

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Concentración de aminoácidos en harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote

Presentado por:

Gaulle Charles Palomino Palomino

Para optar el Título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC  
FACULTAD DE MEDICINA VATERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA




TESIS

“CONCENTRACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN HARINA DE PISONAY (*Erythrina edulis*) DE DOS EDADES DE REBROTE”

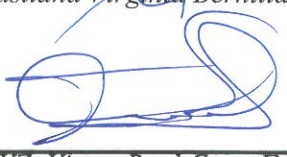
Presentado por **Gaulle Charles Palomino Palomino**, para optar el Título de:  
**Médico Veterinario y Zootecnistas**

Sustentado y aprobado el 27 de mayo de 2024 ante el jurado evaluador:

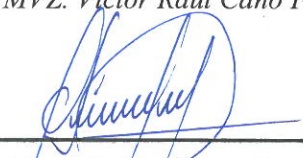
**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dra. Sebastiana Virginia Bernilla De La Cruz*

**Primer Miembro:**

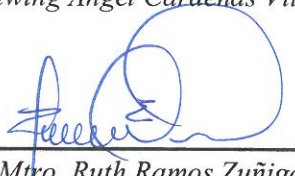
  
\_\_\_\_\_  
*MVZ. Victor Raul Cano Fuentes*

**Segundo Miembro:**

  
\_\_\_\_\_  
*Mtro. Gizely Alva Villavicencio*

**Asesores:**

  
\_\_\_\_\_  
*Dr. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva*

  
\_\_\_\_\_  
*Mtro. Ruth Ramos Zuñiga*

## **Agradecimiento**

*Mi agradecimiento infinito a mi madre Rosa, por su amor invaluable, ejemplo de perseverancia y apoyo incondicional en cumplir mis logros personales, empresariales y profesionales.*

*A mi amiga Lucila Arpasi, a mis colegas del Proyecto Nacional de Mejoramiento Genético de Alpacas-Agro Rural, por su amistad y apoyo incondicional, gracias.*

*A la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, por haberme brindado muchas oportunidades y enriquecerme en conocimientos, de igual forma a mi asesor MVZ. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva, Dr. jurados y docentes, que gracias a sus consejos y correcciones han hecho que la tesis se realice con éxito.*



## **Dedicatoria**

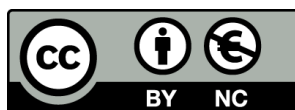
*A mis padres Rosa y Eulogio, a mi abuelo Juan De La Cruz, a mi tío Helder, a Luz María mi novia y a mis hermanos Liz Stephany, Luzbeth y Jorge, personas que constituyen la fuerza y razón que impulsan a cumplir mis objetivos y logros.*



“Concentración de aminoácidos en harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote”

Línea de investigación: Ciencias veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	4
<b>CAPÍTULO I</b> .....	5
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	5
1.1 Descripción del problema .....	5
1.2 Enunciado del problema .....	6
1.2.1 Problema general .....	6
1.2.2 Problemas específicos .....	6
1.2.3 Justificación de la investigación .....	7
<b>CAPÍTULO II</b> .....	8
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b> .....	8
2.1 Objetivos de la investigación .....	8
2.2.1 Objetivo general .....	8
2.2.2 Objetivos específicos .....	8
2.2 Hipótesis de la investigación.....	8
2.2.3 Hipótesis general.....	8
2.2.4 Hipótesis específicas .....	8
2.3 Operacionalización de variables .....	9
<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	10
3.1 Antecedentes .....	10
3.2 Marco teórico .....	13
3.2.1 Características del género Erythrina .....	13
3.2.2 Composición nutricional del género Erythrina .....	15
3.2.3 Importancia de los aminoácidos en la alimentación animal .....	16
3.2.3.1 Aminoácidos no esenciales.....	17
3.2.3.2 Aminoácidos esenciales.....	19
3.3 Marco conceptual.....	23
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	24
<b>METODOLOGÍA</b> .....	24
4.1 Tipo y nivel de investigación .....	24



4.2	Diseño de la investigación .....	24
4.3	Población y muestra .....	24
4.4	Procedimiento .....	24
4.5	Técnica e instrumentos .....	25
4.6	Análisis estadístico.....	25
<b>CAPÍTULO V .....</b>		<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>		<b>26</b>
5.1	Análisis de resultados .....	26
5.1.1	Cantidad de aminoácidos de la harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ).....	26
5.1.2	La harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) como suplemento alimenticio para animales monogástricos .....	27
5.2	Contrastación de hipótesis .....	27
5.3	Discusión.....	27
<b>CAPÍTULO VI.....</b>		<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>31</b>
6.1	Conclusiones .....	31
6.2	Recomendaciones .....	31
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>32</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>37</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Perfil de aminoácidos en hojas de <i>Erythrina edulis</i> .....	10
Tabla 2. Aminoácidos esenciales y no esenciales en hojas de <i>Erythrina edulis</i> .....	11
Tabla 3. Perfil de aminoácidos (g de AA/% MS) de insumos alimenticios .....	12
Tabla 4. Composición de aminoácidos de las hojas de dos forrajes, g/% MS .....	13
Tabla 5. Composición nutricional de las hojas del porotón .....	16
Tabla 6. Requerimientos nutricionales de aminoácidos (%) en animales monogástricos.....	21
Tabla 7. Aminograma en harina de pisonay (g/% MS) de 4 y 12 meses de edad de rebrote ...	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Cosecha mediante poda de árboles de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	38
Figura 2. Secado bajo sombra de hojas de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) .....	38
Figura 3. Molienda de hojas secas de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ).....	39
Figura 4. Pesaje de muestras de harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ).....	39
Figura 5. Resultados repetición 01 de harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) de 4 meses de edad de rebrote .....	40
Figura 6. Resultados repetición 02 de harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) de 4 meses de edad de rebrote .....	41
Figura 7. Resultados repetición 01 de harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) de 12 meses de edad de rebrote .....	42
Figura 8. Resultados repetición 02 de harina de pisonay ( <i>Erythrina edulis</i> ) de 12 meses de edad de rebrote .....	43

## INTRODUCCIÓN

El análisis de aminoácidos de los piensos o alimentos concentrados o alimento integral es importante, ya que los piensos compuestos tienen como aditivos aminoácidos suplementarios en la formulación de dietas, esto hace que se tenga ahorros considerables en los costos de las materias primas, entonces, el éxito económico de elaborar piensos depende tanto de una composición de aminoácidos óptima y precisa, además, la demanda creciente de análisis de aminoácidos de los insumos alimenticios es una herramienta de control de calidad para piensos compuestos y premezclas, el método de referencia adoptado para el análisis del alimento fue la separación a través de la cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC) (1).

Los sistemas de alimentación actuales deben buscar recursos locales como alternativa para la alimentación de animales rumiantes y no rumiantes en base al valor nutricional, como ocurre en especies tropicales, en la harina del follaje de *Tithonia diversifolia* se observó una mayor concentración para fenilalanina, alanina, serina, leucina, ácido glutámico, prolina, lisina, valina, glicina y ácido aspártico con valores de 13-30 g/kg. de proteína, esto indicaría un buen balance de aminoácidos esenciales y no esenciales, además, este forraje podría ser un alimento proteico (22.23%) alternativo en la dieta de animales no rumiantes (2).

El contenido de proteína cruda en varios forrajes se ve afectada por las precipitaciones pluviales, esta disminución se debe a la menor presencia de humedad en el suelo, lo que limita la movilidad del nitrógeno hacia y dentro de la planta, por otro lado, la disminución del consumo voluntario está relacionado con la baja calidad proteica de los forrajes debido a que se degradan muy lentamente y permanecen mucho tiempo retenidos en el rumen o ciego; la proteína está constituida por aminoácidos, la importancia nutritiva de los aminoácidos se basa en que algunos no pueden ser sintetizados por el animal (aminoácidos esenciales), o sintetizados suficientemente rápido a partir de otros aminoácidos (aminoácidos no esenciales), para satisfacer los requisitos para la síntesis de proteínas (3).

Cabe indicar que existe un aumento sustancial de las líneas de investigación dirigidas a evaluar productos alternativos para mantener la fauna intestinal beneficiosa y la salud digestiva, uno de esos productos alternativos son los aditivos, que nos ayudarían para desarrollar programas de alimentación de precisión e intentar reducir los costos asociados con el suministro excesivo de proteína o de aminoácidos (4), en tal sentido, se evaluó el perfil de aminoácidos en la harina de



pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote de árboles ubicados como cercas vivas en el sector de Mosoccpampa.



## RESUMEN

Se cosecho el follaje de árboles de pisonay mediante la poda para evaluar la cantidad de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote. Se utilizó las hojas de 4 y 12 meses de edad de rebrote que fueron secadas bajo sombra y posteriormente procesadas en un molino de martillos con criba de 2 mm, las cuales se enviaron al laboratorio para determinar el aminograma en dos repeticiones por cada muestra. Se determinó el promedio por cada edad de rebrote, además, el valor mínimo y máximo, desviación estándar e intervalo de confianza de cada aminoácido sin considerar la edad de rebrote. La serina, alanina y metionina (0.65, 0.60 y 0.75 g/% MS) tienen la misma concentración en las dos edades de rebrote. A los 12 meses la treonina, isoleucina e histidina se incrementaron de 0.65 a 0.69, 2.27 a 2.36 y 0.37 a 0.55g/% MS respectivamente; el ácido aspártico y la fenilalanina disminuyen en 0.60 g/% MS; el ácido glutámico y la arginina disminuyen en 0.46 g/% MS; la valina y lisina disminuyen en 0.23 g/% MS, la tirosina y triptófano tienden a disminuir en 0.14 g/% MS; la leucina, prolina y glicina disminuyeron en 0.42, 0.18 y 0.05 g/% MS respectivamente, con relación a los 4 meses de edad de rebrote. La concentración de histidina, valina, leucina, isoleucina, triptófano, metionina y fenilalanina cubrirían los requerimientos nutricionales; por otro lado, la treonina y lisina cubrirían los requerimientos nutricionales mínimos, esto nos indicaría, que la harina de pisonay podría ser utilizado como suplemento nutricional para cerdos, conejos, pollos y cuyes.

*Palabras clave: Cercas vivas, cromatografía, hojas.*



## ABSTRACT

The foliage of Pisonay trees we harvested by pruning to evaluate the amount of amino acids in Pisonay (*Erythrina edulis*) meal from two regrowth ages. The four and 12 month old regrowth leaves were used, which were dried under shade and subsequently processed in a hammer mill with a 2 mm sieve, which were sent to the laboratory to determine the aminogram in two repetitions for each sample. The average was determined for each age of regrowth, in addition, the minimum and maximum value, standard deviation and confidence interval of each amino acid without considering the age of regrowth. Serine, alanine and methionine (0.65, 0.60 and 0.75 g/% DM) have the same concentration at both regrowth ages. At 12 months, threonine, isoleucine and histidine increased from 0.65 to 0.69, 2.27 to 2.36 and 0.37 to 0.55g/% DM respectively. Aspartic acid and phenylalanine decrease 0.60 g/% DM; glutamic acid and arginine decrease 0.46 g/% DM; valine and lysine decrease 0.23 g/% DM, tyrosine and tryptophan decrease 0.14 g/% DM; leucine, proline and glycine decreased 0.42, 0.18 and 0.05 g/% DM respectively, in relation to 4 months of regrowth age. The concentration of histidine, valine, leucine, isoleucine, tryptophan, methionine and phenylalanine would cover the nutritional requirements; on the other hand, threonine and lysine would cover the minimum nutritional requirements. This would indicate that the Pisonay meal could we used as nutritional supplement for pigs, rabbits, chickens and guinea pigs.

