinarias en general, por sus conocimientos compartidos durante estos años en la Universidad.*

***Edy Saucedo Rojas***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	3
<b>1.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	3
<b>1.2. Bases Teóricas</b> .....	5
<b>1.3. Definición de términos básicos</b> .....	14
<b>CAPÍTULO II</b> .....	16
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
<b>2.1. Ubicación Geográfica</b> .....	16
<b>2.2. Diseño de la Investigación</b> .....	17
<b>2.1. Métodos de Investigación</b> .....	19
<b>2.2. Población, muestra y unidad de análisis</b> .....	20
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información</b> .....	21
<b>2.4. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información</b> .....	21
<b>2.5. Equipos y materiales</b> .....	21
<b>CAPÍTULO III</b> .....	23
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>3.1. Presentación de Resultados</b> .....	23
<b>3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados</b> .....	25
<b>3.3. Contrastación de hipótesis</b> .....	29

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	31
<b>CONCLUSIONES</b> .....	31
<b>CAPÍTULO V</b> .....	32
<b>SUGERENCIAS</b> .....	32
<b>REFERENCIAS</b> .....	33
<b>ANEXOS</b> .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Digestibilidad <i>in vitro</i> de los residuos de cosecha de pallar ( <i>Phaseolus lunatus L.</i> ) amonificados con urea al 5% a los 7, 14 y 28 días. ....	23
<b>Tabla 2.</b> Medidas de resumen de la digestibilidad <i>in vitro</i> de los residuos de cosecha de pallar ( <i>Phaseolus lunatus L.</i> ) amonificados con urea al 5 % a los 7, 14 y 28 días.....	23
<b>Tabla 3.</b> Análisis proximal bormatológico de los residuos de cosecha de pallar ( <i>Phaseolus lunatus L.</i> ).....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Fig 1.** Medidas de resumen de la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea al 5% a los 7, 14 y 28 días. .... 24

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea al 5% y ensilados durante 7, 14 y 28 días. Este fue un estudio experimental en el que se emplearon 50 kg de residuos de cosecha de pallar divididos entre 4 grupos de estudio: 1 grupo control y 3 grupos de tratamiento (7, 14 y 28 días de amonificación). Cada grupo tratamiento tuvo tres repeticiones (5 kg de muestra por cada repetición) y el grupo control tuvo 1 sola repetición. Para el proceso de amonificación se empleó urea al 5%. Para determinar la digestibilidad *in vitro* se empleó el método Ankom (Technology Method 3 - *in vitro* True Digestibility) usado para el equipo Daisy Incubator®. Adicionalmente se realizó el análisis proximal de los residuos de cosecha en los diferentes días de tratamiento. El coeficiente de digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar sin amonificar fue de 56,49%, mientras que para los tratamientos de amonificación de 7, 14 y 28 días fue de 61,50%, 59,18% y 59,03%, respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el coeficiente de digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar sin amonificar y amonificados con urea durante 7, 14 y 28 días. En análisis proximal y la determinación de la digestibilidad *in vitro* permitió concluir que la composición química y la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar fue relativamente estable a lo largo del tiempo.

**Palabras clave:** Pallar, amonificación, urea, digestibilidad *in vitro*.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* digestibility of pallar (*Phaseolus lunatus L.*) crop residues treated with 5% urea and ensiled for 7, 14, and 28 days. This experimental study utilized 50 kg of pallar crop residues, divided into four groups: one control group and three treatment groups corresponding to the different ammonification periods (7, 14, and 28 days). Each treatment group included three replicates (5 kg per replicate), while the control group consisted of a single replicate. The ammonification process was carried out using 5% urea. The *in vitro* digestibility was determined using the Ankom Method (Technology Method 3 - *in vitro* True Digestibility), specifically designed for use with the Daisy Incubator® system. Additionally, a proximate analysis of the crop residues was conducted for each treatment period. The *in vitro* digestibility coefficient of untreated (unammonified) pallar crop residues was 56.49%, while the coefficients for the ammonified residues at 7, 14, and 28 days were 61.50%, 59.18%, and 59.03%, respectively. No statistically significant differences were observed in the *in vitro* digestibility coefficient between untreated and ammonified residues for the tested durations. The results of the proximate analysis and *in vitro* digestibility testing indicate that the chemical composition and digestibility of pallar crop residues remain relatively stable over time.

**Keywords:** Pallar, ammoniation, urea, digestibility *in vitro*.

## INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria es una actividad productiva que enfrenta constantes retos, especialmente en aquellas regiones en las que los recursos forrajeros son limitados. Ante esta problemática, los residuos de cosecha representan una alternativa como fuente de alimentación animal (1, 2). Sin embargo, estos residuos de cosecha, muchas veces, son quemados o desperdiciados, generando contaminación o pérdidas en los sistemas de producción, desperdiciando la oportunidad de utilizarlos en la alimentación animal como una alternativa económica y viable para los productores, sobre todo en condiciones en las que existe escasez de forraje para la alimentación de los animales (3).

Los residuos de cosecha desempeñan un papel importante en la producción animal en países en vías de desarrollo, sobre todo en periodos en los que existe mayor disponibilidad de material residual en los cultivos (4, 5). Sin embargo, los residuos vegetales tienen limitaciones, como son la baja densidad, deficiencia de proteína, alto contenido de fibra, alto grado de lignificación o silificación y baja digestibilidad (6). Por este motivo, para que sea utilizado de mejor manera, deben ser sometidos a procesos como la amonificación para mejorar sus características (7).

La amonificación de residuos de cosecha mejora su calidad nutricional, permitiendo su uso en la alimentación de rumiantes, ya que aumenta el consumo y la digestibilidad de los residuos (8). Este tratamiento químico aprovecha el efecto hidrolizante del amoníaco sobre componentes como la lignina y polisacáridos propios de la planta, de tal manera que incrementa su digestibilidad y nivel de proteína cruda (9).

Diversos estudios han demostrado la efectividad de la amonificación en cultivos como el sorgo (*Sorghum bicolor*) (10), la panca de maíz (3, 11) y pastos tropicales como el *Panicum maximum* (12) y la *Brachiaria humidicola* (13), produciendo mejoras significativas en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de nutrientes para los rumiantes.

En Perú, los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) como fuente de alimentación animal no han sido objeto de estudios científicos, a pesar de su uso empírico en regiones como La Libertad. Esta falta de investigaciones representa un vacío de conocimiento, lo que limita la posibilidad de aprovechamiento de este recurso de una forma eficiente. Por ello, conocer el impacto del proceso de la amonificación sobre estos residuos resulta importante, ya que puede permitir conocer su potencial para poder ser incorporado en dietas de rumiantes, promoviendo así un manejo eficiente y sostenible de los recursos agropecuarios disponibles.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar tratados con urea al 5%, evaluando los efectos del tiempo de amonificación a los 7, 14 y 28 días. Se espera que los resultados de esta investigación puedan aportar información sobre este recurso poco estudiado, contribuyendo al desarrollo de prácticas que optimicen la alimentación animal en zonas rurales, con la finalidad de mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental asociado a un mal manejo de los residuos de cosecha.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes de la investigación

#### 1.1.1. Internacionales

En 2002, se llevó a cabo una investigación en Venezuela con la finalidad de determinar el efecto de la amonificación con urea sobre la digestibilidad *in vitro* de la soca de sorgo (*Sorghum bicolor*). El forraje fue amonificado por un periodo de 14 y 21 días. La digestibilidad fue evaluada mediante el método de Tilley y Terry, encontrando que esta mejoró de 50,48 a 62,9% en las muestras amonificadas con urea durante 21 días (10).

En 2004, se realizó una investigación en Venezuela con el objetivo de determinar el efecto de la amonificación con urea sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del heno de *Brachiaria humidicola*. El forraje se cosechó, picó y henificó, para ser tratado posteriormente con urea al 0, 3 y 6% diluida en 40% de agua en relación al peso del forraje seco y fue almacenado durante 28 días. La digestibilidad *in vitro* fue evaluada mediante el método descrito por Tilley y Terry con un periodo de incubación de 48 horas. Los resultados mostraron que la amonificación con urea aumentó la digestibilidad de la materia seca de 65,1 a 70,8% (13).

En 2013, se realizó otra investigación en Nicaragua con la finalidad de determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la biomasa verde amonificada del pasto Guinea (*Panicum máximum*). Los niveles de urea aplicados fueron de 0, 1, 3 y 5% durante 21 días a temperatura ambiente. El

método empleado para determinar la digestibilidad *in vitro* de materia seca fue el de Tilley y Terry, observando que los valores mejoraron en las muestras correspondiente al forraje amonificado con urea al 5%, con un valor de 48,74% de digestibilidad frente a 38,79% del forraje sin amonificar (12).