*Keywords: Chromatography, leaves, living fences.*



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción del problema

El contenido de proteína cruda en varios forrajes se ve afectada por las precipitaciones pluviales, esta disminución se debe a la menor presencia de humedad en el suelo, lo que limita la movilidad del nitrógeno hacia y dentro de la planta, por otro lado, la disminución del consumo voluntario está relacionado con la baja calidad proteica de los forrajes debido a que se degradan muy lentamente y permanecen mucho tiempo retenidos en el rumen o ciego; la proteína está constituida por aminoácidos, la importancia nutritiva de los aminoácidos se basa en que algunos no pueden ser sintetizados por el animal (aminoácidos esenciales), o sintetizados suficientemente rápido a partir de otros aminoácidos (aminoácidos no esenciales), para satisfacer los requisitos para la síntesis de proteínas (3). Según D' Mello (5) “*los animales requieren 9 aminoácidos para mantenimiento y propósitos productivos y necesitan obtenerlos de la dieta, estos son: Fenilalanina (Phe), Histidina (His), Isoleucina (Ile), Leucina (Leu), Lisina (Lys), Metionina (Met), Treonina (Thr), Triptofano (Typ) y Valina (Val)*”.

Se ha observado que en forrajes utilizados en la alimentación de cerdos, fueron deficientes en lisina, con valores que oscilaron entre 3.08 a 4.76 g/16 g N contra las recomendaciones de 7.14 g/16 g N (NRC, 2012), los contenidos de proteína cruda en las hojas de *Acacia mangium* (acacia), *Leucaena leucocephala* (leucaena) y *Moringa oleífera* (moringa) fueron 17.7, 27.9 y 32.4 % MS respectivamente, estas plantas tienen un interesante perfil de aminoácidos (6). En las especies arbóreas forrajeras *Hibicus rosa-sinensis* (cayeno), *Leucaena leucocephala* (leucaena), *Morus alba* (morera) y *Brownea enricii* (palo de cruz), no se observó la presencia de cistina (4 unidades de cisteína), prolina y triptófano, estas especies pueden ser utilizadas en nutrición animal como suplementos alimenticios, es necesario señalar que los aminoácidos limitantes en la producción animal son la lisina y metionina (7).

El suministro de aditivos como los aminoácidos en la dieta de los animales, se utilizan para compensar las deficiencias de ciertos aminoácidos esenciales, como los no rumiantes cuando se alimentan con dietas exclusivamente de proteínas vegetales, el suministro



equilibrado de aminoácidos esenciales requiere el uso de fuentes de proteínas costosas (harina de pescado) o altos niveles de fuentes de proteínas menos equilibradas (harina de soya), económicamente es la más factible, además, para satisfacer los requerimientos de algún aminoácido limitante, se suministra un exceso de proteína total en la dieta, que resulta en un desperdicio en términos de metabolismo proteico y energético, una alternativa es utilizar niveles bajos de proteína pero en combinación con suplementos de aminoácidos libres que conllevaría al equilibrio de aminoácidos de manera adecuada y evitaríamos que el nitrógeno excretado pueda ser una fuente de contaminación del medio ambiente (8).

Desde el punto de vista económico, el costo de la proteína como nutriente es elevado para las dietas de aves y cerdos, por lo que maximizar su eficiencia de utilización es muy importante y se sigue en búsqueda de mayor precisión en el perfil ideal de aminoácidos para mejorar el rendimiento y productividad de las líneas genéticas actuales, desde varios años los sistemas de producción animal están sometidos cada vez más a restricciones gubernamentales y al escrutinio público por la influencia de los consumidores, que buscan la protección medioambiental y la salud pública, para reducir la excreción de nutrientes a los efluentes, especialmente en la calidad del agua, además, la demanda mundial de carne de origen animal se incrementará y que conllevaría a mayor demanda de piensos y materias primas (4).

## 1.2 Enunciado del problema

### 1.2.1 Problema general

¿Qué edad de rebrote del pisonay (*Erythrina edulis*) como harina tendrá mejor concentración de aminoácidos?

### 1.2.2 Problemas específicos

- ¿La harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 meses de edad de rebrote tendrá mayor concentración de aminoácidos que a los 12 meses de edad de rebrote?
- ¿La cantidad de aminoácidos en la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) será suficiente para ser considerado como suplemento alimenticio para animales monogástricos?



### 1.2.3 Justificación de la investigación

Los requerimientos nutricionales de los animales nos ayudaría a elaborar dietas balanceadas para lograr satisfacer las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción (9), también, para lograr la eficiencia en la alimentación animal, se requiere conocer la composición nutricional del alimento y los requerimientos para una producción esperada, para un mayor entendimiento ambos deben expresarse en las mismas unidades (10).

Los sistemas de alimentación actuales deben buscar recursos locales como alternativa para la alimentación de animales rumiantes y no rumiantes en base al valor nutricional, como ocurre en especies tropical, en la harina del follaje de *Tithonia diversifolia* (botón de oro) mediante HPLC, se demostró la presencia de arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, treonina y valina, sugiere que tendría mejor calidad como componente en la elaboración de dietas para rumiantes y no rumiantes (11), también, la *Erythrina glauca* (cachingo o písamo) como forraje y harina de hojas, por su contenido proteico (24.0% MS) y presencia de aminoácidos esenciales, se utilizan como recurso proteico alternativo a harinas proteínicas como la soja o pescado, que son elevadas en su costo para los pequeños agricultores (12).

La *Erythrina edulis*, árbol forrajero utilizado por los criadores de ganado vacuno, conejos y cuyes, desde el punto de vista nutricional la harina de pisonay a los 4, 8 y 12 meses de edad de rebrote para la materia seca proteína cruda, extracto etéreo y cenizas fue 92.0, 20.0, 1.0 y 9.0% respectivamente y con respecto a la fibra cruda, fibra detergente neutra y acida fue desde 22.4 a 25.1, 42.5 a 47.0 y 26.5 a 30.8% respectivamente, la estimación de la energía bruta y digestible denotó similitud en las tres edades de rebrote, que va desde 3.6 a 4.2 y 1.8 a 2.7 Mcal/kg de MS respectivamente, tendría potencial forrajero para cubrir las necesidades nutricionales de aves, cerdos y conejos, además, en cuyes como suplemento parcial o total de las proteínas provenientes de alimentos convencionales (13).

Las dietas para animales deben contener los nutrientes necesarios de acuerdo a los requerimientos nutricionales para cualquier etapa productiva, además, la inclusión de aminoácidos esenciales en proporción y cantidad suficiente, nos ayudarían a sugerir su utilización como alimento fresco o seco para los animales (14).





## CAPÍTULO II OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1 Objetivos de la investigación

#### 2.2.1 Objetivo general

Evaluar la concentración de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote.

#### 2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 y 12 meses de edad de rebrote.
- Describir si la cantidad de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 y 12 meses de edad de rebrote será suficiente para ser considerado como suplemento alimenticio para animales.

### 2.2 Hipótesis de la investigación

#### 2.2.3 Hipótesis general

Existirá diferencia en la concentración de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote.

#### 2.2.4 Hipótesis específicas

- La harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 y 12 meses de edad de rebrote tendrá diferente concentración de aminoácidos.
- La harina de pisonay (*Erythrina edulis*) a mayor edad de rebrote limitará su uso como suplemento alimenticio para animales.



### 2.3 Operacionalización de variables

<b>Variable(s)</b>	<b>Indicador(es)</b>
Edad de rebrote	4 y 12 meses
Aminoácidos, g/% de materia seca	Ácido aspártico Acido glutámico Serina Glicina Histidina Treonina Alanina Arginina Prolina Tirosina Valina Metionina Leucina Lisina Isoleucina Fenilalanina Triptófano



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 3.1 Antecedentes

a) Fuentes-Quisaguano et al, utilizaron las hojas de diferentes árboles de *Erythrina edulis* ubicados en la provincia de Pichincha (2200 m.s.n.m.), en la región montañosa norte del Ecuador, las hojas fueron cosechadas en etapa vegetativa entre 50 a 60 cm de la segunda rama más joven, para el análisis de aminoácidos que se realizaron mediante química húmeda a través de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) de intercambio catiónico, se observó que la materia seca (MS) de las hojas fue 38.3% y la cantidad de proteína cruda 28.7% MS, el perfil de aminoácidos (AA) se observa en la Tabla 1, esto nos indicaría que puede considerarse como forraje de alta calidad para la alimentación de rumiantes de pequeños ganaderos (15).

Tabla 1. Perfil de aminoácidos en hojas de *Erythrina edulis*

Aminoácidos	g de AA/% MS
Thr	0.59
Val	0.76
Ile	0.60
Leu	1.16
Phe	0.71
His	0.46
Lys	1.00
Arg	0.97
Met	0.38
Asp	1.48
Glu	2.43
Ser	0.67
Pro	0.83
Gly	0.86
Ala	0.84
Cys	0.19



b) Parraga et al, recolectaron muestras de hojas del material vegetativo de árboles de *Erythrina edulis* en Pozuzo, las muestras después del secado en estufa fueron analizadas para determinar los aminoácidos mediante HPLC, el contenido de proteína (24.4%) en las hojas fue alto, donde se observó que los aminoácidos esenciales más abundantes en las hojas fueron leucina y lisina con valores de 1.56 y 1.37 g/% MS (Tabla 2), respectivamente (16).

Tabla 2. Aminoácidos esenciales y no esenciales en hojas de *Erythrina edulis*

Aminoácidos	g de AA/% MS
Phenylalanine	0.87
Histidine	0.14
Isoleucine	0.37
Leucine	1.56
Lysine	1.37
Methionine	0.36
Threonine	0.54
Tryptophan	0.18
Valine	0.40
Alanine	1.27
Arginine	0.74
Asparagine	0.12
Aspartic	1.55
Cysteine	0.14
Glutamic	1.31
Glutamine	0.35
Glycine	1.16
Proline	0.62
Serine	1.58
Tyrosine	0.23

c) Erasmus et al, mencionan que la cantidad de aminoácidos deben ser incorporados en la base de datos y en los programas de formulación de dietas, para permitir una manipulación más precisa de los alimentos para optimizar las cantidades de AA individuales que se requieren para la producción, se ha evaluado el perfil de aminoácidos (Tabla 3) en el heno de alfalfa y harina de soya, además, los AA de cadena



ramificada siempre tienen una degradabilidad menor en promedio que los AA, información que precisa y optimiza la cantidad de AA individuales que se requieren para la producción de leche y proteína láctea (17).