En 2013 en Colombia, se realizó otra investigación con el fin de evaluar el efecto de la amonificación sobre la digestibilidad *in vitro* de residuos de cosecha de maíz. Para el experimento se utilizó urea (3kg) disuelta en 50 litros de agua y fue almacenado durante 30 días. La evaluación de la digestibilidad *in vitro* se realizó mediante el método de Tilley y Terry, encontrando que las muestras amonificadas con urea mejoraron la digestibilidad de la materia seca de 29 a 43,3% (3).

### **1.1.2. Nacionales**

En el año 2017 se realizó una investigación en Lima con el objetivo de evaluar la digestibilidad de la panca de maíz amonificada con tres niveles de urea (0, 3 y 6%) durante 14 días. Se evaluó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS%) mediante el método descrito por Tilley y Terry y modificado por Van Soest. Se observó una diferencia altamente significativa ( $p < 0,01$ ) en la digestibilidad de materia seca de las muestras amonificadas con urea al 6% (66,59%) frente a los demás grupos de muestras. El incremento fue de 11,17% con respecto a los demás grupos (11).

## 1.2. Bases Teóricas

### 1.2.1. Pallar

El pallar (*Phaseolus lunatus*), frejol torta o frijol lima (14), es una planta leguminosa de grano usada para la alimentación en humanos gracias a su contenido rico en proteínas y alta palatabilidad. Además, posee un valor extra debido a que, al ser cultivado contribuye a la fertilización nitrogenada del suelo (15). Su sabor se debe al contenido en linamarina, que es un glucósido tóxico del cual se forma ácido cianhídrico. Sin embargo, el contenido de este compuesto en los pallares peruanos es menor al de los producidos en Asia, por lo que su consumo no es riesgoso para el organismo (16, 17).

Es la segunda especie de frejol más importante a nivel mundial, esto debido a la preocupación por la seguridad alimentaria ante los problemas de producción de grano de frejol asociado al cambio climático, ya que el pallar tiene mejor adaptación climática que el frejol común (*P. vulgaris*) (18).

El pallar forma parte de la dieta en los centros de producción de esta leguminosa, principalmente en Ica y Pisco, en donde se llega a consumir como legumbre o grano seco. El pallar, también se siembra en regiones como Ancash y Lima, quienes, en conjunto con Ica representan el 97% de la producción nacional total. Otras regiones como Piura, aportan el 0,3%; mientras que Junín, Ayacucho, Apurímac, Huancavelica y Puno, aportan el 2,7%. La producción anual en el año 1,991 era de casi 6 millones de toneladas, sembradas en una superficie de 5,140 hectáreas (15). En 2020 la producción anual fue de 8,748 toneladas cosechadas en más de 200 mil hectáreas, siendo las principales regiones productoras: Lambayeque (5,919 toneladas), Ica (3,284 toneladas), La Libertad (40

toneladas), Arequipa (43 toneladas) y Ayacucho (11 toneladas) (19). Actualmente, el pallar se exporta a países como Japón desde la región de Ica y Lambayeque (18).

### **1.2.2. Uso de residuos agrícolas como recurso alimenticio**

Los residuos agrícolas pueden ser clasificados según su origen en: Residuos de cosechas, agroindustriales, fibrosos urbanos, excretas de granjas y vegetación natural. Poseen diferentes valores nutritivos y disponibilidad (6). Los residuos de cosecha han demostrado ser una alternativa de solución para la época seca, cuando son escasos los forrajes verdes de mejor calidad (7).

Los residuos vegetales presentan limitaciones para su uso eficiente en la alimentación animal. Estas pueden ser biológicas, tecnológicas, económicas y culturales. El valor nutricional se ve limitado por la baja densidad, deficiencia de nitrógeno, minerales y vitaminas, presencia de compuestos tóxicos naturales o químicos, alto contenido de fibra, alto grado de lignificación o silicificación lenta tasa de fermentación o pasaje, baja digestibilidad (6).

Las características principales de los residuos de cosecha son que poseen bajo contenido de proteína (menos de 5%), alto contenido de fibra (mayor a 65%), baja digestibilidad (menor del 50%) y consumo voluntario limitado, de tal forma que para que puedan ser utilizados de una mejor manera, deben ser sometidos a procesos como la amonificación para mejorar su digestibilidad y consumo voluntario (7).

Cuando la edad de la planta es mayor suceden cambios que tienden a disminuir la calidad de los materiales, afectando la digestibilidad. La celulosa inicialmente

en estado amorfo dispuesta al azar dentro de la pared celular comienza a cristalizarse, formando una estructura paralela en cadenas, que produce una mayor dificultad de la microflora ruminal para la colonización de la pared celular, disminuyendo la digestibilidad y la producción de metabolitos importantes para el bovino. El proceso de maduración se relaciona también con una mayor concentración de lignina en la pared celular, lo que limita el acceso de enzimas celulolíticas al sustrato y a la toxicidad de los productos polifenólicos para algunas bacterias ruminales (20).

La mayoría de los residuos agrícolas fibrosos poseen baja densidad y un alto contenido de humedad al momento de su disponibilidad. Lo que significa una restricción técnica y económica para su uso eficiente. Una baja densidad limita el transporte y almacenamiento e influye negativamente en el consumo voluntario, mientras que un alto contenido de humedad hace que se requiera un procesamiento para su almacenamiento (6).

Lo mencionado anteriormente indica que, para utilizar los residuos agrícolas fibrosos de una manera eficiente, se hace necesario, en la mayoría de casos, su procesamiento (6). De esta manera, se han probado diversos tratamientos con el objetivo de mejorar el valor alimenticio de los residuos agrícolas, esto con el fin de lograr el aislamiento de partes constituyentes, mejorar la palatabilidad, alterar la forma física, mejorar la digestibilidad, mejorar la conservación, detoxificar y alterar la combinación de nutrientes (21).

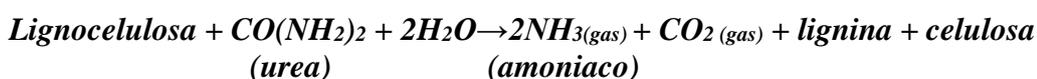
Según la naturaleza de los tratamientos para mejorar el valor alimenticio de los residuos agrícolas se pueden clasificar en los destinados a suplementar con nutrientes como vitaminas, minerales, nitrógeno; los físicos, que están

destinados a modificar la forma física, humedecer, presión a vapor, irradiación o altas temperaturas; los químicos como el procesamiento con ácido, álcali, agentes oxidantes; los aditivos reguladores del proceso digestivo; los biológicos que usan hongos y bacterias; y los que usan la combinación de los tratamientos (6).

### 1.2.3. Amonificación de residuos agrícolas

En las dietas que se basan en subproductos de cosecha, agroindustriales o forrajes de baja calidad, la principal limitante en el crecimiento de los microorganismos que habitan en el rumen, es el amoníaco que se encuentra en el líquido ruminal. La cantidad de amoniaco que permite la digestión varía de acuerdo a la dieta. Cuando ésta se basa en alimentos fibrosos, pobres en nitrógeno o con contenido de carbohidratos muy solubles, las concentraciones de amoniaco deben ser más altas que en los alimentos con alto contenido de proteínas. Existen fuentes directas e indirectas de amoniaco. Comercialmente se pueden conseguir los siguientes productos: Amoniaco anhidro, amoniaco acuoso, urea, nitrón 26 (20).

La urea es un fertilizante sólido granulado que contiene 46% de nitrógeno y que se utiliza como fuente de dicho elemento en la fertilización de cultivos (22). La urea produce una liberación enzimática, desdoblándose químicamente en amoniaco y dióxido de carbono, lo que le permite actuar directamente sobre la fibra (23), como se observa en la siguiente ecuación (24):



Cuando se utiliza la urea como fuente de amoníaco, esta depende de la hidrólisis que será realizada por las ureasas microbianas o vegetales para producir amoníaco. Este amoníaco producido por acción de bacterias u hongos durante la hidrólisis reacciona con el agua que se encuentra en las plantas y forma hidróxido de amonio y gas amoniacal, conllevando a un aumento del pH, que promueve cambios químicos en la fibra de los vegetales (25). Debido al efecto hidrolizante del amoníaco sobre los enlaces de lignina y polisacáridos como la celulosa, hemicelulosa y pectinas; aumenta la disponibilidad de materia orgánica que será utilizada por la flora ruminal (26) e incrementando el contenido de proteína a causa de la fijación del  $\text{HN}_3$  en los tejidos de la planta (27).

La amonificación es el proceso mediante el cual se le aplica agua con urea sobre los residuos de cosecha y su posterior almacenamiento hermético con el fin de mejorar la forma en la que los animales herbívoros puedan aprovecharlos (7). El objetivo de la amonificación es incrementar la digestibilidad de los residuos de cosecha en 10,7%, el consumo en 22% y el contenido de proteínas (20). El tratamiento con urea ha demostrado mejorar el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad por efecto del ion amonio en los carbohidratos de la pared celular (28), conllevando a un aumento en la digestibilidad in vitro de la materia seca y de la fibra detergente neutro, del contenido de nitrógeno y consumo de materia seca (29), productividad de los animales (30). Además, aumentan los niveles de proteína a causa del nitrógeno que proviene de la urea (31).

La amonificación es un proceso fácil y barato mediante el cual se aprovechan recursos alimenticios que serían desaprovechados, aumentando la digestibilidad y el contenido de nitrógeno; además, se mejora el consumo por parte de los

animales, de tal manera, se puede llegar a mejorar la condición corporal de los animales y la producción de leche (7).

La amonificación puede realizarse con materiales existentes en la finca, pudiendo utilizarse baldes, plásticos, barriles. En primer lugar, se debe limpiar el terreno en el que se realizará la amonificación, se pesan 100 libras de residuos de cosecha y se pesan 3 a 5 libras de urea, que se diluyen en 20 a 30 litros de agua. Se acomodan los residuos de cosecha y se apisonan para aplicar la solución de agua con urea sobre la capa de residuos. Posteriormente se cierra herméticamente para que no se escape el gas de amonio que se producirá. Se dejará tapado por un periodo mínimo de 15 a 21 días. Se debe tener precaución de que el amoniaco no se escape, pues si se produce un escape el trabajo se habrá perdido (7). El amonificado con urea al 3% se realiza disolviendo 3 kg de urea granulada por cada 97 kg de follaje o heno. Se realiza disolviendo la urea en agua corriente dentro de un recipiente y regándola uniformemente sobre capas del forraje picado y cubriéndolas bajo una carpa plástica hermética y colocada bajo sombra (22).

Existen factores que influyen en la amonificación como son, a) el tipo de material, ya que no todas las variedades de cultivo tienen la misma digestibilidad; b) la época de cosecha, ya que entre más verde sea la cosecha, el material será más digestible; c) la relación hoja tallo, pues las hojas son más digestibles que los tallos; d) la duración del tratamiento, pues en condiciones de temperatura entre 20 a 35°C, el tiempo de almacenamiento no deberá ser menor a una semana ni mayor a ocho; e) el efecto de la humedad, ya que un contenido de humedad de 30% resulta óptimo en casi todos los materiales; y f) el efecto de la

temperatura, ya que los efectos de la amonificación aumentan cuando aumenta la temperatura (7).

El tiempo de duración del proceso de amonificación varía según la temperatura del ambiente y la producción de amoníaco, que aumenta hasta disminuir tras 21 días de iniciado el procedimiento. Se recomienda un periodo de 14 días para incrementar el contenido de proteína (23) y de 28 días para tener un mejor contenido de proteína y menor contenido de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA). Se ha reportado también que tras este periodo ya no aumentan los valores de proteína ni disminuyen los FDN y FDA (32).

#### **1.2.4. Efectos nutricionales de la amonificación**

Los microorganismos como bacterias y hongos que forman parte de la microflora ruminal pertenecen al reino vegetal, y por efecto del consumo de cantidades mayores y uniformemente repartidas de nitrógeno no proteico fijado y disuelto en forma de amoníaco en la humedad del suplemento tratado, aumentan sensiblemente su población que, para mantenerse activa, requiere de energía disponible de rápida y alta fermentación. De ello depende que los rumiantes puedan aprovechar los nutrientes de los forrajes toscos y de baja digestibilidad. La amonificación permite conservar almidones y azúcares de alto valor energético en la forma original en la que se encuentran en el alimento, evitando su pérdida por fermentación al convertirse en alcoholes (20).

La muerte y reemplazo diarios de una proporción de la flora ruminal puede triplicarse desde 0,8 hasta 2,3 kg de M.S./día, y es utilizada por los rumiantes como fuente proteica de alta calidad, que es absorbida en el intestino. Esta mayor

cantidad de proteína sobrepasante disponible para su metabolismo permite lograr una mayor producción de carne y/o leche (20).

Cuando se produce la ruptura de las cadenas de lignocelulosa, a causa del proceso de amonificación, se libera la celulosa y hemicelulosa, permitiendo que sean digeridas por la flora ruminal, como fuente de energía. La amonificación conserva las proteínas contenidas originalmente en los materiales tratados y fermentables en el rumen o pasantes en el intestino. Los residuos de cosecha amonificados pueden ser suministrados directamente a los bovinos, los cuales se acostumbran rápidamente al olor; sin embargo, es aconsejable suministrar alimentos concentrados que faciliten la conversión de residuos en alimento y proporcionen una fuente de proteína y minerales (20).

#### **1.2.5. Digestibilidad de los alimentos en bovinos**

La digestibilidad de cualquier alimento permite determinar la cantidad o proporción del mismo que es realmente absorbido por el animal, y por consiguiente es aprovechado para el crecimiento, mantenimiento y reproducción (33). Este factor se determina inicialmente en pruebas con animales, obteniendo valores de solubilidad y digestibilidad, que luego pueden replicarse en laboratorios. Estas últimas no son equivalentes a las que se realizan con animales vivos; sin embargo, con el fin de proteger el bienestar animal, además de otros factores como la velocidad, replicación y rentabilidad, los análisis de laboratorio son ampliamente usados (34).

Las pruebas de digestibilidad se pueden utilizar con diferentes fines: Para la evaluación de un alimento que será utilizado para la alimentación de un animal o incluido en una ración, establecer el aporte de nutrientes digestibles por parte

de un alimento y la utilización de la digestibilidad en estudios experimentales. En este último punto se pueden realizar estudios con diferentes métodos de preparación de alimentos, o administración de aditivos y sus combinaciones (35).

Para determinar el coeficiente de digestibilidad se utilizan métodos *in vivo* e *in vitro*. Dentro de los procedimientos *in vivo*, se realiza la colección de heces como el método más confiable; sin embargo, es un método laborioso, costoso y que demanda tiempo e infraestructura (36). Por este motivo, los métodos *in vitro* son más utilizados, ya que representan una alternativa más rápida y confiable, siempre y cuando los procesos de digestión sean simulados adecuadamente (33).

#### **1.2.6. Digestibilidad *in vitro***

Los métodos de digestibilidad *in vitro* se introdujeron en 1963 por Tilley y Terry (37), y por Van Soest en 1966 (38). Ambos han sido considerados métodos confiables y precisos para el cálculo de la digestibilidad de alimentos en rumiantes (39); sin embargo, el método de Tilley y Terry ha requerido modificaciones y ajustes, además de la adición de tampones de dilución para modificar el pH del inóculo (40). Pese a todo esto, se considera un método que consume demasiado tiempo y trabajo, y no permite el análisis de varias muestras simultáneamente (41).

La base de las técnicas *in vitro* para demostrar la digestibilidad se basa en imitar las reacciones que ocurren a nivel del rumen de los bovinos. En un inicio, se usaba un método que utilizaba licor ruminal para fermentar una muestra de alimento y posteriormente era incubado, para finalmente determinar por diferencia la degradabilidad de la materia seca. Sin embargo, la correlación con

la digestibilidad *in vivo* no eran altas, debido a que en los bovinos se produce una reacción enzimática en el abomaso e intestino que no se tomaba en cuenta en este método (33).

En la actualidad, estas pruebas fueron reemplazadas por métodos de digestibilidad en dos etapas, que agregan la digestión enzimática posterior a la ruminal, logrando simular de esta manera las condiciones que se producen en el sistema digestivo del bovino (33).

Gracias a la continua investigación con el fin de hacer más eficientes, rápidas y económicas a las pruebas de digestibilidad *in vitro*, se desarrolló el método *in vitro* de Goering y Van Soest (42), que usa al equipo Daisy II ® Ankom Technology, que permite el análisis simultáneo de 100 muestras y es más eficiente y rápido (43), además de que los datos obtenidos poseen una alta correlación con respecto a los métodos de digestibilidad *in situ* y el de Tilley y Terry (37, 44). Este sistema consiste en simular las condiciones de incubación similares a las que se dan *in vivo*, incluyendo soluciones compuestas por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores que ayudan a la anaerobiosis necesaria para el proceso (42).

### 1.3. Definición de términos básicos

- **Residuos de cosecha:** Son los restos de materia vegetal que quedan en el campo luego de la recolección de cultivos, e incluyen tallos, hojas, cáscaras, y otros subproductos que pueden ser utilizados tanto para la alimentación de animales como para la mejora del suelo.