Tabla 3. Perfil de aminoácidos (g de AA/% MS) de insumos alimenticios

Aminoácidos	Heno de alfalfa	Harina de soya
Asp	2.07	5.45
Ser	1.00	2.50
Glu	2.01	9.04
Pro	1.04	2.31
Gly	0.93	1.87
Ala	1.10	1.99
Tyr	0.59	1.27
Cys	0.38	0.97
Arg	0.86	3.03
Thr	0.80	1.82
Val	0.80	1.67
Ile	0.62	1.76
Leu	1.41	3.54
Phe	0.88	2.34
His	0.34	1.16
Lys	0.97	2.80
Met	0.29	0.56

- d) Sarria et al, mencionan que las hojas de *Trichanthera gigantea* (nacedero) y *Morus alba* (morera), son fuentes para la alimentación de aves y cerdos, en este árbol y arbusto se realizan cortes sucesivos cada 2 o 3 meses, además, las hojas del nacedero tienen un balance adecuado de aminoácidos (Tabla 4) con respecto a la lisina y deficiente en metionina (18).



Tabla 4. Composición de aminoácidos de las hojas de dos forrajes, g/% MS

Aminoácidos	<i>Trichanthera gigantea</i>	<i>Morus alba</i>
Arg	1.52	2.62
His	0.68	1.04
Iso	1.28	2.13
Leu	2.24	4.06
Lis	1.34	2.82
Met	0.46	0.79
Fen	1.43	2.58
Treo	1.34	2.28
Trip	0.31	0.54
Val	1.56	2.67
Ala	1.52	2.87
Ac. Asp	2.77	5.05
Cis	0.43	0.64
Ac. Glut	3.02	5.15
Gli	1.56	2.52
Prol	1.37	2.28
Ser	1.24	2.18
Tir	1.03	1.68

### 3.2 Marco teórico

#### 3.2.1 Características del género *Erythrina*

“La familia Leguminosae es la tercera más diversa del mundo, la segunda más importante a nivel económico, una de las principales fuentes de alimento, madera, miel, resina, forraje y compuestos químicos” (19), dentro de esta familia tenemos al género *Erythrina*, se encuentra en hábitats variados: bosque tropical lluvioso, desiertos subtropicales muy áridos hasta bosques montanos superiores a 3000 m.s.n.m., se tiene 115 especies y la mayoría son árboles (20).

En el Perú se menciona que existen varias especies del género *Erythrina* como la *Erythrina fusca* que está en la Amazonía peruana, en las partes bajas e inundables (lugares pantanosos o en las riberas de los ríos), entre los 0-500 m.s.n.m. en climas lluviosos y húmedos con temperaturas promedios de 26-30°C, se encuentra en los departamentos de Huánuco, Loreto, San Martín y Ucayali, se usa como planta ornamental y cercas vivas; otras es la *Erythrina crista-galli* que fue introducida y



cultivada en el Perú desde el nivel del mar en la costa, y región central andina entre los 1500-2000 msnm; se le encuentra en los departamentos de Junín, Lima y Pasco, se usa como árboles ornamental en parques y jardines; la *Erythrina ulei* en la Región Amazónica crece hasta los 500 m.s.n.m. y en la región Central Andina entre los 500–3000 m.s.n.m., se encuentra en los departamentos de Amazonas, Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Pasco, Puno, San Martín y Ucayali, se usa como árboles de sombra en cafetales y cacaotales y en cercos vivos en pastizales; la *Erythrina poeppigiana* crece en bosques ribereños y bosques de galerías en la Región Amazónica, hasta los 1400 m.s.n.m. en la Región Andina, en climas con precipitaciones de 1000 a 3000 mm y temperaturas entre 18 a 28°C, se encuentra en los departamentos de Amazonas, Cuzco, Huánuco, Huancavelica, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, se usa como árboles de sombra y refugio para el ganado en pastizales, así como para cercos vivos y como forraje para el ganado por el alto contenido de proteína cruda en sus hojas; la *Erythrina berteroana* se encuentra desde los 150 m en la llanura Amazónica hasta los 1300 m en la Región de Ceja de Selva, se usa como cercos vivos y el follaje se usa como forraje para el ganado por su alto contenido de proteína cruda y por último tenemos a la *Erythrina edulis* crecen en áreas montañosas entre los 1200 – 3000 m.s.n.m., se cultivan al borde de las chacras, y también existe al estado silvestre en pequeños matorrales cercanos a los ríos y quebradas, tanto en las partes bajas como en las laderas de los cerros, pero siempre húmedos, en climas con temperaturas de 16-22°C y una precipitación promedio anual de 2000-4000 mm, se encuentra en los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huánuco, Junín, Lima, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, San Martín y Ucayali, se usa como cercos de las chacras y sus frejoles son comestibles (21).

La *Erythrina edulis*, es considerada una planta promisoriosa, multipropósito y se encuentra incluida en el catálogo de plantas encaminadas a los procesos de seguridad alimentaria, se encuentra en países como Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela, por eso tiene una diversidad de nombres como anteporoto, balú, basul, camporoto, cañaro, chachafruto, fríjol de monte, fríjol nopaz, guato, guimo, habijuela, mompás, nupo, pajul bucare, pajuro, pasugua, pisonay, porotón, poruto, sachaporoto y sachafuto (19).

De acuerdo a la clasificación botánica la *Erythrina edulis* pertenece al Reino: Plantae, Phylum: Magnoliophyta o Tracheophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Fabales,



Familia: Fabaceae o Leguminosae, Sub familia: Papilinoideae, Género: *Erythrina* y Especie: *edulis* (20) (22).

### 3.2.2 Composición nutricional del género *Erythrina*

La composición nutricional de los alimentos se basa en un sistema de análisis descrito como análisis proximal de los alimentos, que fue ideado hace más de 100 años por dos científicos alemanes, Henneberg y Stohmann (8), se aplican a la fuentes proteicas y energéticas, como a los alimentos elaborados, que serán utilizadas como insumos para la formulación de dietas, como control de verificación de los requerimientos establecidos para los animales y las especificaciones solicitadas por los productores y/o criadores de ganado (23), además, “*la materia seca está conformada por componentes orgánicos (materia orgánica) e inorgánicos (minerales), dentro de la materia orgánica se encuentran los compuestos nitrogenados, los lípidos, los carbohidratos, las vitaminas, otros componentes que incluyen lignina, toxinas, hormonas, sustancias que contribuyen al sabor, el olor, el color y la materia inorgánica comprende elementos esenciales (macro y microelementos), y elementos no esenciales*” (24).

En el valle interandino de Abancay, se desarrolla de manera natural el árbol *Erythrina edulis* comúnmente conocido como pisonay, los criadores de ganado utilizan el follaje para la alimentación de animales, que podan en la época de estiaje o escasez de forraje, de preferencia cada año en época de invierno (25). La producción de biomasa a las 26 semanas de poda (edad de rebrote) fue  $33 \pm 7$  t/ha de materia seca (26), además, a los 4 meses de edad de rebrote las hojas contienen 23% de proteína y 20% a los 12 meses, estos valores indicarían buena calidad proteínica (27) (28). El uso en la alimentación de cuyes, como forraje fresco más alimento concentrado y como insumo o ingrediente en la elaboración de alimento integral, han demostrado sus bondades sin afectar las características productivas en las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (29).

La importancia e interés de las bondades nutricionales de la *Erythrina edulis* (basúl) en el sector de Kerapata Tamburco, como especie silvopastoril, es benéfica para la alimentación animal, por la composición de nutrientes observada en las hojas del basúl (30), por otro lado, los árboles de *Erythrina edulis* (porotón) sembrados a 1.5 m de distancia, cosechado cada cuatro meses produce 40,806 toneladas de hojas/ha/año de materia seca, además, las hojas cortadas con una edad vegetativa de 5 meses de rebrote en la etapa de producción de forraje tienen una adecuada composición nutricional (Tabla 5) (31).





Tabla 5. Composición nutricional de las hojas del porotón (31)

Indicador	Valor
Materia seca, %	38.26
Proteína cruda, %	28.74
Ceniza, %	10.50
Extracto etéreo, %	1.54
Fibra, %	24.93
FDN, %	62.40
FDA, %	51.15
Energía bruta, Mcal/kg	4.29
Calcio, %	1.35
Fosforo, %	0.19
Magnesio, %	0.23

### 3.2.3 Importancia de los aminoácidos en la alimentación animal

Los aminoácidos son moléculas de bajo peso molecular y anfóteras, que contienen nitrógeno, tienen un grupo amino, un grupo ácido carboxílico y una cadena lateral, que van a determinar sus características físico-químicas, como el carácter hidrófobo o hidrófilo, polar o apolar, y ácido o básico (32) (33).

Las proteínas tienen como unidades básicas a los aminoácidos y estos pueden modificarse para proporcionar una amplia variedad de sustratos importantes para la actividad de un animal, en el proceso metabólico los aminoácidos se incorporan a la extensa diversidad de proteínas, participan en el recambio proteico y síntesis de péptidos esenciales y como precursores de otros aminoácidos, los animales obtienen los aminoácidos de la dieta, que se absorben en el intestino delgado como aminoácidos libres, dipéptidos y/o tripéptidos y se liberan en el torrente sanguíneo como aminoácidos libres, la absorción a nivel celular dependerá de los transportadores de aminoácidos neutros (independientes y dependientes de sodio) y de aminoácidos catiónicos y aniónicos, además, el hígado es el principal órgano del catabolismo de los aminoácidos y en el músculo como en el hígado se observa el catabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada (34), cabe indicar, que los productos resultantes de la hidrólisis enzimática son absorbidos en los 2/3 proximales del intestino delgado y se realizan por un mecanismo activo, en la célula epitelial del intestino delgado se realiza una hidrólisis total para el transporte de aminoácidos libres al sistema portal hepático (35).



Desde el punto de vista a la nutrición, existen aminoácidos esenciales (deben ingerirse en la dieta porque no pueden sintetizarse), no esenciales (pueden sintetizarse por el organismo) y condicionales (esenciales en determinadas situaciones) (33), como ocurre en los animales no rumiantes, en conejos y roedores de laboratorio obtienen una parte de sus necesidades de aminoácidos mediante la cecotofia (34), sin dejar de lado a los cuyes.

La proteína corporal se incrementa significativamente durante el crecimiento y la reproducción, una parte de la proteína dietaria es utilizada como combustible o energía - es comparativamente pequeña y se limita a situaciones de deficiencia de carbohidratos y grasas - o puede convertirse en grasa y carbohidratos corporales, en este proceso, los aminoácidos no son desdoblados completamente en óxido de carbono y agua, el animal no tiene capacidad para oxidar los grupos amínicos portadores de nitrógeno, sino que son expulsados por la orina en forma de urea (10).

Los animales reponen continuamente los aportes nitrogenados a través de la alimentación, para reemplazar el nitrógeno que se pierde en el catabolismo y cuando las proteínas de la alimentación son insuficientes, se degradan las proteínas (musculares) que se han elaborado con otros fines, y no se reponen, entonces, el balance nitrogenado positivo, ocurre cuando el consumo normal de nitrógeno supera a la pérdida, como en animales en crecimiento (36).

Los aminoácidos que se consideran esenciales para las especies de mamíferos no rumiantes y aves son la lisina, treonina, metionina, leucina, isoleucina, valina, fenilalanina, histidina y triptófano (34), tienen estructuras complejas, como anillos aromáticos y cadenas laterales hidrocarbonadas y la calidad nutricional se refiere exclusivamente al contenido de aminoácidos esenciales, también, los mamíferos son capaces de sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos en las cantidades necesarias para su crecimiento y para el mantenimiento de un balance nitrogenado normal y los aminoácidos no esenciales se sintetizan con facilidad a partir de metabolitos abundantes, como los intermediarios de la glucólisis o del ciclo del ácido cítrico (36).

Los aminoácidos pueden estar ionizados en soluciones acuosas, como ocurre con el grupo ácido (carboxilo) y el grupo amino del carbono  $\alpha$ , esta forma ionizada se llama ion dipolar o zwitterion (ion híbrido), esta capacidad de los aminoácidos es utilizada en la cromatografía de intercambio iónico, para realizar los aminogramas y determinar la concentración de los mismos en una muestra (35).

### 3.2.3.1 Aminoácidos no esenciales

La arginina sintetizada en el hígado se utiliza principalmente para la síntesis



de urea y la sintetizada a nivel renal se puede utilizar para la síntesis de proteínas corporales, es un aminoácido dietético esencial para aves y reptiles, los mamíferos jóvenes pueden sintetizar suficiente arginina para alcanzar tasas de crecimiento próximas al 50% (34), además, está implicada en la conservación del equilibrio de nitrógeno, se relaciona con la producción de la hormona del crecimiento y está involucrada en el crecimiento de los tejidos y músculos (37).

La alanina se sintetiza a partir de piruvato y del ácido glutámico, se sintetiza en la mucosa intestinal y músculos, y la alanina que se transporta al hígado se convierte en piruvato por la enzima alanina aminotransferasa (34), además, es fuente de energía para músculos, cerebro y sistema nervioso, ayudar en la estimulación de anticuerpos, regula la glucemia y evita la acumulación de nitrógeno (37).

La tirosina es un aminoácido aromático, necesario para la síntesis de proteínas, el exceso de fenilalanina puede satisfacer la necesidad fisiológica de tirosina y una porción más pequeña de tirosina se metaboliza a tiroxina, norepinefrina, epinefrina y melanina (34), además, estimula el metabolismo y el sistema nervioso, suprime el apetito y ayuda a reducir la grasa corporal (37).

Acido aspártico se sintetiza a partir de oxalacetato y un donante del grupo amino (34), además, estimula la actividad celular, protege el hígado y ayuda a la función del ARN y ADN.

La cisteína se sintetiza a partir de metionina (proporciona el azufre) y serina (proporciona el esqueleto carbonado), se utiliza para la síntesis de glutatión, taurina y fosfoadenosina fosfosulfato, suministra hasta el 50% de las necesidades dietéticas de aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) de los animales en crecimiento y hasta el 80% de los animales adultos (34), además, es un antioxidante de gran alcance en la desintoxicación, promueve la recuperación de quemaduras graves y de heridas, promueve la oxidación de grasa y la formación de músculos y retrasa el proceso de envejecimiento (37).

La glutamina se sintetiza a partir de ácido glutámico y amoníaco mediante la enzima glutamina sintetasa, a nivel del tejido muscular y gran parte de la glutamina muscular se exporta al intestino, donde tiene lugar la desamidación, en el metabolismo a nivel renal se observa liberación o



captación de  $\text{NH}_4^+$ , este proceso está bajo control homeostático para la regulación del equilibrio ácido-base (37).

La glicina se sintetiza principalmente a partir de serina, se utiliza para la síntesis de purinas como el ácido úrico de las aves, creatina, hemo, glutatión y diversos conjugados de glicina y en el colágeno representa un tercio de los aminoácidos (34), además, controla los niveles de amoniaco en el cerebro, incrementa la liberación de la hormona del crecimiento, retarda la degeneración muscular, mejora el almacenamiento de glucógeno y promueve la regeneración del tejido dañado (37).

La prolina se sintetiza a partir de ácido glutámico u ornitina, la prolina e hidroxiprolina (aminoácidos gluconeogénicos), representa aproximadamente un tercio de los residuos de aminoácidos del colágeno (34), además, ayuda en la cicatrización del cartílago y el fortalecimiento de las articulaciones, los tendones y los músculos del corazón (37).

La serina se sintetiza a partir de glucosa o glicerol, siendo la alanina el amino donante, es precursor metabólico de la glicina y en este proceso se aporta un grupo hidroximetilo a la reserva de folato, se considera el precursor más importante en el organismo para la síntesis de *novo* del grupo metilo (34), además, regula el metabolismo de los lípidos y ácidos grasos, está relacionado con el crecimiento del músculo, es importante para el funcionamiento del ARN y ADN y por ende de las células y ayuda a la producción de inmunoglobulinas y anticuerpos (37).

### 3.2.3.2 Aminoácidos esenciales

La isoleucina es un aminoácido ramificado, rara vez es deficiente en las dietas comunes para cerdos y aves de corral, pero la harina de sangre es bastante deficiente en este aminoácido (34), además, estabiliza y regula la glucemia y los niveles de energía (37).

La leucina es un aminoácido ramificado y cetogénico, generalmente es abundante en la mayoría de las proteínas vegetales y rara vez sería deficiente, no se puede utilizar en la gluconeogénesis (34), además, ayuda en la formación de tejido muscular, evita las lesiones hepáticas e incrementa la producción de la hormona de crecimiento, participa en el balance del nitrógeno, regula la secreción biliar y estabiliza y regula la glucemia (37).

La lisina es el aminoácido más limitante en el suministro de alimentos para



animales, como los cereales y sus subproductos y la mayoría de las harinas de semillas oleaginosas, con excepción de la harina de soya, como trimetil lisina unida a proteínas, es precursor de la carnitina en el organismo (34), además, participa en la absorción adecuada de calcio, mantiene el equilibrio del nitrógeno, participa en la formación del colágeno, ayuda a la producción de anticuerpos y reduce los niveles séricos elevados de triacilgliceroles (37). La metionina es un aminoácido que contiene azufre y es deficiente en las dietas para aves de corral, el maíz se considera una buena fuente de aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) y la harina de soya es limitante en aminoácidos azufrados para el crecimiento de aves y cerdos (34), además, es un antioxidante, ayuda a prevenir la acumulación de grasa en el hígado y arterias, ayuda a desintoxicar la presencia de plomo y disminuir la debilidad muscular (37).

La fenilalanina puede hidroxilarse irreversiblemente a tirosina para satisfacer la mitad de las necesidades fisiológicas de ambos aminoácidos, ambos rara vez son deficientes en las dietas para animales (34), además, promueve el estado de alerta y la vitalidad (37).

La treonina no participa en el proceso de la transaminación, cuando proviene de la proteína endógena pueden representar hasta la mitad del requerimiento dietético total de treonina, es a veces un aminoácido limitante en dietas para animales en crecimiento, es el segundo aminoácido limitante en la harina de soya y en la mayoría de los cereales (34), además, es importante para la formación de colágeno, elastina y esmalte de los dientes, ayuda a la función lipotrópica del hígado y previene la acumulación de grasa en el hígado (37). El triptófano es a veces limitante en las dietas para no rumiantes, el maíz y los subproductos cárnicos tienen bajo contenido, mientras que la harina de soya es rica en este aminoácido (34), además, incrementa la liberación de hormonas de crecimiento (37).

La valina es un aminoácido ramificado, gluconeogénico y produce propionato como producto final del catabolismo, es limitante en las dietas bajas en proteínas de harina de maíz y soya para cerdos, pollos y pavos jóvenes (34), además, imprescindible en la regeneración de traumatismos y heridas, ayuda en la formación de tejido muscular, ayuda a evitar las lesiones hepáticas y de la vesícula biliar, participa en el balance del nitrógeno, regula la glucemia y ayuda a reducir el stress (37).



La histidina se puede descarboxilar para formar histamina, la histidina libre puede reaccionar en el cuerpo con la B-alanina para formar el dipéptido carnosina, que se encuentra libre en el tejido muscular (34), además, es primordial para lactantes, para el crecimiento y la reparación de los tejidos, para el mantenimiento de las vainas de mielina, es necesario para la producción de glóbulos rojos y blancos, ayuda en la eliminación de metales pesados del cuerpo y ayuda a la excitación sexual (37).

Tabla 6. Requerimientos nutricionales de aminoácidos (%) en animales monogástricos (8)

	Conejos	Cerdos	Pollos	Pollos engorde	Cuyes (38)
Histidina	0.35 – 0.43	0.18 – 0.36	0.19 – 0.32	0.25 – 0.32	0.4
Treonina	0.55 – 0.70	0.40 – 0.80	0.53 – 0.80	0.62 – 0.80	0.56 – 0.59
Arginina	0.8 – 0.9	0.10 – 0.60	0.78 – 1.18	1.00 – 1.25	1.10 – 1.17
Valina	0.70 – 0.85	0.40 – 0.80	0.48 – 0.71	0.74 – 0.95	0.8
Metionina		0.34 – 0.68*	0.24 – 0.37	0.40 – 0.50	0.34 – 0.36
Leucina	1.05 – 1.25	0.50 – 1.00	0.78 – 1.18	0.95 – 1.20	1.1
Lisina	0.60 – 0.75	0.60 – 1.40	0.64 – 1.00	1.00 – 1.30	0.78 – 0.83
Isoleucina	0.60 – 0.70	0.38 – 0.76	0.46 – 0.69	0.66 – 0.84	0.6
Fenilalanina	1.20 – 1.40	0.55 – 1.10**	0.62 – 0.63	0.56 – 0.72	1.1
Triptófano	0.18 – 0.22	0.10 – 0.20	0.13 – 0.20	0.19 – 0.24	0.17 – 0.18

\* más Cistina \*\* más Tirosina.

El cerdo puede sintetizar arginina, en neonatos y cerdos destetados que reciben dietas a base de harina de soja y maíz, sintetizan de manera insuficiente la cisteína, el glutamato, la glutamina, la glicina, la prolina y la tirosina que actualmente se consideran aminoácidos condicionalmente esenciales (39), que garantiza salud intestinal, tasa de crecimiento óptima y una alimentación eficiente en cerdos (40), además, cerdos alimentados con dietas bajas en proteínas no pueden producir cantidades suficientes de cisteína y tirosina (39).