- **Amonificación:** Es un proceso de tratamiento de materia vegetal con amoníaco o compuestos que lo liberan, como la urea. Tiene como finalidad mejorar la calidad nutricional del material, especialmente su contenido de nitrógeno, volviéndolo más digestible para los animales rumiantes.
- **Urea:** Es un compuesto químico utilizado comúnmente como fertilizante nitrogenado en la agricultura. También es usado en la alimentación de animales, específicamente en la amonificación de forrajes para mejorar su valor nutritivo.
- **Pallar:** Es el nombre común que se le da al *Phaseolus lunatus* en algunas regiones de América Latina. Es una leguminosa que se cultiva principalmente por sus semillas.
- **Digestibilidad:** Es la medida que se usa para saber la eficiencia de un alimento para ser descompuesto y absorbido por el sistema digestivo de un animal. Se expresa como porcentaje, indicando la proporción de alimento consumido que es realmente digerido y asimilado.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Ubicación Geográfica

El presente estudio se llevó a cabo en el distrito de San José, en la provincia de Pacasmayo, departamento de La Libertad. El distrito de San José cuenta con una extensión de 289,0 Km<sup>2</sup> y una población de 49 489 habitantes.

El análisis de las muestras para determinar la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El análisis proximal se llevó a cabo en el Laboratorio de análisis y control de alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

##### 2.1.1 Características geográficas y meteorológicas (\*)

Las características geográficas y meteorológicas de la Provincia de Pacasmayo:

- Altitud: : 160 msnm
- Latitud: : 7° 13' 38" S
- Longitud : 79° 25' 47" O
- Temperatura máxima promedio\* : 30°C
- Temperatura mínima promedio\* : 23°C
- Precipitación pluvial anual\* : 13 mm
- Clima: Tropical seco, con una temporada de lluvias durante los meses de verano y una estación seca durante el resto del año.

---

(\*) FUENTE: DATOS CONVENIO SENAMHI LA LIBERTAD – 2024

## 2.2. Diseño de la Investigación

Esta investigación se basó en un diseño completamente al azar (DCA). La ejecución se dividió en diferentes fases:

### 2.2.1. Preparación de las muestras

- *Selección de las muestras:* Se recolectaron 50 kilogramos de residuos de cosecha de pallar, los cuales fueron divididos de manera aleatoria en 10 muestras individuales de 5 kilogramos cada una. Este procedimiento se realizó bajo condiciones controladas para asegurar la homogeneidad y aleatoriedad de las muestras.
- *Preparación inicial:* Los residuos de cosecha fueron picados manualmente hasta alcanzar un tamaño uniforme, con el fin de facilitar su manejo y optimizar el proceso de amonificación.

### 2.2.2. Conformación de grupos de tratamiento y control

Las muestras fueron divididas en 4 tratamientos, con tres repeticiones para cada uno. T<sub>0</sub>: Las muestras no fueron amonificadas y sirvieron como grupo control, T<sub>1</sub>: Las muestras fueron amonificadas durante 7 días, T<sub>2</sub>: Las muestras fueron amonificadas durante 14 días, T<sub>3</sub>: Las muestras fueron amonificadas durante 28 días.

**Cuadro 1.** Grupos de tratamiento y control

Tratamientos			
T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
<b>Sin amonificar</b>	Amonificación por 7 días	Amonificación por 14 días	Amonificación por 28 días
<b>1 repetición</b>	3 repeticiones	3 repeticiones	3 repeticiones

### **2.2.3. Proceso de amonificación**

Para el proceso de amonificación se utilizó urea al 5%. El proceso fue el siguiente:

- Para 100 kg de residuos de pallar se utilizó 40 litros de agua (40%) y 5 kg de urea (5%). Por lo que, para los 50 kg de residuos utilizados en el estudio se utilizaron 20 litros de agua y 2,5 kg de urea.
- Las muestras del T1, T2 y T3 fueron amonificadas con urea al 5% para lo cual se utilizó 20 litros (40%) de agua para diluir los 2,5 kg. (5%) de urea, luego fue roseada de forma uniforme.

### **2.2.4. Tiempo de amonificación**

Una vez que las muestras fueron tratadas con urea al 5% para su amonificación, se procedió a ensilarlas en bolsas de plástico herméticamente selladas. El periodo de amonificación varió según el tratamiento: 7 días para el Tratamiento 1 (T<sub>1</sub>), 14 días para el Tratamiento 2 (T<sub>2</sub>) y 28 días para el Tratamiento 3 (T<sub>3</sub>).

### **2.2.5. Determinación del coeficiente de digestibilidad *in vitro***

Después del periodo de amonificación determinado para cada grupo de muestras, estas fueron preparadas para el análisis de digestibilidad *in vitro* en la incubadora Daisy ® de ANKOM Technology, siguiendo las especificaciones del fabricante. Este método consiste en establecer las condiciones de incubación que se producen en un análisis *in vivo*, usando diferentes soluciones (minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores) para imitar la anaerobiosis necesaria para el proceso. La incubación se realizó durante 48 horas. Para este procedimiento las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del

Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Agraria La Molina (Anexo 2).

Los resultados de la prueba de digestibilidad de los diferentes tratamientos fueron anotados en un registro de datos elaborado para el estudio.

#### **2.2.6. Análisis proximal**

Se realizó el análisis proximal para determinar la composición química de los residuos de cosecha de pallar amonificados y sin amonificar, siguiendo los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1997). Se analizaron los siguientes parámetros: Materia seca (MS), cenizas (minerales), proteína bruta (PB) mediante el método de Kjeldahl, extracto etéreo (EE) utilizando el equipo Soxhlet, fibra bruta (FB) por digestión ácida y alcalina, y el extracto libre de nitrógeno (ELN), calculado por diferencia. Adicionalmente, se determinó la energía bruta (EB) utilizando un calorímetro adiabático. El análisis fue realizado en el Laboratorio de análisis y Control de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (Anexo 3). Los resultados del análisis proximal de los diferentes tratamientos fueron anotados en el registro de datos.

#### **2.1. Métodos de Investigación**

- Método hipotético - deductivo
- Analítico

## **2.2. Población, muestra y unidad de análisis**

### **2.2.1. Población**

La población del estudio fueron todos los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus*) que se cultivaron en el distrito de San José durante el mes de agosto de 2024.

- *Criterio de inclusión:* Los residuos post cosecha del pallar procedentes de la región agrícola del distrito de San José. Solo se incluyeron aquellos residuos de cosecha que se encontraron en un estado físico y de conservación adecuados para el proceso de amonificación.
- *Criterio de exclusión:* Los residuos de cosecha de pallar que mostraron signos de descomposición, o contaminación química fueron excluidos del estudio. También aquellos residuos que fueron sometidos a otros procesos como fermentación o secado artificial que pudieran alterar su composición natural.

### **2.2.2. Muestra**

Se recolectaron grupos de residuos de cosecha de 5 kg para cada repetición por tratamiento y una muestra de 5 kg para el grupo control, sumando un total de 10 repeticiones y 50 kg de residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*). Por lo tanto, la muestra estuvo compuesta por 50 kg de residuos de cosecha de pallar.

### **2.2.3. Unidad de Análisis**

La unidad de análisis fue cada muestra de 5 kg de residuo de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*).

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Técnica: Observación, método Ankom (*Technology Method 3 - in vitro True Digestibility*) usado para el equipo Daisy Incubator ® para el análisis de digestibilidad *in vitro*, método descrito por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1997) para el análisis proximal.
- Instrumento: Registro de datos.

### 2.4. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias significativas en la digestibilidad *in vitro* entre los diferentes tratamientos de amonificación.

Los resultados fueron procesados en el software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) y presentados mediante cuadros y gráficos elaborados en el software Microsoft Excel ®.

### 2.5. Equipos y materiales

#### 2.5.1. Equipos

- Incubadora Daisy ® de ANKOM Technology.
- Estufa de secado
- Balanza analítica
- Horno
- Sistema de digestión Kjeldahl
- Destilador Kjeldahl
- Extractor Soxhlet
- Centrífuga
- Calorímetro de bomba adiabática

**2.5.2. Materiales de campo**

- Guantes de látex
- Urea
- Residuos de cosecha
- Bolsas de plástico
- Cuaderno de apuntes

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Presentación de Resultados

##### 3.1.1. Digestibilidad *in vitro*

**Tabla 1.** Digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea a los 7, 14 y 28 días.

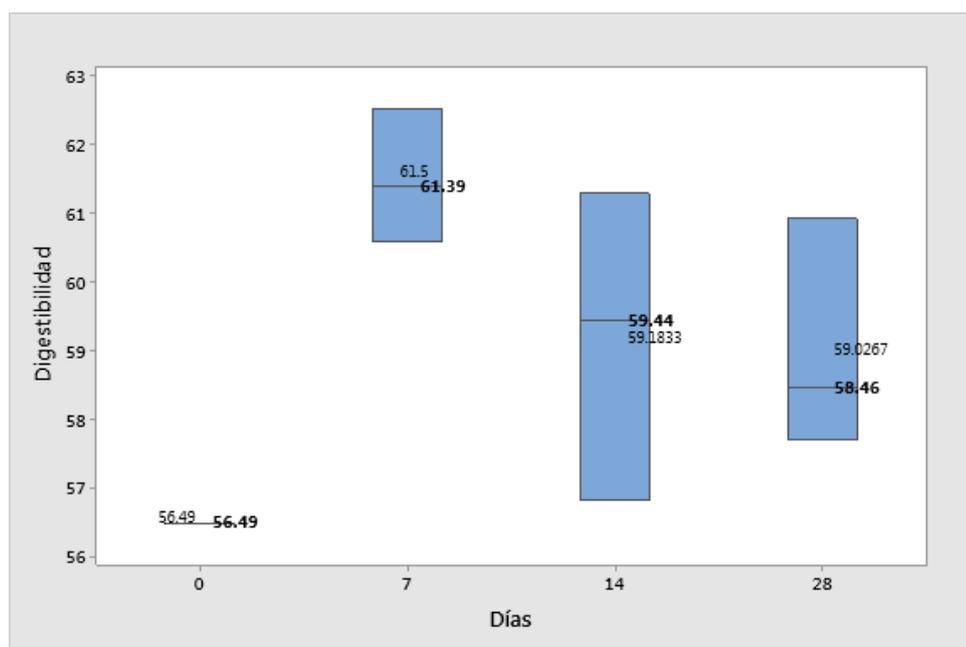
Días	N	DIVMS (%)	E.E.
0	1	56,49 <sup>a</sup>	1,72
7	3	61,50 <sup>a</sup>	0,99
14	3	59,18 <sup>a</sup>	0,99
28	3	59,03 <sup>a</sup>	0,99
<b>Promedio</b>	-	<b>59,56</b>	-

Nota: *DIVMS*: Coeficiente de digestibilidad *in vitro* de materia seca. *E.E.*: Error estándar. Superíndices con la misma letra (a) indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias según la prueba de análisis de varianza ( $P > 0,05$ ).

**Tabla 2.** Medidas de resumen de la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea a los 7, 14 y 28 días.

Días	N	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
0	1	56,49	0	0	56,49	56,49	56,49	-	-
7	3	61,5	0,98	1,59	60,58	62,53	61,39	60,58	62,53
14	3	59,18	2,25	3,8	56,82	61,29	59,44	56,82	61,29
28	3	59,03	1,68	2,85	57,7	60,92	58,46	57,7	60,92

Nota: *D.E.*: Desviación estándar. *C.V.*: Coeficiente de variación. *Mín* y *Máx*: Mínimo y máximo. *Q1* y *Q3*: Cuartiles 1 y 3.



**Fig 1.** Medidas de resumen de la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea a los 7, 14 y 28 días.

### 3.1.2. Análisis proximal

**Tabla 3.** Análisis proximal de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) amonificados con urea a los 7, 14 y 28 días.

Días	MS (%)	PB (%)	Extracto etéreo (%)	Cenizas (%)	ELN (%)	Energía bruta
0	95	4,21	2,23	9,57	46,78	3933,23
7	62	6,05	2,87	10,65	44,39	3949,68
14	71	5,75	2,83	11	43,44	3928,32
28	62	5,19	2,9	10,61	44,74	3939,89

Nota: MS: Materia seca. PB: Proteína bruta. ELN: Extracto libre de nitrógeno.

### 3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

La Tabla 1, muestra los promedios del coeficiente de digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar amonificados con urea al 5% en los días 0, 7, 14 y 28. El mayor promedio fue observado en el día 7 post amonificación (61,50%), seguido de los días 14 y 28, que obtuvieron promedios de 59,18% y 59,03%, respectivamente. Por último, el menor promedio se observó en la muestra control (Día 0), en el que el promedio fue de 56,49%. Sin embargo, la prueba de análisis de varianza aplicada no evidenció diferencias significativas entre las medias del coeficiente de digestibilidad de los diferentes días de tratamiento ( $p > 0,05$ ), por lo que se puede decir que las medias observadas fueron similares. Aunque no fue estadísticamente significativo, se observó un ligero aumento de la digestibilidad entre el día 0 y el día 14, mostrando un aumento del 5,01%, lo que indica una mejora inicial en la digestibilidad, lo que podría explicarse debido a que en el proceso de amonificación, la urea se hidroliza en amoníaco (11), elevando el pH del material y rompiendo los enlaces de lignina con hemicelulosa y celulosa (24, 25), conllevando a una reducción en la cantidad de fibra no digestible y una mayor disponibilidad de energía y nutrientes.

El promedio general de digestibilidad del residuo de pallar fue de 59,56%, es menor al coeficiente de digestibilidad de forrajes amonificados con urea, como el *Sorghum bicolor* (62,9%) (10), *Brachiaria humidicola* (70,8%) (13), y panca de maíz (66,59%) (11). Sin embargo, el promedio es mayor al coeficiente de digestibilidad de forrajes amonificados como *Panicum maximum* (48,74%) (12) y residuos de cosecha de maíz (43,3%) (3). La variación observada en los coeficientes de digestibilidad entre los diferentes

estudios se podría deber a diferencias en la composición química de los diversos forrajes utilizados, así como a factores físicos y condiciones del proceso de amonificación (7). Estas características podrían determinar el grado en el que la urea puede descomponer los enlaces entre la lignina y los carbohidratos estructurales (26), lo que explicaría porqué algunos forrajes presentan una digestibilidad más alta en comparación con otros. Además, se debe tener en cuenta que el coeficiente de digestibilidad puede variar según la cantidad y concentración de urea utilizada para el proceso (11, 45), ya que concentraciones más altas pueden potenciar la descomposición de enlaces estructurales, pero el efecto también puede verse afectado por el tiempo de tratamiento y las condiciones ambientales.

En la Fig. 1, se observa que la digestibilidad aumentó ligeramente a los 7 días de amonificación, lo que indica que existió un efecto positivo inicial en la digestibilidad *in vitro*, pero que esta disminuyó ligeramente, manteniéndose alrededor del 59% en los días 14 y 28 post amonificación. Se puede inferir que la aplicación de urea al 5% aumentó ligeramente la digestibilidad de los residuos de cosecha de pallar en los primeros días de tratamiento. Estos resultados son consistentes con diferentes estudios a nivel internacional, como el realizado por Ventura *et al.* (10), quien indicó que la amonificación con urea elevó el coeficiente de digestibilidad *in vitro* del *Sorgo Bicolor* de 50,48% a 62,9% en un periodo de 21 días. Asimismo, Rodríguez *et al.* (13) indicaron un aumento en la digestibilidad al amonificar con urea al heno de *Brachiaria humidicola*, desde un 65,1% a un 70,8%. También Saavedra *et al.* (3) observaron un aumento en la digestibilidad *in vitro* de 29% a 43,3% al amonificar residuos de cosecha de maíz con urea.

En Perú, un estudio realizado por Castellanos *et al.* (11) demostró que la digestibilidad *in vitro* de la panca de maíz aumentó en un 11,17% cuando se realizó la amonificación con urea al 5% con respecto a muestras sin amonificar. El incremento inicial en la digestibilidad *in vitro* en el presente estudio es similar al reportado en estudios previos, que han reportado mejoras en la digestibilidad tras la amonificación con urea en diferentes forrajes. Sin embargo, el efecto observado en este estudio fue menos pronunciado que en otros estudios. Este efecto no fue sostenido en el tiempo; lo que puede sugerir que la digestibilidad puede estar influenciada por otros factores además del tiempo, como la composición química del residuo de cosecha, la concentración de urea o condiciones ambientales como temperatura y humedad.

La Tabla 3, muestra el análisis proximal de los residuos de cosecha de pallar amonificados y sin amonificar. Se observa que el contenido de materia seca disminuyó desde el día 0 hasta el día 28. Hubo una reducción del contenido de materia seca del 95% a 62% y los 7 primeros días del tratamiento. Este fenómeno puede explicarse por la adición de agua en el proceso de amonificación, procedimiento necesario para activar las reacciones químicas necesarias. Los residuos de pallar son ricos en fibra y compuestos como celulosa y hemicelulosa, que poseen una alta capacidad para absorber y retener agua. Además, las reacciones ocurridas por la presencia de urea, genera compuestos higroscópicos que absorben humedad. El efecto produce un aumento en el contenido total de agua en el residuo, lo que hace que disminuya el porcentaje de materia seca. Entre el día 7 y 14 del proceso de amonificación, el porcentaje de materia seca parece mantenerse estable.