En polluelos machos jóvenes y pollitos de engorde requieren lisina en concentraciones más altas para la ganancia máxima de alimento que para la ganancia máxima de peso; la lisina debe tener proporciones adecuadas con la isoleucina, valina, treonina y triptófano para gallinas de postura y para el crecimiento de pollos

de engorde; en el maíz el orden limitante fue: 1) lisina, 2) treonina, 3) triptófano, 4) arginina, valina e isoleucina, 5) aminoácido azufrado y en la harina de soja fue: 1) aminoácido azufrado, 2) treonina, 3) lisina y valina, 4) aminonitrógeno no específico y (5) histidina (41). La metionina participa en el crecimiento óptimo de las aves de corral, en la síntesis de plumas y en procesos en la acumulación de músculo, y la metionina en mayor cantidad con respecto a los requerimientos, incrementó en el peso relativo y absoluto del pecho y una reducción significativa en la grasa abdominal; la treonina induce el desarrollo adecuado de la morfología y funcionamiento intestinal; la arginina y glutamina mejora la inmunidad en las aves de corral (42).

Disminuir el nivel proteico y mantener el suministro de los aminoácidos limitantes para el crecimiento (lisina, metionina o cisteína y treonina) en conejos, puede reducir el suministro de otros aminoácidos esenciales o no esenciales que también podrían afectar el rendimiento del crecimiento o mortalidad, cabe indicar, que la proteína endógena en las heces del conejo contiene altas concentraciones de algunos aminoácidos esenciales (Thr, Val, Leu, Ile y Lys) y no esenciales (Gln, Gly y Asp) (43), el exceso de treonina (0.60%) podría reducir ligeramente el consumo de alimento, pero se lograría mejor crecimiento en los períodos post-destete o engorde (44), dietas con arginina en 1.0 o 1.2 g/kg de dieta para conejos en crecimiento, se alcanzaron mejores parámetros productivos, coeficientes de digestibilidad, disminución del nitrógeno en las heces y eficiencia económica (45), además, de los aminoácidos esenciales y no esenciales (treonina, arginina, glutamato) son necesarios para optimizar los mecanismos de defensa a nivel intestinal (46).

La inclusión de aminoácidos esenciales como DL-metionina, L-lisina y L-treonina de origen industrial o sintético, en la elaboración de concentrado para cuyes en crecimiento y acabado, aportaría 0.62% de metionina, 0.55% de lisina y 0.42% de treonina en el valor nutricional de la dieta, la inclusión de estos aminoácidos no mejoró los parámetros productivos de consumo de alimento ( $32.9 \pm 0.8$  g/día), ganancia de peso ( $550.9 \pm 8.9$  g), conversión alimenticia ( $3.3 \pm 0.1$ ) y rendimiento de carcasa ( $69.2 \pm 3.3\%$ ) de los cuyes machos de genotipo Perú, cabe indicar, que la inclusión de L-Treonina en el alimento permite la utilización adecuada de lisina y metionina, la limitación de treonina, traería como consecuencia el cese de la síntesis proteica corporal (47), en otro estudio, se evaluó la inclusión de metionina, lisina, treonina y triptófano para el engorde de cuyes, la inclusión de estos aminoácidos en diferentes dosis no generó un efecto en el consumo de alimento y rendimiento de



carcasa (61.9%); con dosis altas de treonina (0.80%) se observó mejor ganancia diaria de peso (13.8 g), peso final (1056.8 g) y conversión alimenticia (1.59), con respecto a las dietas que tuvieron dosis bajas de metionina (0.25%), triptófano (0.16%) y lisina (0.5%) y dosis medias de triptófano (0.18%); y con dosis altas de triptófano (0.22%) se obtuvo el menor peso final (715.8 g) (48).

### 3.3 Marco conceptual

- a) **Aminograma.** Composición de aminoácidos de una proteína que contiene un alimento, mediante análisis cuantitativo, además, nos daría a conocer la calidad biológica de las proteínas.
- b) **Cercas vivas.** Estructuras lineales que ayudan a demarcar el perímetro de la finca, se utilizan árboles o arbustos, pueden producir forraje para la alimentación del ganado (49), además, los árboles se deben plantar de 1.5 a 3.0 m de distancia (50).
- c) **Pienso.** Alimento que se da al ganado y otros animales, consistente en pequeños trozos de comida prensada y deshidratada. Porción de alimento seco que se da al ganado (51).
- d) **Poda.** Corte de las ramas altas de los árboles para colocar al alcance las hojas del follaje para la alimentación del ganado (49).
- e) **Suplemento.** Ingrediente o mezcla de ingredientes del alimento, que se agrega a un alimento forrajero para rectificar una o más de las deficiencias de nutrientes específicos en el forraje (34).
- f) **Suplemento proteico.** Alimento, que puede ser una mezcla de ingredientes, que se utiliza para agregar proteínas a una dieta o pienso (34).





## CAPÍTULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1 Tipo y nivel de investigación

El estudio que se realizó con respecto a la harina de pisonay fue de tipo descriptivo, ya que se determinó la concentración de aminoácidos en un momento delimitado (edades de rebrote) y no se orientó a una relación causa-efecto (52).

#### 4.2 Diseño de la investigación

Se realizó la cosecha de los árboles de pisonay, las hojas y peciolo se secaron en forma natural que después fueron molidas para obtener la harina, posteriormente se remitieron aproximadamente 500 g de muestra por cada edad de rebrote al laboratorio especializado, finalmente los datos hallados fueron analizados estadísticamente.

#### 4.3 Población y muestra

Se utilizaron los árboles de pisonay destinados para el consumo de los animales ubicados como cercos vivos. Para cada edad de rebrote la cantidad de árboles de pisonay, se determinó por muestreo no probabilístico por conveniencia, donde se podaron más de 12 árboles por cada edad de rebrote.

#### 4.4 Procedimiento

Se utilizó el follaje (tanto hojas y peciolo) de árboles de pisonay del sector de Mosoccpampa (Tamburco). Se cosechó los árboles de pisonay de 4 y 12 meses de edad rebrote, la poda se realizó de acuerdo al último corte para cada edad de rebrote, indicado por los propietarios de la granja. El follaje cosechado fue sometido al secado natural bajo sombra que después fue procesada con un molino de martillos para obtener la harina de pisonay, se pesaron aproximadamente 500 g para cada muestra con ayuda de una balanza analítica Ohaus Adventurer AX5202 ( $\pm 0.01$  g), las muestras fueron enviadas al laboratorio para determinar el aminograma en dos repeticiones por cada muestra.



#### 4.5 Técnica e instrumentos

Las muestras una vez entregadas al laboratorio fueron divididas en dos repeticiones por cada edad de rebrote. 100 mg de muestra fueron hidrolizadas al vacío con 5 mL de HCl 6N, en presencia de fenol (40 a 50 ml /10 ml de HCl 6 N) a 110°C durante 24 h, después el HCl se elimina mediante evaporación rotatoria, los aminoácidos residuales se disolvieron en 100 µl de tampón de acoplamiento y se secaron nuevamente antes del acoplamiento con feniltiocarbamilo (PTC, en inglés), el perfil de aminoácidos se determinó mediante el método de Heinrikson y Meredith (53) y el triptófano con el método LMCTL-006F 2001 en el Laboratorio de Calidad Total La Molina, UNALM, a través de Cromatografía de líquidos de alta eficiencia (HPLC) (HITACHI, Chromaster), con el detector de arreglo de deodos (DAD-5430), el automuestrador (AUTOSAMPLER 5260), la bomba (Pump 5160), la columna de 5 µm (Purospher Star RP 18 Endcapped LichroCart 250-4.6 y el estándar de aminoácidos (SUPELCO).

#### 4.6 Análisis estadístico

En los datos obtenidos se determinó el promedio por cada edad de rebrote, además, el valor mínimo y máximo, desviación estándar e intervalo de confianza de cada aminoácido sin considerar la edad de rebrote.

Para el intervalo de confianza se halló de acuerdo a la siguiente formula:

$$P\left(\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}} \cdot Z_{\alpha/2} < u < \bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}} \cdot Z_{\alpha/2}\right) = 1 - \alpha$$

Donde:

$\bar{X}$ : Promedio

Z: Valor crítico de la distribución normal estandarizado

S: Desviación estándar muestral

n: Tamaño de muestra

$\alpha = 0.05$



## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Análisis de resultados

##### 5.1.1 Cantidad de aminoácidos de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*)

En la Tabla 7, se observa que la serina, alanina y metionina tienen la misma concentración en las dos edades de rebrote, por otro lado, a los 12 meses de edad de rebrote la treonina, isoleucina e histidina se incrementaron en 0.04, 0.09 y 0.18 g/% de materia seca (% MS) respectivamente con respecto a los 4 meses de edad de rebrote.

Tabla 7. Aminograma en harina de pisonay (g/% MS) de 4 y 12 meses de edad de rebrote

	4 meses	12 meses	Min	Max	DE	LI	LS
Proteína	20.29	17.10	16.83	20.53	1.87	16.87	20.53
Ácido aspártico	2.03	1.43	1.39	2.03	0.35	1.39	2.08
Acido glutámico	1.53	1.06	0.92	1.57	0.29	1.01	1.58
Serina	0.65	0.65	0.55	0.74	0.08	0.57	0.72
Glicina	0.65	0.60	0.46	0.74	0.12	0.51	0.74
Alanina	0.60	0.60	0.46	0.74	0.12	0.48	0.72
Prolina	1.11	0.92	0.92	1.11	0.11	0.91	1.12
Tirosina	0.97	0.83	0.83	1.02	0.09	0.81	0.99
Arginina	2.08	1.62	1.57	2.13	0.27	1.58	2.12
Histidina	0.37	0.55	0.37	0.55	0.11	0.36	0.57
Treonina	0.65	0.69	0.55	0.83	0.12	0.56	0.78
Valina	1.25	1.02	1.02	1.29	0.14	1.00	1.27
Metionina	0.79	0.79	0.74	0.83	0.05	0.73	0.84
Leucina	1.80	1.39	1.39	1.85	0.24	1.36	1.83
Lisina	0.88	0.65	0.55	1.02	0.19	0.58	0.95
Isoleucina	2.27	2.36	2.13	2.59	0.23	2.09	2.53
Fenilalanina	2.22	1.62	1.57	2.22	0.35	1.58	2.26
Triptófano	0.42	0.28	0.30	0.60	0.15	0.22	0.52

Min: Mínimo. Max: Máximo. DE: Desviación estándar. LI: Límite inferior. LS: Límite superior. Intervalo de confianza del 95%



A los 12 meses de edad de rebrote el ácido aspártico y la fenilalanina tienden a disminuir en 0.60 g/% MS, el ácido glutámico y la arginina disminuyeron en 0.46 g/% MS, la valina y lisina disminuyen en 0.23 g/% MS, la tirosina y triptófano tienden a disminuir en 0.14 g/% MS, además, la leucina, prolina y glicina disminuyeron en 0.42, 0.18 y 0.05 g/% MS respectivamente, con respecto a los 4 meses de edad de rebrote.

La amplitud entre los límites del intervalo de confianza (diferencia entre el LS y LI) tuvieron valores menores para la metionina, serina y tirosina que fueron 0.10, 0.14 y 0.17 g/% MS respectivamente, por otro lado, la histidina y prolina tuvieron una amplitud de 0.20 g/% MS, la glicina y treonina con 0.22 g/% MS, la valina y triptófano con 0.27 g/% MS, además, se observó mayor amplitud en el ácido aspártico y fenilalanina que en ambos casos fue 0.68 g/% MS.

### **5.1.2 La harina de pisonay (*Erythrina edulis*) como suplemento alimenticio para animales monogástricos**

La cantidad de aminoácidos reportados en la harina de pisonay, pueden ser considerados promisorios como suplemento alimenticio para animales monogástricos. Los requerimientos nutricionales para cerdos, conejos, cuyes y pollos en cualquier etapa productiva (Tabla 5) con relación a la histidina esta entre 0.18 a 0.43%, para la treonina entre 0.40 a 0.80%, la arginina entre 0.10 a 1.18%, la valina de 0.40 a 0.95%, la leucina entre 0.50 a 1.25%, la lisina de 0.60 a 1.40%, la isoleucina entre 0.38 a 0.84% y triptófano entre 0.10 a 0.24%, por otro lado, los requerimientos de metionina y fenilalanina para pollos, pollos de engorde y cuyes están entre 0.24 a 0.50% y 0.56 a 1.20% respectivamente.

## **5.2 Contratación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados hallados, la edad de rebrote de la harina de pisonay (*Erythrina edulis*) que tiende a disminuir la concentración de aminoácidos, no sería limitante para ser utilizado como suplemento alimenticio para cerdos, conejos, cuyes y pollos en cualquier etapa productiva.

## **5.3 Discusión**

El valor del aspartato hallado a los 12 meses de edad de rebrote fue similar a 1.48 g/% MS, el glutamato, glicina y alanina en ambas edades de rebrote fueron inferiores a 2.43, 0.86 y 0.84 g/% MS respectivamente, la serina en ambas edades fue similar a 0.67 g/% MS, por



último la prolina y arginina en ambas edades de rebrote estuvieron por encima a 0.83 y 0.97 g/% MS respectivamente, por otro lado, en los aminoácidos esenciales como la treonina, valina, metionina, leucina, isoleucina y fenilalanina en ambas edades de rebrote fueron superiores a 0.59, 0.76, 0.38, 1.16, 0.60 y 0.71 g/% MS respectivamente, la lisina en ambas edades fue inferior a 1.00 g/% MS y la histidina a los 4 meses de edad de rebrote fue inferior a 0.46 g/% MS, al ser comparados con los valores hallados por Fuentes-Quisaguano et al (15).

También, al comparar con otro estudio, la fenilalanina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina en ambas edades de rebrote fueron superiores a 0.87, 0.14, 0.37, 1.37, 0.36, 0.54, 0.18 y 0.40 g/% MS respectivamente, por otro lado, la leucina a los 4 meses de edad de rebrote fue superior a 1.56 g/% MS, con respecto a los valores hallados por Parraga et al (16).

Además, se observa que la histidina a los 4 meses fue ligeramente superior a 0.34 g/% MS y a los 12 meses esta por encima en 0.21 g/% MS, la treonina fue inferior a 0.80 g/% MS en ambas edades de rebrote, la valina, metionina, lisina, isoleucina y fenilalanina fueron superiores a 0.80, 0.29, 0.97, 0.62 y 0.88 g/% MS respectivamente en ambas edades de rebrote, por otro lado, la leucina a los 4 meses esta por encima en 0.40 g/% MS y a los 12 meses de edad de rebrote son similares a 1.41 g/% MS, con relación a los valores hallados en el heno de alfalfa (17).

La concentración de aminoácidos esenciales en la harina de pisonay en relación a la arginina esta por encima del valor reportado en el nacedero (1.52 g/% MS), la histidina tiene valores por debajo del nacedero y morera (0.68 y 1.04 g/% MS respectivamente), la isoleucina tiene valores por encima del nacedero y morera (1.28 y 2.13 g/% MS respectivamente), la leucina tiene valores por debajo del nacedero y morera (2.24 y 4.06 g/% MS respectivamente), la lisina tiene valores por debajo del nacedero y morera (1.34 y 2.82 g/% MS respectivamente), la metionina tiene valores similares a la morera (0.79 g/% MS), la fenilalanina tiene valores por encima del nacedero y menor que en la morera (1.43 y 2.58 g/% MS respectivamente), la treonina tiene valores por debajo del nacedero y morera (1.34 y 2.28 g/% MS respectivamente), el triptófano en los 4 meses de edad de rebrote tiene un valor intermedio entre el nacedero y morera (0.31 y 0.54 g/% MS respectivamente) y la valina tiene valores por debajo del nacedero y morera (1.56 y 2.67 g/% MS respectivamente), esto nos indicaría que la harina de pisonay seria deficiente en lisina y tendría un balance adecuado de metionina, valores que fueron comparados con los aminoácidos hallados en el nacedero y morera por Sarria et al (18).



Una de las probables variaciones en los valores hallados podría ser por las técnicas utilizadas por cada laboratorio, Fuentes-Quisaguano et al (15) y Parraga et al (16) no especifican la edad de rebrote para la obtención de las muestras y si los arboles son utilizados para la alimentación animal, esta conjetura, no sería suficiente para indicar que la harina de pisonay debería ser utilizada como suplemento proteico para la alimentación animal de cerdos, conejos, cuyes y pollos en cualquier etapa productiva, Erasmus et al (17), menciona que la cantidad de aminoácidos deben ser incorporados en la base de datos y en los programas de formulación de dietas, para permitir una manipulación más precisa de los alimentos para optimizar las cantidades de AA individuales que se requieren para la producción.

Los valores hallados en la arginina, histidina, valina, leucina, isoleucina, triptófano, metionina y fenilalanina cubrirían los requerimientos nutricionales de cerdos, conejos, cuyes y pollos en cualquier etapa productiva, por otro lado, la treonina y lisina cubrirían los requerimientos nutricionales mínimos de cerdos, conejos, cuyes y pollos, esto nos indicaría, que la harina de pisonay podría ser utilizado como suplemento nutricional para los animales monogástricos, desde el punto de vista nutricional, los aminoácidos esenciales serían suficientes para los animales no rumiantes, aves, cerdos, conejos y roedores de laboratorio, sin dejar de mencionar a los cuyes, que podrían obtener una parte de sus necesidades de aminoácidos mediante la cecotrofia (34).

La metionina, lisina y treonina, aminoácidos limitantes en varios insumos utilizados en la alimentación de aves y cerdos, como en la etapa de crecimiento (34), serían cubiertas sin inconvenientes por la harina de pisonay a menor edad de rebrote, además, estos aminoácidos previenen la acumulación de grasa a nivel hepático, la lisina y treonina son importantes para la formación de colágeno y la lisina participa en la absorción adecuada de calcio (37).

La harina de pisonay al tener aminoácidos como la isoleucina, leucina y fenilalanina que cubrirían los requerimientos nutricionales, harían que este alimento sea considerado no limitante y deficiente como ocurre con dietas bajas en proteína de origen vegetal (39), además, la isoleucina y leucina estabilizan y regulan la glucemia, la leucina ayuda en la formación de tejido muscular y la fenilalanina promueve el estado de alerta y la vitalidad (37).

El triptófano y valina son limitantes en las dietas bajas en proteínas, donde se utiliza la harina de maíz como insumo alimenticio para cerdos, pollos y pavos jóvenes (39), esta aseveración, nos indicaría que la harina de pisonay sería una alternativa nutricional posiblemente para equilibrar la cantidad de aminoácidos, además, el triptófano



incrementaría la liberación de hormonas de crecimiento que estaría relacionada con la valina, que ayuda en la formación de tejido muscular y regula la glucemia (37).

La presencia de glutamato, glutamina, glicina, prolina y tirosina en la harina de pisonay, sería una fuente de aminoácidos condicionalmente esenciales para cerdos destetados que podría reemplazar a la harina de soja (39), para garantizar la salud intestinal, tasa de crecimiento óptima y una alimentación eficiente en cerdos (40) y por su calidad proteica de la harina de pisonay (16.87 a 20.53 g/% MS) podríamos tener dietas que ayuden a producir cantidades suficientes de cisteína y tirosina (39).

La cantidad de metionina en la harina de pisonay en las dos edades tendrían el doble de cantidad con respecto a los requerimientos en aves, esto nos ayudaría a incrementar el peso relativo y absoluto del pecho y una reducción significativa en la grasa abdominal; la cantidad de treonina en la harina de pisonay en las dos edades sería suficiente para inducir el desarrollo adecuado de la morfología y funcionamiento intestinal; y la presencia de los aminoácidos no esenciales en la harina de pisonay como la arginina y glutamina mejoraría la inmunidad en las aves de corral (42).

La treonina hallada en la harina de pisonay estaría en el límite permisible de treonina (0.60%) que podría reducir ligeramente el consumo de alimento, pero se lograría mejor crecimiento en los períodos post-destete o engorde de conejos (44), la cantidad de arginina reportada en la harina de pisonay sería suficiente para conejos en crecimiento, para lograr mejores parámetros productivos, coeficientes de digestibilidad, disminución del nitrógeno en las heces y eficiencia económica (45), además, la presencia de aminoácidos esenciales y no esenciales en la harina de pisonay serían necesarios para optimizar los mecanismos de defensa a nivel intestinal (46).

La presencia y concentración de metionina, lisina y treonina en la harina de pisonay, serían suficientes para ser utilizado como suplemento en la elaboración de dietas para cuyes en crecimiento y acabado, cabe indicar, que limitar la treonina, traería como consecuencia el cese de la síntesis proteica corporal y la inadecuada utilización de metionina y lisina, que afectarían la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes (47), la concentración de triptófano en la harina de pisonay sería excesiva para cuyes en engorde y rebasaría los requerimientos nutricionales que están alrededor del 0.18% (38), esto se corroboraría, en cuyes que recibieron dosis altas de triptófano (0.22%) se obtuvo el menor peso final (715.8 g) (48).



## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

La serina, alanina y metionina (0.65, 0.60 y 0.75 g/% MS) tienen la misma concentración en las dos edades de rebrote, en 12 meses la treonina, isoleucina e histidina se incrementaron en 0.04, 0.09 y 0.18 g/% MS con respecto a los 4 meses de edad de rebrote. A los 12 meses de edad de rebrote el ácido aspártico y la fenilalanina tienden a disminuir en 0.60 g/% MS, el ácido glutámico y la arginina disminuyeron en 0.46 g/% MS, la valina y lisina disminuyen en 0.23 g/% MS, la tirosina y triptófano tienden a disminuir en 0.14 g/% MS, además, la leucina, prolina y glicina disminuyeron en 0.42, 0.18 y 0.05 g/% MS respectivamente, con respecto a los 4 meses de edad de rebrote.