Del mismo modo, se observaron variaciones en el contenido de proteína bruta, aunque sin grandes diferencias entre las muestras. Se observó un leve aumento de 4,21% a 6,05% entre el día 0 y el día 7, que se debería al aporte de nitrógeno proveniente de la urea. En los siguientes días, el porcentaje se mantiene relativamente constante.

En el contenido extracto etéreo, no se observaron variaciones significativas a lo largo del proceso de amonificación. Las cenizas muestran una tendencia a aumentar ligeramente en las muestras de los días 7 a 28 de amonificación. Por otro lado, el extracto libre de nitrógeno (ELN) disminuyó ligeramente en las últimas muestras. Y la energía bruta se mantuvo relativamente constante en todas las muestras. Las variaciones se deben a los efectos químicos propios del proceso de amonificación, en el que la urea, al descomponerse en amoníaco, puede modificar la estructura de los compuestos orgánicos, afectando la proporción de elementos como el ELN y alterando la retención de agua.

Generalmente, se observa que las muestras poseen una composición similar, con un contenido moderado de proteína y grasa, y un alto contenido de fibra. Sin embargo, a pesar de las similitudes, se aprecia una leve variabilidad en la composición, específicamente en los minerales y carbohidratos. Asimismo, la disminución del ELN y el aumento de las cenizas se podría deber a un proceso de degradación. Los resultados del análisis proximal muestran que, aunque las variaciones en la composición de los residuos de pajar fueron menores, estas podrían influir en la calidad del residuo como alimento, haciendo necesaria una evaluación más detallada.

Los resultados del análisis proximal de los residuos de pallar son comparables con los obtenidos de otros productos como *Vigna radiata*, conocido comúnmente como Loctao, el contenido de materia seca del residuo de pallar (95%) es ligeramente superior al del frejol Loctao (92,77%), el contenido de proteína bruta tiene niveles similares, aunque el frejol Loctao (4,60%) supera ligeramente al residuo de pallar (4,21%). Sin embargo, sí se observan diferencias en el contenido de grasa o el extracto etéreo entre ambos productos; el frejol Loctao (7,06%) posee un contenido mayor que el residuo de pallar (2,23%). También se observan diferencias en el contenido de ELN, siendo mayor en el residuo de pallar (46,78%) que en el frejol Loctao (38,60%), lo que indicaría que el residuo de pallar posee más carbohidratos solubles, y por lo tanto podría tener una mayor disponibilidad energética.

### **3.3. Contrastación de hipótesis**

#### **3.3.1. Prueba de análisis de varianza para contrastación de hipótesis**

##### **3.3.1.1. Hipótesis de investigación**

H<sub>1</sub>: Existe variación en la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) según el tiempo de amonificación de 7, 14 y 28 días

##### **3.3.1.2. Prueba de análisis de varianza**

El valor de p obtenido en la prueba de análisis de varianza fue de 0,16 ( $p > 0,05$ ) (Anexo 1).

##### **3.3.1.3. Decisión**

El valor de p obtenido es superior al nivel de significancia establecido (0,05), lo que indica que no se dispone de evidencia

suficiente para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existe una variación significativa en la digestibilidad *in vitro* de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus L.*) en función del tiempo de amonificación (7, 14 y 28 días).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES

- La amonificación con urea al 5% durante 7, 14 y 28 días incrementó ligeramente la digestibilidad in vitro de los residuos de cosecha de pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en comparación con los residuos sin tratamiento. Sin embargo, este efecto no mostró diferencias significativas ( $p>0,05$ ), indicando que la técnica podría tener una eficacia limitada en este tipo de residuo.
- El análisis proximal de los residuos de cosecha de pallar se mantuvo relativamente constante a lo largo del tratamiento, lo que sugiere que las condiciones de amonificación no afectaron significativamente su composición ( $P>0.05$ ).

## **CAPÍTULO V**

### **SUGERENCIAS**

- Podría considerarse evaluaciones en periodos más prolongados de amonificación, con el fin de evaluar si la digestibilidad es mayor después de los 28 días considerados en este estudio.
- Se podría evaluar el efecto de otros compuestos químicos para determinar si existe alguno que mejore la digestibilidad de los residuos de cosecha de pallar.
- Se sugiere la realización de estudios con otros residuos agrícolas disponibles en la región que podrían contribuir al aprovechamiento de los mismos.
- Los resultados *in vitro* se pueden complementar con pruebas de digestibilidad *in vivo*, lo que permitiría validar los resultados y evaluar su impacto directo en la producción animal.
- Finalmente, se sugiere analizar la rentabilidad del proceso de amonificación para los pequeños productores, incluyendo los costos de insumos, mano de obra y beneficios en términos de productividad.

## REFERENCIAS

1. Lozano, L.L.P., Gómez, J.J.A., Morán, D.L.T., Galarza, G.A.V. Alimentación alternativa de rumiantes con residuos de cosecha. *Journal of Science and Research*. 2021. 6:1-10.
2. Patricio, N-T.O., Antonio, R-B.M. Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de rumiantes ante el cambio climático. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. 2019. 6:24-38.
3. Saavedra Benítez, C., Omaña, M.A., Navas Panadero, A., Suárez, Á. Evaluación de la amonificación de residuos de cosecha de *Zea mays* como alternativa para la alimentación de rumiantes. *Revista Ciencia Animal*. 2013. 1:99-108.
4. Williams, T.O., Fernández-Rivera, S., Kelley, T.G. The influence of socioeconomic factors on the availability and utilization of crop residues as animal feeds 1997.
5. Escobar, A., Parra, R. Procesamiento y tratamiento físico químico de los residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal, CIID, Ottawa, ON, CA. 1984.
6. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Memorias de una reunión efectuada en el Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. Bogotá-Colombia: International Development Research Centre. 1984. 42 p.
7. Programa de Gestión Rural Empresarial S. y A. Conservación de forrajes. Managua-Nicaragua: Catholic Relief Services. 2015. 35-41 p.
8. Jiménez. R., San Martín, F., Huamán, H., Ara, M., Arbaiza, T., Huamán, A. Efectos del tamaño de partícula y tipo de amonificación-conservación sobre la digestibilidad y consumo del rastrojo de maíz en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2010. 21:19-25.

9. Barrios, A., Ventura, M. Uso de la "Amonificación seca" como método para mejorar el valor nutritivo del heno de *Brachiaria humidicola*. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 2001. 9:356.
10. Ventura, M., Barrios, A., Morales, I., Toro, C., Barreto, K., Noguera, F. Efecto de la Amonificación Seca sobre el valor nutricional de la soca de sorgo (*Sorghum bicolor*). *Rev Cien*. 2002. 12:513-6.
11. Castellanos, S., Gamarra, J., Gómez, C., Fernández, M. Amonificación de la panca de maíz (*Zea mays L*) con tres niveles de urea para la mejora de su digestibilidad. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2017. 28:78-85. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V28I1.12946>.
12. Castillo Zeas, M.E., Baldizón Payán, L.H. Digestibilidad *in vitro* de la biomasa verde amonificada del pasto Guinea (*Panicum Maximum*), cv Colonial, finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua. [Tesis de Grado]. Managua-Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 2013. 1-26 p.
13. Rodríguez-Romero, N., Araujo-Febres, O., González, B. Efecto de la adición de urea sobre la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Brachiaria humidicola* (Rendle). *Archivos Latinoamericanos de producción animal*. 2004. 12.
14. Martínez Castillo, J., Peralta Idrovo, E. El frejol torta o pallar (*Phaseolus lunatus L.*) en Ecuador. Quito-Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2023. 135 p.
15. Vásquez Cuentas, J. El cultivo del pallar. vol. 1. 1.<sup>a</sup> ed. Lima-Perú: (INIA) Instituto Nacional de Investigación Agraria. 1997. 64 p.
16. Bocanegra, S., Echandi, E. Cultivo de las menestras en el Perú. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte. 1972.
17. Bonneimaison, L. Enemigos animales de las plantas cultivadas. Barcelona-España: Ediciones Occidente. 1965.