Los valores hallados en la histidina, valina, leucina, isoleucina, triptófano, metionina y fenilalanina cubrirían los requerimientos nutricionales, por otro lado, la treonina y lisina cubrirían los requerimientos nutricionales mínimos, esto nos indicaría, que la harina de pisonay podría ser utilizado como suplemento nutricional para cerdos, conejos, pollos y cuyes.

#### 6.2 Recomendaciones

Realizar estudios en el follaje de árboles de pisonay, cosechados o podados en diferentes edades de rebrote según épocas del año.

Evaluar la digestibilidad aparente de los aminoácidos provenientes del follaje de árboles de pisonay.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fontaine J. Amino acid analysis of feeds. In: D'Mello JPF, editor. Amino acids in animal nutrition. Second Ed. CABI Publishing; 2003. p. 15–40.
2. Olmo-González C, Verdecia-Acosta DM, Hernández-Montiel LG, Ojeda-Rodríguez A, Ramírez-de la Ribera JL, Martínez-Aguilar Y. Chemical composition of the foliage meal of *Tithonia diversifolia*. *Enfoque UTE*. 2022;13(4):1–10.
3. Álvarez L. Aportes de aminoácidos (AA) de forrajes de piso sobre los requerimientos de vacas lecheras en producción [Internet]. Universidad de Costa Rica; 2019. Available from: <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/18494>
4. Ravindran V. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. In: Rebollar PG, Blas C de, Mateos GG, editors. XXVI Curso de especialización FEDNA: Avances Nutrición y Alimentación Animal [Internet]. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal; 2010. p. 3–26. Available from: [http://fundacionfedna.org/sites/default/files/10CAP\\_I.pdf](http://fundacionfedna.org/sites/default/files/10CAP_I.pdf)
5. D'Mello JPF. Amino acids as multifunctional molecules. In: D'Mello JPF, editor. Amino acids in animal nutrition. Second Ed. CABI Publishing; 2003. p. 1–14.
6. Kambashi B, Picron P, Boudry C, Théwis A, Kiatoko H, Bindelle J. Nutritive value of tropical forage plants fed to pigs in the Western provinces of the Democratic Republic of the Congo. *Anim Feed Sci Technol*. 2014;191(5):47–56.
7. Gutiérrez R, Roa ML. Determinación de algunos compuestos químicos en cuatro plantas arbóreas forrajeras. *Rev Col Cienc Pec Vol* [Internet]. 2003;16(2):155–61. Available from: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323868/20781053>
8. McDonald P, Edwards RA, Greenhal GHJ, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. *Animal Nutrition*. Seventh ed. London: Pearson; 2010. 692 p.
9. Chauca L. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. 1997. Available from: <http://www.fao.org/3/w6562s/w6562s00.htm>
10. Dieter Hess H. Calidad nutricional y producción bovina [Internet]. Villavicencio: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; 1998. p. 28. Available from: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13208>
11. Miller GL, Bunting LD, Joost RE, Ward TL. Concentrations and ruminal degradabilities of amino acids from wheat and triticale forage and grain. *Agron J*. 1996;88(1):53–5.
12. Régnier C, Jaguelin Y, Noblet J, Renaudeau D. Ileal digestibility of amino acids of cassava, sweet potato, cocoyam and erythrina foliages fed to growing pigs. *Animal*. 2012;6(4):586–93.



13. Felix I. Composición nutricional de la harina de pisonay (*Erythrina* sp) de diferente edad de rebrote con perspectivas en la alimentación de animales monogástricos [Internet]. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; 2021. Available from: <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1008>
14. Ates E, Coskuntuna L, Tekeli AS. Contenidos de aminoácidos y fibra de cuatro leguminosas forrajeras anuales diferentes en estado de florecimiento completo. *Rev Cuba Cienc Agrícola* [Internet]. 2010;44(1):73–8. Available from: <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/295>
15. Fuentes-Quisaguano OG, Guamán-Rivera SA, Erazo-Rodriguez, Fredy Patricio Guacapiña-Viteri AP, Aragón-Vásquez EF. *Erythrina edulis* as a potential fodder alternative for improving livestock nutrition by small livestock farmers. *J Nat Sc Biol Med*. 2023;14(1):24–8.
16. Parraga A, Gonzales J, Portales R, Ruiz C, Rojas R. Proximate analysis and amino acid profiles of leaves, flowers, pods and seeds of *Erythrina Edulis* from Peru. *Int J Pharm Pharm Sci*. 2021;13(4):30–2.
17. Erasmus LJ, Botha PM, Cruywagen CW, Meissner HH. Amino acid profile and intestinal digestibility in dairy cows of rumen-undegradable protein from various feedstuffs. *J Dairy Sci*. 1994;77(2):541–51.
18. Sarria P, Leterme P, Londoño A, Botero M. Valor nutricional de algunas forrajeras para la alimentación de monogástricos. In: Nieves D, Zambrano C, Vivas J, editors. *Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico* [Internet]. Portuguesa: Asociación venezolana de producción animal; 2005. p. 115–28. Available from: [http://avpa.ula.ve/eventos/viii\\_encuentro\\_monogastricos/curso\\_alimentacion\\_no\\_convencional/conferencia-10.pdf](http://avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-10.pdf)
19. Velásquez Holguín LF, Montoya Yepes DF, Jiménez Rodríguez ÁA, Murillo Arango W, Méndez Arteaga JJ. Género *Erythrina*: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico [Internet]. Sello Editorial Universidad de Tolima; 2019. 132 p. Available from: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2878/2/Erythrina.pdf>
20. Neill DA. Experimental studies on species relationships in *Erythrina* (Leguminosae: Papilionoideae). *Ann Missouri Bot Gard*. 1988;75(3):886–969.
21. Araujo Abanto VA. Estudio taxonómico e histológico de seis especies del género *Erythrina* L. (Fabaceae) [Internet]. Universidad Nacional de San Marcos; 2005. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2152>
22. Acero Duarte LE. Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balú (*Erythrina edulis*) [Internet]. Bogota: Convenio Andres Bello; 2002. 64 p. Available from:



- <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll10/id/1300>
23. FAO. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos [Internet]. 1993. 1–91 p. Available from: <https://www.fao.org/3/AB489S/AB489S00.htm>
  24. Guaita MS. Algunas consideraciones acerca del análisis de alimentos para rumiantes. In: Nutrición Animal Aplicada [Internet]. 2014. p. 160, 30–6. Available from: [http://inta.gob.ar/documentos/nutricion-animal-aplicada-material-de-divulgacion/at\\_multi\\_download/file/INTA\\_Curso Nutricion Animal aplicada 2014.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/nutricion-animal-aplicada-material-de-divulgacion/at_multi_download/file/INTA_Curso_Nutricion_Animal_aplicada_2014.pdf)
  25. Cárdenas-Villanueva LA. Valor nutricional del pisonay (*Erythrina edulis*) en cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2022. Available from: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19442>
  26. Alvarado MF, Rodríguez JC, Cerrato M. Carbon and nitrogen concentration at six pruning frequencies in *Gliricidia sepium* and *Erythrina* sp. *Tierra Trop*. 2007;3(2):139–48.
  27. Cárdenas-Villanueva LA, Bautista-Pampa JL, Zegarra-Paredes JL, Ramos-Zuniga R, Gómez-Quispe OE, Barreto-Carbajal JS. Degradabilidad in situ de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*). *Rev Investig Vet del Perú*. 2016;27(1):39.
  28. Choque H, Huaita A, Cárdenas LA, Ramos R. Effect of regrowth age the ruminal degradation of pisonay (*Erythrina* sp) in Andean valley of Abancay. *J High Andean Res*. 2018;20(2):189–202.
  29. Cárdenas-Villanueva LA, Ramos-Zuñiga R, Huamán-Gamarra JL, Mena ER. Effect of the inclusion of pisonay meal (*Erythrina edulis*) of three regrowth ages on the productive characteristics in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Rev Investig Vet del Peru*. 2021;32(6):e21702.
  30. Huarcaya Miraya MG. Las hojas y frutos del antiporoto (*Erythrina edulis*) en la alimentación animal en Kerapata Tamburco Abancay 2018 [Internet]. Universidad Tecnológica de los Andes; 2020. Available from: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/260>
  31. Fuentes Quisaguano OG. Caracterización nutricional del Porotón (*Erythrina edulis*) en dos etapas fenológicas y su potencial productivo en el Cantón Rumiñahui [Internet]. Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador; 2018. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14894/1/T-ESPE-057961.pdf>
  32. Saha U, Sonon L, Hancock D, Hill N, Stewart L, Heusner G, et al. Common terms used in animal feeding and nutrition [Internet]. UGA Cooperative Extension. 2017. p. 20. Available from: [https://www.aof.mod.uk/aofcontent/general/commonterms.htm?zoom\\_highlight=capabili](https://www.aof.mod.uk/aofcontent/general/commonterms.htm?zoom_highlight=capabili)



ty%0Aextension.uga.edu

33. Cardona Serrate F. Proteínas y aminoácidos. Propiedades físico-químicas y funcionales [Internet]. Universidad Politecnica de Valencia; 2020. p. 9. Available from: <http://hdl.handle.net/10251/147138>
34. Fuller MF. The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing; 2004. 620 p.
35. Díaz FH, Ceroni S. Introducción a bioquímica clínica veterinaria [Internet]. Meta: Editorial Unillanos; 2019. 472 p. Available from: <https://editorial.unillanos.edu.co/index.php/editorial-unillanos/catalog/view/4/12/28>
36. Mathews CK, Van Holde K., Ahern KG. Bioquímica. Third. Madrid: Pearson Educación; 2002. 1368 p.
37. Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Rodwell VW, Weil PA. Harper. Bioquímica ilustrada. 28 ed. McGraw Hill; 2013. 702 p.
38. NRC. Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient Requirements of Laboratory Animals. 1995. p. 103–24.
39. Rezaei R, Wang W, Wu Z, Dai Z, Wang J, Wu G. Biochemical and physiological bases for utilization of dietary amino acids by young Pigs. *J Anim Sci Biotechnol*. 2013;4(1):1–12.
40. Le Floc'h N, Wessels A, Corrent E, Wu G, Bosi P. The relevance of functional amino acids to support the health of growing pigs. *Anim Feed Sci Technol* [Internet]. 2018;245(11):104–16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.09.007>
41. Baker DH. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. *Amino Acids*. 2009;37(1):29–41.
42. Alagawany M, Elnesr SS, Farag MR, Tiwari R, Yatoo MI, Karthik K, et al. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health—a comprehensive review. *Vet Q*. 2020;41(1):1–29.
43. Carabaño R, Villamide MJ, García J, Nicodemus N, Llórente A, Chamorro S, et al. New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits: A review. *World Rabbit Sci*. 2009;17(1):1–14.
44. Colin M, Ghezal-Triki N. Treonina: An esencial amino acid not frequently used till now in rabbit feeds formulation. A review. *World Rabbit Sci*. 2001;9(3):109–15.
45. Abo-Eid HA, Abousekken MS, Abousekken MS, Dahy AMA. Effect of using different dietary levels of arginine amino acid on growth performance and meat quality of growing rabbits. *Egypt J Rabbit Sci* [Internet]. 2020;30(1):1–21. Available from: [https://ejrs.journals.ekb.eg/article\\_120748\\_af8ffd6097c4d0f92edfaeb05243dd3c.pdf](https://ejrs.journals.ekb.eg/article_120748_af8ffd6097c4d0f92edfaeb05243dd3c.pdf)
46. Xiccato G, Trocino A. Energy and protein metabolism and requirements. In: De Blas C, Wiseman J, editors. *Nutrition of the rabbit*. 2nd ed. Oxfordshire: CABI; 2010. p. 83–118.



47. Tineo MV. Suplementación de aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) en el crecimiento y acabado de cuyes machos (*Cavia porcellus*) genotipo Perú – Ayacucho, 2750 m.s.n.m. [Internet]. Universidad Nacional San Cristobal De Huamanga. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga; 2017. Available from: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2645>
48. Villarreal Méndez DJ. Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Politécnica Estatal del Carchi; 2019. Available from: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/837>
49. Zapata Cadavid A, Tapasco Silva BE. Sistemas silvopastoriles: aspectos teoricos y practicas [Internet]. Segunda. Cali: Editorial CIPAV; 2020. 242 p. Available from: <http://www.carder.gov.co>
50. Vidal Gamarra YM. Efecto del diámetro de la estaca en la propagación vegetativa del poroto (*Erythrina edulis*), en condiciones de vivero en la localidad de Huacrachuco - 2015 [Internet]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco; 2016. Available from: [https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/2069/TAG\\_Vidal\\_Gamarra\\_Yadith.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/2069/TAG_Vidal_Gamarra_Yadith.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
51. Diccionario de la lengua española [Internet]. Real academica española. 2023. Available from: <https://dle.rae.es>
52. Veiga de Cabo J, Fuente Díez E de la, Zimmermann Verdejo M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. Med Segur Trab (Madr). 2008;54(210):81–8.
53. Heinrikson RL, Meredith SC. Amino acid analysis by reverse-phase high-performance liquid chromatography: Precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. Anal Biochem. 1984;136(1):65–74.



## ANEXOS





Figura 1. Cosecha mediante poda de árboles de pisonay (*Erythrina edulis*)



Figura 2. Secado bajo sombra de hojas de pisonay (*Erythrina edulis*)



Figura 3. Molienda de hojas secas de pisonay (*Erythrina edulis*)



Figura 4. Pesaje de muestras de harina de pisonay (*Erythrina edulis*)





**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° 004172 -2023**

**SOLICITANTE** : PALOMINO PALOMINO GAULLE CHARLES  
**DIRECCIÓN LEGAL** : SECTOR ILLANYA - ABANCAY  
**RUC**: 10468280171      **Teléfono** : 929281805

**PRODUCTO** : HARINA DE PISONAY DE 4 MESES DE EDAD DE REBROTE  
**NÚMERO DE MUESTRAS** : Uno  
**IDENTIFICACIÓN/MTRA** : REPETICIÓN I  
**CANTIDAD RECIBIDA** : 250 g de muestra proporcionada por el solicitante.  
**MARCA(S)** : S.M.  
**FORMA DE PRESENTACIÓN** : Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.  
**SOLICITUD DE SERVICIOS** : S/S NPEN- 003335 -2023  
**REFERENCIA** : ACEPTACION TELEFONICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 30/10/2023  
**ENSAYOS SOLICITADOS** : FÍSICO / QUÍMICO  
**PERIODO DE CUSTODIA** : No aplica

**RESULTADOS:**

**ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:**  
**ALCANCE:** N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
<b>J- Aminoácidos</b>	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,2
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,7
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Glicina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,4
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,3
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,2
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,1
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,4
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,9
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,6
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,0
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,4
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
<b>L- Proteína (g/100 g. de muestra original) (Factor: 6,25)</b>	<b>22,2</b>
<b>T- Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)</b>	<b>0,3</b>


CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 004172 -2023

Pág. 10

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Cel. 988376788 - 988373808 - 926894322  
 E-mail: [imcili.ventas.servicios@lamolina.edu.pe](mailto:imcili.ventas.servicios@lamolina.edu.pe) - Página Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal)  
[la molina calidad total](#)

Figura 5. Resultados repetición 01 de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 meses de edad de rebrote





**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° 004173 -2023**

SOLICITANTE	: PALOMINO PALOMINO GAULLE CHARLES
DIRECCIÓN LEGAL	: SECTOR ILLANYA - ABANCAY
	RUC: 10468280171      Teléfono : 929281805
PRODUCTO	: HARINA DE PISONAY DE 4 MESES DE EDAD DE REBROTE
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA	: REPETICIÓN 2
CANTIDAD RECIBIDA	: 274,6 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.
SOLICITUD DE SERVICIOS	: S/S N°EN- 003335 -2023
REFERENCIA	: ACEPTACIÓN TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 30/10/2023
ENSAYOS SOLICITADOS	: FÍSICO / QUÍMICO
PERIODO DE CUSTODIA	: No aplica

**RESULTADOS:**

ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:  
 ALCANCE: N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Aminoácidos	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,2
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,6
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Glicina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,4
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,7
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,2
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,2
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,0
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,3
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,3
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,9
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,4
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,1
2.- Proteína (g/100 g. de muestra original) (Factor: 6,25)	11,7
3.- Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6


CONTINUA INFORME DE ENSAYOS N° 004173 -2023

Pág. 1/2


Av. La Molina SIN (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Cel: 998376789 - 998373909 - 998894322  
 E-mail: [incl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe](mailto:incl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe) - Página Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal)  
[la molina calidad total](#)

Figura 6. Resultados repetición 02 de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 4 meses de edad de rebrote





**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° 004174 -2023**

<b>SOLICITANTE</b>	: PALOMINO PALOMINO GAULLE CHARLES
<b>DIRECCIÓN LEGAL</b>	: SECTOR ILLANYA - ABANCAY
	RUC: 10468280171      Teléfono : 929281805
<b>PRODUCTO</b>	: HARINA DE PISONAY DE 13 MESES DE EDAD DE REBROTE
<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	: Uno
<b>IDENTIFICACIÓN/MTRA</b>	: REPETICIÓN 1
<b>CANTIDAD RECIBIDA</b>	: 250 g de muestra proporcionada por el solicitante.
<b>MARCA(S)</b>	: S.M.
<b>FORMA DE PRESENTACIÓN</b>	: Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.
<b>SOLICITUD DE SERVICIOS</b>	: S/S N°EN- 003335 -2023
<b>REFERENCIA</b>	: ACEPTACION TELEFONICA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 30/10/2023
<b>ENSAYOS SOLICITADOS</b>	: FÍSICO / QUÍMICO
<b>PERIODO DE CUSTODIA</b>	: No aplica

**RESULTADOS:**

**ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:**  
**ALCANCE: N.A.**

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Aminoácidos	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,6
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,0
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
- Glutina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,9
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,8
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,0
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,9
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,1
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,9
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,3
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,5
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,7
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
2.- Proteína (g/100 g. de muestra original) (Factor: 6,25)	18,8
3.- Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,3


CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 004174 -2023

Pág. 1/2


Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Cel : 998376780 - 998373909 - 926664322  
 E-mail: [local Ventas servicios@lamolina.edu.pe](mailto:local Ventas servicios@lamolina.edu.pe) - Página Web: [www.lamolina.edu.pe/calidadtotal](http://www.lamolina.edu.pe/calidadtotal)  
 la molina calidad total

Figura 7. Resultados repetición 01 de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 12 meses de edad de rebrote





**LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
*Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos*



**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° 004175 -2023**

<b>SOLICITANTE</b>	: PALOMINO PALOMINO GAULLE CHARLES
<b>DIRECCIÓN LEGAL</b>	: SECTOR ILLANYA - ABANCAY
	RUC: 10468280171      Teléfono : 929281805
<b>PRODUCTO</b>	: HARINA DE PISONAY DE 13 MESES DE EDAD DE REBROTE
<b>NÚMERO DE MUESTRAS</b>	: Uno
<b>IDENTIFICACIÓN/METRA</b>	: REPETICIÓN 2
<b>CANTIDAD RECIBIDA</b>	: 306.8 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
<b>MARCA(S)</b>	: S.M.
<b>FORMA DE PRESENTACIÓN</b>	: Envasado, la muestra ingresa en bolsa sellada.
<b>SOLICITUD DE SERVICIOS</b>	: S/S N°EN- 003335 -2023
<b>REFERENCIA</b>	: ACEPTACION TELEFONICA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 30/10/2023
<b>ENSAYOS SOLICITADOS</b>	: FÍSICO / QUÍMICO
<b>PERÍODO DE CUSTODIA</b>	: No aplica

**RESULTADOS:**

**ENSAYOS FÍSICOS / QUÍMICOS:**  
**ALCANCE: N.A.**

ENSAYOS	RESULTADO
1 - Aminoácidos	
- Ácido Aspártico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,5
- Ácido Glutámico (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,3
- Serina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
- Glicina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,5
- Histidina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
- Treonina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
- Alanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,5
- Arginina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,7
- Prolina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,0
- Tirosina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,9
- Valina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,1
- Metionina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,8
- Isoleucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	2,8
- Leucina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,5
- Fenilalanina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	1,8
- Lisina (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,6
1 - Proteína (g/100 g. de muestra original) (Factor: 6,25)	14,2
7 - Triptófano (g de aminoácido / 100 g de muestra seca)	0,3

CONTINUA INFORME DE ENSAYOS N° 004175 -2023

Pág. 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú  
 Cel : 988376789 - 988373909 - 828624322  
 E-mail: imc@ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal  
 la molina calidad total

Figura 8. Resultados repetición 02 de harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de 12 meses de edad de rebrote





UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA  
BASTIDAS DE APURÍMAC

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



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

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD** **N° 07-2024**

La Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, a través de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia declara que, la Tesis intitulada **Concentración de aminoácidos en harina de pisonay (*Erythrina edulis*) de dos edades de rebrote**, presentado por el **Bach. Gaulle Charles PALOMINO PALOMINO**, para optar el Título de **Médico Veterinario y Zootecnista**; ha sido sometido a un mecanismo de evaluación y verificación de similitud, a través del Software TURNITIN, siendo el índice de similitud ACEPTABLE de **(18%)** por lo que, cumple con los criterios de originalidad establecidos por la Universidad.

*Abancay, 11 de abril del 2024*



\_\_\_\_\_  
**Dr. Virgilio Machaca Machaca**  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

C. c:  
Archivo  
REG. N° 07  
Archivo