18. Martínez Castillo, J. El frijol lima (*Phaseolus lunatus L*) en América: características, origen e importancia de la especie. En: Martínez Castillo J, Peralta Idrovo E, editores. El frejol torta o pallar (*Phaseolus lunatus L*) en Ecuador, Quito-Ecuador: INIAP. 2023, p. 16-24.
19. Cayetano Terrel, P., Peña Pineda, K.M., Olivares Rivera, E.L., Vargas Cisneros, S.M. Estudio de vigilancia tecnológica e el cultivo del pallar. Lima-Perú: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2021. 40 p.
20. Cardona-Mejía, J.F. Módulo de alimentación bovina. La Amonificación de los residuos de cosecha. Medellín-Colombia: Fondo Nacional del Ganado FEDEGAN. 2012. 1-24 p.
21. Harris, L., Crampton, E. NRC names for feed processes and their use in evaluating the nutrient content of feed. En symposium on the effect of processing on the nutritional value of feeds. Washington DC-EEUU: National Academy of Sciences. 1974. 1-22 p.
22. Botero, R. La amonificación, una opción artesanal para la conservación y mejoramiento de suplementos utilizados para rumiantes en el trópico. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 2007:1-8.
23. Castellanos, S., Gamarra, J., Gómez, C., Fernández, M. Amonificación de la panca de maíz (*Zea mays L*) con tres niveles de urea para la mejora de su digestibilidad. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2017. 28:78-85. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V28I1.12946>.
24. Paredes Lozano, L.L., Arellano Gómez, J.J., Torres Morán, D.L., Vásconez Galarza, G.A. Alimentación alternativa de rumiantes con residuos de cosecha. *Journal of Science and Research*. 2020. 6:1-10.
25. Bravo, R., Arelovich, H., Storm, A., Martínez, M., Amela, M. Evaluación de métodos de amonificación mediante hidrólisis de urea sobre el valor nutritivo de paja de trigo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 2008. 28:179-91.

26. Torres-Jaramillo, D., Morales-Vélez, S.P., Quintero-Díaz, J.C. Evaluación de pretratamientos químicos sobre materiales lignocelulósicos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*. 2017. 25:733-43. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052017000400733>.
27. Mina, M.E., Ramos, F.P., Cordero, A.F., Contreras, J.P., Curasma, J.C., Tunque, M.Q. Niveles de urea y agua sobre la composición bromatológica del heno de avena (*Avena sativa* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2018. 29:743-55. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V29I3.14470>.
28. Chesson, A., Gordon, A.H., Lomax, J.A. Substituent groups linked by alkali-labile bonds to arabinose and xylose residues of legume, grass and cereal straw cell walls and their fate during digestion by rumen microorganisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1983. 34:1330-40. <https://doi.org/10.1002/JSFA.2740341204>.
29. Oji, U.I., Mowat, D.N., Winch, J.E. Alkali Treatments of Corn Stover to Increase Nutritive Value. *Journal of Animal Science*. 1977. 44:798-802. <https://doi.org/10.2527/JAS1977.445798X>.
30. Hamad, M.R., Abed-Elazeem, S.N., Aiad, A.M., Mohamed, A., Soliman, A.M. Replacement value of urea treated corn with cobs for concentrate feed mixture in pregnant ewes rations. *J. Am. Sci.* 2010. 6:166-78.
31. Sánchez-Acosta, E., Ortega-Cerrilla, M.E., Mendoza-Martínez, G.D., Montañez-Valdez, O.D., Buntinx-Dios, S.E. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia*. 2012. 37:395-9.
32. Ponce-Ross, E., Romero de Armas, R. Amonificación de panca de maíz durante tres periodos y su efecto en la composición bromatológica. *La Técnica, ISSN 1390-6895, ISSN-e 2477-8982, N°. 15, 2015 (Ejemplar dedicado a: Diciembre), págs. 70-77*. 2015. 15:70-7.

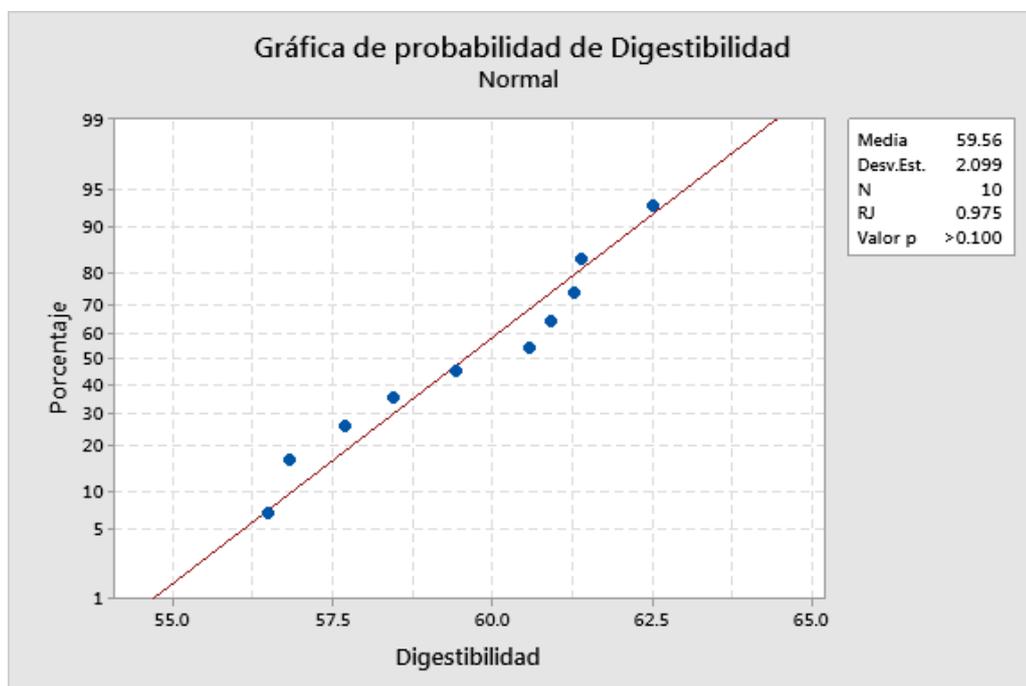
33. Cedeño-Rojas, M.A. Efectos de la digestibilidad *in vitro* de la panca de arroz amonificada con urea como suplemento alimenticio en vacas lecheras del cantón Baba, Los Ríos. [Tesis de Grado]. Los Ríos-Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. 2020. 1-55 p.
34. Animal Science. Determining feed digestibility 2012. <https://explainagainplease.blogspot.com/> (accedido 5 de marzo de 2024).
35. Tobal, C. Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad. *Anuario de la Facultad de Ciencias Veterinarias - Universidad Nacional de La Pampa*. 1999. 1.
36. Lachmann, M., Araujo-Febres, O. La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. *X Congreso Venezolano de Zootecnia*. 2000. 1:1-21.
37. Tilley, J.M.A., Terry dan, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and forage science*. 1963. 18:104-11.
38. Van-Soest, P.J., Wine, R.H., Moore, L.A. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. *Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls*. 1966.
39. Stern, M.D., Bach, A., Calsamiglia, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *Journal of Animal Science*. 1997. 75:2256-76.
40. Grant, R.J., Mertens, D.R. Development of buffer systems for pH control and evaluation of pH effects on fiber digestion *in vitro*. *Journal of Dairy Science*. 1992. 75:1581-7.
41. Giraldo, L.A., Gutiérrez, L.A., Rúa, C. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2007. 20:269-79.
42. Goering, H.K., Van Soest, P.J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). US Agricultural Research Service. 1970.
43. De Figueiredo, M., Mbhele, A., Zondi, J. A modification of the Daisy II-220 technique for the determination of *in vitro* dry matter digestibility. *South African Journal of Animal Science*. 2000. 30:49-50.

44. Vogel, K.P., Pedersen, J.F., Masterson, S.D., Toy, J.J. Evaluation of a filter bag system for NDF, ADF, and IVDMD forage analysis. *Crop Science*. 1999. 39:276-9.
45. Gobbi, K.F., Garcia, R., Neto, A.F.G., Pereira, O.G., Bernardino, F.S., Rocha, F.C. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2005. 34:720-5. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000300002>.

## ANEXOS

### ANEXO 1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 1. Gráfica de probabilidad de Digestibilidad



#### 2. Prueba de igualdad de varianzas

##### 2.1. Método

<i>Hipótesis nula</i>	Todas las varianzas son iguales
<i>Hipótesis alterna</i>	Por lo menos una varianza es diferente
<i>Nivel de significancia</i>	$\alpha = 0,05$

##### 2.2. Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Días	N	Desv.Est.	IC
0	1	*	(*, *)
7	3	0,97964	(0,0128750, 368,997)
14	3	2,24603	(0,0295185, 846,000)
28	3	1,68313	(0,0221206, 633,977)

*Nivel de confianza individual = 98,3333%*

### 2.3. Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
<b>Comparaciones múltiples</b>	—	0,502
<b>Levene</b>	0,42	0,673

*Las muestras se excluyen de las pruebas si sus desviaciones estándar son 0 o valores faltantes.*

### 3. Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<i>Digestibilidad</i>	10	0,55	0,33	2,88

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<i>Modelo</i>	21,99	3	7,33	2,49	0,1576
<i>Días</i>	21,99	3	7,33	2,49	0,1576
<i>Error</i>	17,67	6	2,95		
<i>Total</i>	39,67	9			

## ANEXO 2. ANÁLISIS DEL COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

[



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**  
**LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

**INFORME DE ENSAYO LENA N.º 1111/2024**

SOLICITANTE : JOSE SAUCEDO ROJAS  
 NOMBRE DEL PRODUCTO : 10 MUESTRAS VARIAS  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11/12/2024  
 IDENTIFICACIÓN : AQ24 - 1111

### RESULTADOS DE ANÁLISIS

#### Métodos utilizados:

a.- DIVMSap: ANKOM (2005) method N° 3 - In Vitro Digestibility using the DAISY INCUBATOR, Tilley y Terry modificado por Van Soest (1970)



Atentamente,

**PhD Carlos Vilchez Perales**  
 Jefe del Laboratorio de Evaluación  
 Nutricional de Alimentos

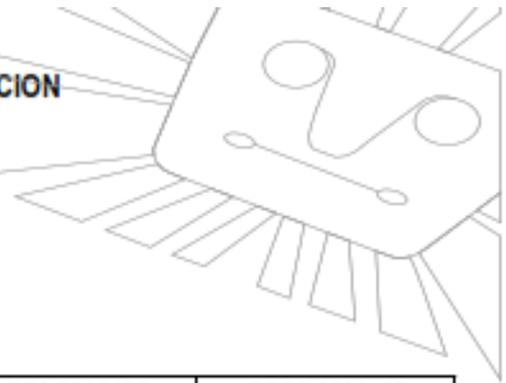


La Molina, 25 de Noviembre del 2024



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION**  
**LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS**

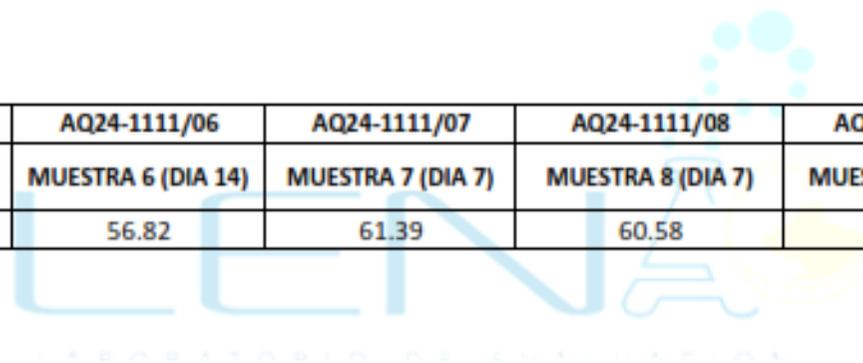
\*Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho\*



**RESULTADOS DE ANALISIS**

CODIGO	AQ24-1111/01	AQ24-1111/02	AQ24-1111/03	AQ24-1111/04	AQ24-1111/05
MUESTRA	MUESTRA 1 (DIA 28)	MUESTRA 2 (DIA 28)	MUESTRA 3 (DIA 28)	MUESTRA 4 (DIA 14)	MUESTRA 5 (DIA 14)
a.- DIVMS AP, %	58.46	60.92	57.7	61.29	59.44

CODIGO	AQ24-1111/06	AQ24-1111/07	AQ24-1111/08	AQ24-1111/09	AQ24-1111/10
MUESTRA	MUESTRA 6 (DIA 14)	MUESTRA 7 (DIA 7)	MUESTRA 8 (DIA 7)	MUESTRA 9 (DIA 7)	MUESTRA 0 (CONTROL)
a.- DIVMS AP, %	56.82	61.39	60.58	62.53	56.49



## ANEXO 3. ANÁLISIS PROXIMAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA AV. ATAHUALPA N° 1050 - EDIFICIO 2A - 204 - CELULAR N° 993066941

**INFORME DEL ANÁLISIS PROXIMAL: BROMATOLÓGICO (AÑO 2024)**

**SOLICITANTE:** SAUCEDO ROJAS EDY JOSÉ, TESISISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA - UNC

**PRODUCTO:** RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS) + 5% DE ÚREA EN TRES TRATAMIENTOS -  
 (DENOMINACIÓN RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE)

**PROCEDENCIA:** DISTRITO SAN JOSÉ, PROVINCIA PACASMAYO, REGIÓN LA LIBERTAD - PERÚ

**PRESENTACIÓN:** 04 BOLSAS PLÁSTICAS DE COLOR NEGRO CONTENIENDO LAS MUESTRAS A ANALIZAR

**CÓDIGO DE REGISTRO SANITARIO** : SIN REGISTRO

**FECHA DE PRODUCCIÓN** : -----

**FECHA DE VENCIMIENTO** : -----

**RESPONSABLE DEL MUESTREO:** EL SOLICITANTE, MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE.

**TAMAÑO O N° DE LOTE** : -----

**FECHA DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO** : 11/11/2024

**FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS** : 12/11/2024

**FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ANÁLISIS** : 26/11/2024

**EXÁMEN SOLICITADO:** BROMATOLÓGICO - MÉTODO OFICIAL DE ANÁLISIS "ASSOCIATION of OFFICIAL ANALITICAL CHEMIST - AOAC - 1997"

**RESULTADOS:** EXÁMEN FÍSICO QUÍMICO (BASE SECA)

PARÁMETROS EVALUADOS (%)	TRATAMIENTO CONTROL RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS)	RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS) + 5% DE ÚREA 7 DÍAS DE TTO
MATERIA SECA	95.00	62.00
PROTEÍNA BRUTA	4.21	6.05
EXTRACTO ETÉREO (GRASA BRUTA)	2.23	2.87
FIBRA BRUTA	37.21	36.05
CENIZAS (MINERALES TOTALES)	9.57	10.65
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (CARBOHIDRATOS)	46.78	44.39
ENERGÍA BRUTA (Kcal / Kg.)	3933.23	3949.68



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS

Ing. Abg. Jorge C. Quintana M.  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS  
 CIUDAD UNIVERSITARIA AV. ATAHUALPA N° 1050 - EDIFICIO 2A - 204 - CELULAR N° 993066941

### INFORME DEL ANÁLISIS PROXIMAL: BROMATOLÓGICO (AÑO 2024)

**SOLICITANTE:** SAUCEDO ROJAS EDY JOSÉ, TESISISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA - UNC  
**PRODUCTO:** RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS) + 5% DE ÚREA EN TRES TRATAMIENTOS -  
 (DENOMINACIÓN RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE)  
**PROCEDENCIA:** DISTRITO SAN JOSÉ, PROVINCIA PACASMAYO, REGIÓN LA LIBERTAD - PERÚ  
**PRESENTACIÓN:** 04 BOLSAS PLÁSTICAS DE COLOR NEGRO CONTENIENDO LAS MUESTRAS A ANALIZAR  
**CÓDIGO DE REGISTRO SANITARIO** : SIN REGISTRO  
**FECHA DE PRODUCCIÓN** : -----  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : -----  
**RESPONSABLE DEL MUESTREO:** EL SOLICITANTE, MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE.  
**TAMAÑO O N° DE LOTE** : -----  
**FECHA DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO** : 11/11/2024  
**FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS** : 12/11/2024  
**FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ANÁLISIS** : 26/11/2024  
**EXÁMEN SOLICITADO:** BROMATOLÓGICO - MÉTODO OFICIAL DE ANÁLISIS "ASSOCIATION of OFFICIAL ANALITICAL CHEMIST - AOAC - 1997"  
**RESULTADOS:** EXÁMEN FÍSICO QUÍMICO (BASE SECA)

PARÁMETROS EVALUADOS (%)	RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS) + 5% DE ÚREA	RESIDUOS DE COSECHA DE PALLAR (PHASEOLUS LUNATUS) + 5% DE ÚREA
	14 DÍAS DE TTO	28 DÍAS DE TTO
MATERIA SECA	71.00	62.00
PROTEÍNA BRUTA	5.75	5.19
EXTRACTO ETÉREO (GRASA BRUTA)	2.83	2.90
FIBRA BRUTA	36.99	36.55
CENIZAS (MINERALES TOTALES)	11.00	10.61
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO (CARBOHIDRATOS)	43.44	44.74
ENERGÍA BRUTA (Kcal / Kg.)	3928.32	3939.89



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS  
 Ing. Abg. Jorge D. Abankara Mendocilla  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO