



Universidad Femenina del Sagrado Corazón

Facultad de Nutrición y Alimentación

Escuela Profesional de Nutrición y Dietética

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA
DE ARVEJA CHATA COCIDA, EN RATAS ALBINAS

Tesis de investigación presentada por:
LISSETH FIORELA FERNÁNDEZ MONTES

Para obtener el Título profesional de:
Licenciada en Nutrición y Dietética

Asesora
María Elena Arispe Chávez
Cód. orcid: 0000-0001-8159-6819

Lima – Perú

2021

Los miembros del jurado han aprobado el estilo y el contenido de la tesis sustentada por:

LISSETH FIORELA FERNÁNDEZ MONTES

Nombre(s) y Apellidos, Tesista

MG. MARÍA ELENA ARISPE CHÁVEZ

Nombre(s) y Apellidos, Miembro del Jurado - Asesora

DRA. MARINALVA SANTOS BANDY

Nombre(s) y Apellidos, Presidenta del Jurado

MG. ELIZABETH CÉSPEDES GARCÍA

Nombre(s) y Apellidos, Miembro del Jurado

MG. SLOVENIA ULLOA ACUÑA

Nombre(s) y Apellidos, Miembro del Jurado - Informante



Dra. Marinalva Santos Bandy
Decana de la Facultad de Nutrición y Alimentación



RECONOCIMIENTOS

A Dios, por haberme dado salud, perseverancia y disciplina para lograr mi tan ansiada meta, mi título profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional en este proceso del desarrollo y ejecución de mi investigación.

A mi estimada asesora, la Mg. Ing. María Elena Arispe Chávez, quien, con su acertada orientación, exigencia y asesoría en cada paso en la elaboración y desarrollo de mi investigación, se logró exitosamente la culminación de mi tesis.

A la Mg. Sc. Ing. Alejandrina Honorata Sotelo Méndez, por su gran predisposición en apoyarme desde un inicio con sus consejos, enseñanzas, orientaciones y facilidad de uso de las instalaciones de La Molina Calidad Total Laboratorios de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para la ejecución de mi trabajo de investigación.

Al Mg. Sc. Ing. Celso Gonzales Chavesta, por su asesoría en la parte estadística de mi investigación.

Mi especial agradecimiento a la Dra. Mg. ND. Marinalva Santos Bandy, Decana de la Facultad de Nutrición y Alimentación por su gran motivación al desarrollo de mi investigación y por su acertada contribución en la revisión.

A mi alma mater, la Universidad Femenina del Sagrado Corazón y en especial a la Escuela Profesional de Nutrición y Dietética, por mi formación académica porque me brindaron todos los recursos y herramientas que fueron necesarias para llevar a cabo el proceso de investigación.

DEDICATORIA

A Gladys y Aurelio mis padres, porque son mi admiración y ejemplo a seguir como profesionales, por sus valores, perseverancia, constancia, dedicación, disciplina y amor por lo que uno hace, que los caracteriza.

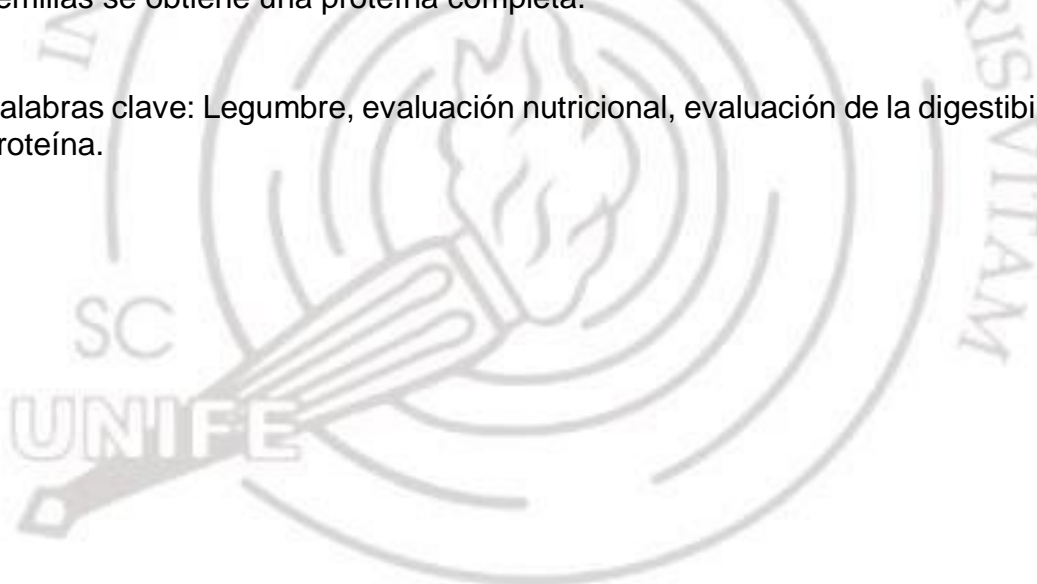
Les dedico mi trabajo de investigación, por ser mi razón y motivo en cada meta trazada, por el gran apoyo absoluto y motivación constante que me brindan desde siempre; gracias a ellos, a mi dedicación y esfuerzo he logrado culminar esta etapa importante de mi carrera profesional de Nutrición y Dietética.



RESUMEN

En el mundo existen diversas especies de legumbres locales que no son exportadas ni se cultivan por desconocimiento, pese a que son de buen aporte de proteínas, carbohidratos, fibra y bajo contenido de grasa, que podrían contribuir en la seguridad alimentaria, biodiversidad de legumbres, reducción de la pobreza y hambre en nuestro país. El objetivo de la presente investigación fue determinar la composición nutricional y digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en ratas albinas de cepa Holtzman, Lima; es de nivel descriptivo, tipo aplicada y diseño experimental. Se realizó análisis fisicoquímicos a la harina de arveja chata cocida y se determinó de la digestibilidad en 30 ratas de 21 a 30 días de edad. Los resultados obtenidos en los análisis fueron, humedad de 9,28 %; proteína de 23,48 %; grasa de 1,82 %; fibra de 5,64 %; ceniza de 2,74 %; carbohidratos de 57,04 % y 338,46 kcal; digestibilidad aparente de 75,09 %, valor biológico de 69,03 %, razón proteica neta de 2,25 y relación de eficiencia proteica de 1,57. En el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v. 25 y la prueba t Student para muestras independientes. Se concluyó que, la arveja chata cocida, es una buena alternativa alimenticia de origen vegetal y al consumirse con cereales y/o semillas se obtiene una proteína completa.

Palabras clave: Legumbre, evaluación nutricional, evaluación de la digestibilidad, proteína.



ABSTRACT

In the world there are several species of local legumes that are not exported or cultivated due to lack of knowledge, despite the fact that they are a good source of protein, carbohydrates, fiber and low fat content, which could contribute to food security, biodiversity of legumes, reduction of poverty and hunger in our country. The objective of this research was to determine the nutritional composition and digestibility of cooked sugar snap pea (*Lathyrus sativus L.*) flour in albino rats of Holtzman strain, Lima; it is a descriptive level, applied type and experimental design. Physicochemical analyses were performed on cooked sugar snap pea flour and digestibility was determined in 30 rats from 21 to 30 days of age. The results obtained in the analysis were: moisture 9,28 %; protein 23,48 %; fat 1,82 %; fiber 5,64 %; ash 2,74 %; carbohydrates 57,04 % and 338,46 kcal; apparent digestibility 75,09 %, biological value 69,03 %, net protein ratio 2,25 and protein efficiency ratio 1,57. In the statistical analysis, the SPSS v. 25 program and the Student t-test for independent samples were used. It was concluded that cooked sugar snap peas are a good food alternative of vegetable origin and when consumed with cereals and/or seeds, a complete protein is obtained.

Key words: Legume, nutritional evaluation, digestibility evaluation, protein.



ÍNDICE

	Página
RECONOCIMIENTOS.....	4
DEDICATORIA.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE TABLAS.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.1.1 Formulación del problema.....	17
1.2 Justificación de la investigación.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes de la investigación.....	19
2.2 Bases teóricas.....	26
2.2.1 La arveja chata.....	26
2.2.1.1 Generalidades.....	26
2.2.1.2 Propiedades nutricionales.....	32
2.2.1.3 Usos y aplicaciones.....	39
2.2.2 Evaluación nutricional de los alimentos.....	40
2.2.2.1 Humedad.....	41
2.2.2.2 Proteína.....	41
2.2.2.3 Lípidos.....	44
2.2.2.4 Fibra.....	46
2.2.2.5 Ceniza.....	46

2.2.2.6	Carbohidratos.....	47
2.2.3	Evaluación de la digestibilidad.....	48
2.2.3.1	Digestibilidad aparente.....	51
2.2.3.2	Valor biológico.....	51
2.2.3.3	Razón proteica neta.....	52
2.2.3.4	Relación de eficiencia proteica.....	52
2.3	Definiciones de términos.....	52
2.4	Formulación de hipótesis.....	54
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....		55
3.1	Nivel, tipo y diseño de la investigación.....	55
3.2	Población y muestra.....	55
3.3	Operacionalización de las variables de estudio.....	56
3.3.1	Variable independiente.....	56
3.3.1.1	Evaluación nutricional.....	56
3.3.2	Variable dependiente.....	57
3.3.2.1	Evaluación de la digestibilidad.....	57
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	58
3.4.1	Preparación del alimento.....	58
3.4.2	Evaluación nutricional.....	60
3.4.2.1	Determinación de la humedad.....	60
3.4.2.2	Determinación de la proteína.....	60
3.4.2.3	Determinación de la grasa.....	62
3.4.2.4	Determinación de la fibra.....	63
3.4.2.5	Determinación de la ceniza.....	65
3.4.2.6	Determinación de carbohidratos.....	65
3.4.3	Formulación de la dieta.....	66
3.4.4	Aspectos éticos.....	68
3.4.5	Evaluación de la digestibilidad.....	69
3.4.5.1	Determinación de la digestibilidad aparente.....	70
3.4.5.2	Determinación del valor biológico.....	71
3.4.5.3	Determinación de la razón proteica neta.....	71
3.4.5.4	Determinación de la relación de eficiencia proteica.....	72

3.5	Técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de datos.....	72
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	74
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	87
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
6.1	Conclusiones.....	90
6.2	Recomendaciones.....	91
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
	APÉNDICES.....	116
	APÉNDICE A: Matriz de consistencia.....	116
	APÉNDICE B: Ficha de registro de datos: Evaluación de la digestibilidad.....	117
	APÉNDICE C: Ficha de registro de datos: Valor biológico y digestibilidad aparente.....	127
	APÉNDICE D: Ficha de registro de datos: Razón proteica neta.....	128
	APÉNDICE E: Ficha de registro de datos: Relación de eficiencia proteica.....	129



LISTA DE TABLAS

Tablas		Página
1. Nombres comunes de la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....		27
2. Denominaciones de la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) según idiomas.....		28
3. Contenido de aminoácidos de la arveja chata.....		33
4. Valores mínimos, máximos y medios de ácidos grasos de los genotipos de la arveja chata (mg /100 g semillas).....		34
5. Contenido nutricional de la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....		35
6. Minerales presentes en la legumbre arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....		36
7. Efecto del tratamiento sobre el contenido de β -ODAP.....		38
8. Aminoácidos esenciales y no esenciales.....		43
9. Requerimientos estimados de aminoácidos		49
10. Ingestas recomendadas de proteínas		49
11. Complementariedad de las menestras.....		50
12. Operacionalización de la variable evaluación nutricional de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida		57
13. Operacionalización de la variable evaluación de la digestibilidad de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida en ratas.....		57
14. Formulación de la dieta en base a la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....		67
15. Contenido en gramos de la ración por día y para los 28 días que recibió el grupo experimental.....		68
16. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....		73
17. Composición nutricional de la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida en 100 g.....		74
18. Ganancia de peso y contenido de nitrógeno ingerido en los grupos de investigación.....		75
19. Cantidad de nitrógeno excretado en heces de los grupos de investigación.....		76

20.	Cantidad de nitrógeno urinario de los grupos de investigación.....	77
21.	Digestibilidad aparente y valor biológico de los grupos de investigación.....	78
22.	Comparación de medias de la digestibilidad aparente del grupo experimental y control.....	79
23.	Comparación de medias del valor biológico del grupo experimental y control.....	80
24.	Variación de peso y contenido de proteína de la dieta del grupo experimental, control y aprotéico.....	81
25.	Razón proteica neta de los grupos de investigación.....	82
26.	Comparación de medias de la razón proteica neta del grupo experimental y control.....	83
27.	Ganancia de peso de las ratas de los grupos de investigación durante los 28 días del bioterio.....	84
28.	Relación de eficiencia proteica de los grupos de investigación.....	85
29.	Comparación de medias de la relación de eficiencia proteica del grupo experimental y control.....	86



LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Hojas de la leguminosa <i>Lathyrus sativus</i> L.	29
2. Planta de la leguminosa <i>Lathyrus sativus</i> L.	30
3. Vaina de la <i>Lathyrus sativus</i> L.	31
4. Fruto de la arveja chata fresca (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....	31
5. Grano seco de la arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.).....	32
6. Estructura general de un aminoácido.....	42
7. Estructuras de las proteínas.....	44
8. Legumbre arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cruda.....	58
9. Legumbre arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) remojada.....	58
10. Legumbre arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida.....	59
11. Harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida.....	59
12. Recolección de datos del peso de las ratas albinas de la cepa Holtzman y su control diario de la ración consumida durante 28 días.....	69
13. Registro diario de heces de las ratas albinas de la cepa Holtzman durante los 6 días.....	70
14. Registro diario de la orina de las ratas albinas de la cepa Holtzman durante los 6 días.....	70
15. Registro semanal del consumo de la dieta y del peso de las ratas albinas Holtzman durante los 14 días de evaluación.....	71
16. Diagrama de caja de la digestibilidad aparente de los grupos de investigación.....	79
17. Diagrama de caja del valor biológico de los grupos de investigación.....	80
18. Diagrama de caja de la razón proteica neta de los grupos de investigación.....	83
19. Diagrama de caja de la relación de eficiencia proteica de los grupos de investigación.....	86

INTRODUCCIÓN

Las legumbres se han considerado como base de la alimentación desde tiempos remotos, demostrando su importancia nutricional, con buen aporte de proteínas, aminoácidos esenciales, carbohidratos y fibra, bajo contenido de grasas; en una dieta, son de complemento perfecto a los cereales.

La arveja chata (*Lathyrus sativus* L.), legumbre cultivada en Latinoamérica, poco conocida en nuestro país, es de fácil aclimatación a diversas zonas de cultivo, por lo que, se considera conveniente promover su consumo ayudando a la biodiversidad de legumbres, reducción de la pobreza y hambre en nuestro país. Aporta un alto contenido de proteínas de origen vegetal hasta 34,00 %, valor superior al de la arveja común que contiene aproximadamente 23,00 %; contiene aminoácidos esenciales, como lisina de 18,40 – 20,40 mg/kg, treonina de 10,20 – 11,50 mg/kg, entre otros, que le podría permitir considerarla una excelente alternativa alimentaria (1,2).

La presente investigación tuvo el objetivo de determinar la composición nutricional y la digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida en ratas albinas al destete de la cepa Holtzman. Se realizó análisis fisicoquímicos del alimento de estudio y se evaluó la digestibilidad en las ratas durante seis semanas.

El desarrollo de la investigación está compuesta por el Capítulo I, que trata del problema de investigación que incluye la formulación del problema, justificación y objetivos; Capítulo II, se trabaja el marco teórico, las bases teóricas, definiciones de términos y formulación de la hipótesis; Capítulo III, se refiere al diseño metodológico que contiene el nivel, tipo y diseño, población y muestra, operacionalización de las variables, técnicas e instrumentos de

recolección de información y técnicas estadísticas; Capítulo IV, se reporta los resultados obtenidos del alimento y grupos de estudio; Capítulo V se presenta las discusiones de acuerdo con los resultados reportados e investigaciones similares a nivel nacional e internacional; finalmente, en el Capítulo VI, se expone las conclusiones y recomendaciones de la investigación.



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En algunos países en vías de desarrollo, han considerado a las legumbres, como una fuente importante de proteína vegetal, ya que el acceso a alimentos de origen animal es limitado por factores económicos y costumbres populares (3).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (4) recomienda un consumo de legumbres de 9 kg/persona/año; sin embargo, la producción de alimentos no va acorde con el alto crecimiento poblacional y los cambios en los hábitos alimentarios (3). A nivel mundial el consumo per cápita, es alrededor de 7 kg/persona/año (5), en el Perú, es 7,5 kg/persona/año (4).

“Las legumbres cultivadas, según menciona Portugal, como el pallar y los frijoles, son nativos del Perú y otros países de América; la lenteja, arveja, haba, garbanzo, entre otros, fueron adaptados a nuestro medio y ahora son parte de los cultivos tradicionales en diversas regiones del país. Asimismo, menciona que, en el Perú, se cultivan 12 especies de legumbres de grano y más de 80 clases comerciales en un área de 200,000 hectáreas, distribuidas en costa, sierra y selva, es decir, en los 24 departamentos del país, desde el nivel del mar, hasta más de 3,200 m.s.n.m. Por otro lado, el Ministerio de Agricultura, menciona a la arveja chata, como chilena en la Ficha de nombres técnicos y comunes” (6).

El 2016, en el Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición (3), asistieron 32 países, se enfatizó las potencialidades de las legumbres y se analizó sus beneficios para el aprovechamiento en la salud humana. Se consideró importante estimular su consumo y producción, con la finalidad de promover la disponibilidad y acceso del alimento para todas las personas. Este mismo año se celebró el Año Internacional de las Legumbres, con la finalidad de concientizar sobre sus beneficios, consumo, fomento al aumento de la

producción, para realzar las necesidades de inversión en extensión y desarrollo en investigación.

Se han realizado estudios de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) en diferentes lugares, demostrando sus cualidades nutricionales y antinutricionales en la alimentación humana y animal (7,8,9), sin embargo, dicha información corresponde a los suelos y formas de cultivo de cada zona, como en países europeos, africanos y otros. En el Perú, se ha comenzado a promocionar su cultivo y consumo; sin embargo, la información nutricional es limitada, razón por la cual se consideró importante investigar sobre la composición nutricional y digestibilidad de esta legumbre en nuestro país.

1.1.1 Formulación del problema

¿Cuál es la evaluación nutricional y digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman - Lima?

1.2 Justificación de la investigación

La evolución del conocimiento científico hace que cada día se conozca más sobre las propiedades nutricionales de legumbres marginadas a nivel mundial. En la actualidad, hay interés de estudiar este alimento ya que, se considera una fuente prometedora por su aporte de proteínas de origen vegetal para la población, en especial para los pobladores de zonas marginales, por su adaptabilidad a condiciones áridas y de sequías.

Se han realizado algunos estudios con el fin de potenciar su producción y tener una alternativa alimentaria. A partir, del Ministerio de Agricultura se

promociona en proyectos puntuales y su consumo en nuestro país, en las zonas de Junín, Trujillo, Huancayo y en Lima.

Es de importancia tener la información de la composición nutricional y digestibilidad de la harina arveja chata cocida, para que sea incluida en la alimentación cotidiana y sea considerada una alternativa de consumo de legumbres.

El presente estudio, corresponde a la línea de investigación de la composición nutricional de los alimentos en la Facultad de Nutrición y Alimentación.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la composición nutricional y la digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman, Lima.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar la composición nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida.
2. Determinar la digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

En el 2020, Buta M. et al. (2), trabajaron con la *Lathyrus sativus L.*, que en Etiopía se denomina “grass pea”, con el objetivo de ver los efectos de la fermentación y el procesamiento doméstico de cocido y tostado, sobre el contenido del “ácido β -N-oxalil-L- α,β -diaminopropiónico” (β -ODAP) y de la proteína que contiene esta legumbre. Encontraron que, estos tratamientos reducen de forma significativa el contenido de esta toxina y aumenta la bioaccesibilidad de algunos minerales. Asimismo, el contenido de proteínas fue de $26,02 \pm 0,04$ % en base húmeda.

En el 2018, Espinoza G. (10), analizó los granos y la harina de la legumbre “Pajuro” de Oxapampa. El objetivo fue, preparar una bebida proteica con sabor a chocolate. El análisis proximal reportó, una humedad de 87,20 y 2,57 %; grasa de 1,64 y 0,89 %; ceniza de 11,59 y 5,84 %; fibra de 1,42 y 6,25 %; carbohidratos de 50,08 y 69,89 % y proteína de 35,27 y 17,13 %; para el grano y harina respectivamente. La bebida elaborada a partir de la harina de los granos de pajuro (sancochado), tuvo una aceptación adecuada por el panel de degustación, lo que lleva a que se fomente su consumo y ayude a la reducción de los niveles de desnutrición de la población.

En Portugal (11), la legumbre *Lathyrus sativus L.* denominada “chícharo”, se analizó en forma de harina cocida, cruda y germinada con objetivo de desarrollar panes que incluyan estas harinas y analizar organolépticamente la textura y sabor de los mismos. El análisis proximal de estas harinas, reportó una humedad de 6,20; 7,50 y 6,40 %; ceniza de 2,43; 3,19 y 3,06 % y proteína de

23,30; 23,30 y 27,10 %, respectivamente. El pan que se elaboró fue de alta calidad proteica y la combinación de harinas que dio mejor resultado fue la de trigo con chícharo germinado.

En Ecuador, se realizó el análisis a granos secos y maduros de maní, arveja, haba, lenteja, soya y garbanzo provenientes de diferentes mercados de Quito; reportó una humedad de 6,88; 13,04; 11,77; 12,22; 9,74 y 10,69 %, grasa de 50,46; 1,18; 1,62; 0,73; 23,31 y 6,34 %; proteína de 30,78; 22,64; 27,17; 25,16; 39,26 y 21,34 %; fibra de 4,13; 6,32; 10,01; 5,17; 7,00 y 4,20 %; ceniza de 2,69; 2,81; 3,43; 2,83; 5,36 y 3,21 %, respectivamente. Concluyó que, estas legumbres contienen alto contenido proteico y la humedad que presentó, es una limitante para la venta por la contaminación microbiana que se puede generar (12).

La *Lathyrus sativus* L., comúnmente conocida como guisante en las zonas marginales del Mediterráneo, son cultivadas en el Valle Agrícola de Caserta (Italia), fue analizado en sus valores nutricionales y el perfil metabólico. Los resultados muestran que estas semillas contienen altos niveles de proteínas ($25,60 \pm 0,20$ g/100 g) y aminoácidos esenciales (7,92 g/100 g). Diferentes ácidos grasos insaturados contribuyen a la cantidad total de lípidos ($1,67 \pm 0,18$ g/100 g); entre ellos, los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) linolénico, linoleico y los ácidos linolénicos son los más abundantes. Además, humedad de 9,10 %; ceniza de $3,00 \pm 0,10$ % y carbohidratos de $72,91 \pm 2,95$ g/100 g (13).

También, están presentes ácido ascórbico ($13,50 \pm 0,30$ mg/100 g) y glutatión ($15,90 \pm 0,10$ mg/100 g) y el contenido de ácido fólico ($206,70 \pm 8,30$ g/100 g) representa el 50,00 % de la vitamina de la cantidad diaria recomendada

(RDA), contenido fenólico total ($174,90 \pm 8,39$ mg/100 g), valor de la β -ODAP fue de $16,20 \pm 0,50$ g/kg, comúnmente presente en las semillas de todos los genotipos de guisantes examinados y responsable de la enfermedad paralizante del latirismo, es bastante alta (13).

En las regiones semiáridas de Turquía, la legumbre *Lathyrus sativus* L. denominada “grasspea”, se investigó el rendimiento y compuestos bioquímicos; se evaluaron dos especies con cinco muestras al azar de cada uno de los guisantes (452, 439, 455, 463 y 38). Reportaron, la cantidad de proteína cruda de 22,89; 25,96; 26,21; 24,70; 28,64 y 27,34; 25,07; 26,13; 23,68; 26,23 %; fibra detergente ácido de 4,00; 5,65; 3,03; 3,87; 4,87 y 9,72; 9,05; 9,55; 6,62; 7,94 % y grasa bruta de 4,79; 5,30; 3,72; 4,68; 3,81 y 4,40; 3,90; 3,43; 5,45; 2,63 %, respectivamente. Realizaron el análisis de aminoácidos, encontrando que la metionina es limitante, sin embargo, el ácido aspártico y glutámico tuvieron los valores altos en comparación con los otros aminoácidos (14).

En Polonia, la legumbre *Lathyrus sativus* L. denominada “grasspea”, evaluaron el valor nutricional de la variedad Krab y 3 tipos de mutantes, reportaron en promedio una cantidad de proteína cruda de 268,75 g/kg; ceniza bruta de 31,43 g/kg; grasa bruta de 6,60 g/kg; fibra bruta 65,15 g/kg; extracto libre de nitrógeno de 628,00 g/kg. Las semillas tienen bajo contenido de aminoácidos que contienen azufre, especialmente en metionina. La digestibilidad promedio de la proteína cruda fue 69,95 %. Concluyeron que, las aves alimentadas con esta dieta tenían el páncreas e hígados agrandados, además, deformaciones óseas y articulares indicativas de neurolatirismo en cuatro aves (15).

En Etiopía, analizaron los factores nutricionales y antinutricionales de 25 variedades de germoplasma de la legumbre *Lathyrus sativus* L. denominada “grass pea”, obtenidas de la Estación de Investigación Agrícola Adet de Gojam. El análisis químico proximal reportó el contenido de proteína total de 22,60 - 28,10 %; proteína verdadera de 20,00 - 25,50 %; grasa de 1,00 - 1,60 %; ceniza de 1,00 - 2,10 %; fibra bruta de 7,20 - 8,30 %; carbohidratos totales de 51,80 - 58,50 %. El contenido de β -ODAP fue de 172,00 - 353,00 mg/100 g de las variedades observadas (16).

En Canadá, evaluaron el valor nutricional de *Lathyrus* (*Lathyrus sativus*) con bajo contenido latirogénico y los beneficios del descascarado de la semilla para la alimentación de pollos Leghron blancos en crecimiento. Utilizaron 4 muestras cultivadas en Morden, con bajo-87 (LS8246) en 1987, bajo-88 (LS8246), medio (Nc8a-67) y alto contenido β -ODAP (Nc8a-13w) en 1988. Obtuvieron proteína de 261,00; 284,00; 256,00 y 279,00 g/kg; ceniza de 36,00; 34,00 46,00; y 29,00 g/kg; grasa de 5,80; 5,80; 8,00 y 5,80 g/kg; fibra de 43,00; 60,00; 73,00; 56,00 g/kg, respectivamente. Concluyen que, el descascarado no fue beneficioso, no obstante, las semillas bajas y medias probadas mostraron potencial para su uso en dietas para pollitos de hasta al menos 400,00 g de lathyrus/kg de dieta (17).

Low R. et al. (18), analizaron la composición de *Lathyrus sativus* y su uso como alimento en pollos Leghorn blancos, así como influencia de la suplementación con ciertos aminoácidos para mejorar el valor nutricional que contienen dietas para animales en crecimiento. Obtuvieron una proteína cruda de 245,00; 273,00 y 5,90 g/kg; grasa de 7,00; 8,00 y 4,00 g/kg; fibra cruda de

54,00; 11,00 y 436,00 g/kg y ceniza de 26,00; 26,00 y 28,00 g/kg, respectivamente de la semilla entera, fracción cotiledón y testa. Concluyeron que, la suplementación de las dietas basadas en *Lathyrus* con metionina y triptófano puede mejorar el rendimiento, pero no es suficiente para superar los efectos de los factores antinutritivos en la leguminosa.

En el Perú, Delgado V. (19), determinó la calidad proteica de semillas cocidas y extruidas del Pajuro (*Erythrina edulis triana*), proveniente de la provincia Cajamarca. El análisis fisicoquímico de este alimento en crudo, cocido y extruido, reportó una proteína de 21,10; 20,58 y 20,78 %; extracto etéreo de 0,54; 0,47 y 0,44 %; fibra bruta de 2,86; 2,83 y 2,51 %; ceniza de 4,91; 4,51 y 4,92 % y extracto libre de nitrógeno de 70,59; 71,61 y 71,34 %, respectivamente. Asimismo, se obtuvo un valor biológico aparente de 65,52 y 60,46 %; digestibilidad aparente de 67,40 y 65,15 % y digestibilidad verdadera de 76,74 y 71,20 %, para el Pajuro cocido y extruido. Concluyó que, las semillas cocidas tienen una calidad proteica superior a las extruidas.

En Perú, López J. y Paredes K. (20), evaluaron el efecto de sustituir parcialmente la harina de trigo (*Triticum vulgare*) por la de arveja (*Pisum sativum*) y de ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) desgrasada en la producción de cupcakes. El análisis reportó una humedad de $12,72 \pm 0,20$; $8,39 \pm 0,33$ y $5,52 \pm 0,14$ %; grasa de $1,67 \pm 0,10$; $3,25 \pm 0,18$ y $26,94 \pm 0,37$ %; ceniza de $0,66 \pm 0,02$; $2,46 \pm 0,28$ y $6,73 \pm 0,06$ %; proteínas de $12,33 \pm 0,03$; $21,24 \pm 1,38$ y $27,62 \pm 1,68$ %; carbohidratos de 72,63; 64,66 y 33,20 %; fibra dietaria de 0,67; 3,59 y 21,98 %, respectivamente. Elaboraron 11 formulaciones con diferentes concentraciones

de las muestras; la que contenía arveja al 6,00 %, tuvo mayor aceptabilidad, con una digestibilidad aparente de 89,17 % y valor biológico de 62,31 %.

El 2017 en Guatemala, Cuj M. et al. (21), evaluaron la digestibilidad y calidad proteica de ocho dietas elaboradas principalmente de maní y ajonjolí, en ratas Wistar por cuatro semanas. Las dietas fueron clasificadas en dieta "A" (leche descremada), dieta "B" (Sémola de maíz, libre de nitrógeno), dieta "C" (maní 100,00 %), dieta "D" (75,00 % de maní y 25,00 % de leche), dieta "E" (50,00 % de maní y 50,00 % de leche), dieta "F" (25,00 % de maní y 75,00 % de leche), dieta "G" (100,00 % de ajonjolí), dieta "H" (75,00 % de ajonjolí y 25,00 % de leche), dieta "I" (50,00 % de ajonjolí y 50,00 % de leche) y dieta "J" (25,00 % de ajonjolí y 75,00 % de leche), obtuvieron el aporte de proteínas de un 12,23; 0,00; 34,81; 34,31; 32,94; 31,25; 26,38; 27,38; 27,75 y 29,44 %, respectivamente.

En las mismas muestras analizaron la calidad proteica y digestibilidad, obteniendo una relación de eficiencia proteica (PER) de 2,73; 1,55; 1,67; 1,45; 1,33; 1,74; 2,18; 1,96 y 1,55; razón neta proteica (NPR) de 4,66; 4,54; 5,63; 5,08; 4,98; 3,58; 6,81; 6,67 y 5,54; digestibilidad de 83,00; 96,00; 98,00; 96,00; 98,00; 100,00; 96,00; 98,00 y 99,00 %, respectivamente sin considerar la dieta B. Concluyeron que, la digestibilidad en las formulaciones de dietas con leguminosas y leche fueron altas (96,00 –100,00 %) (21).

El 2017 en Perú, Mamani Y. y Quispe M. (22), reportaron que, el valor de la lisina fue de 88,42; 118,73 y 137,45 %, metionina de 87,17; 110,25 y 131,34 %, treonina de 100,93; 104,22 y 146,69 % y triptófano de 81,75; 73,91 y 106,02 %, en las muestras de harinas de kiwicha germinada, garbanzo y la mezcla de

ambas (2:1). Concluyeron que, no hay un aminoácido limitante debido que los resultados de treonina, lisina, triptófano y metionina fueron mayores del 100,00 %, lo que permitió una mejor utilización aminoacídico y síntesis proteica.

Los autores antes mencionados (22), realizaron las pruebas biológicas de la mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo (2:1) (grupo experimental) y caseína (grupo control), y reportaron un PER de 2,22 y 2,17; NPR de 1,84 y 1,73; utilización neta de las proteínas (NPU) de 90,90 y 80,10, y digestibilidad verdadera de 96,20 y 96,60 %, respectivamente. Concluyeron que, el NPR y NPU tuvieron diferencias estadísticamente significativas, mientras que, el PER y la digestibilidad no, entre el grupo experimental y control.

En Colombia, Ruiz M. (23), evaluó el efecto de dos tratamientos térmicos (tostado y cocido) en la *Mucuna sp* y *Cajanus sp*, sobre la calidad biológica de la proteína. Utilizó 135 pollos de la línea de Ross con 8 días de edad. Obtuvo el contenido de proteína cruda para el grano de guandul y mucuna tostado (17,50 y 25,60 %), cocido (17,50 y 25,60 %) y crudo (18,75 y 24,37 %), respectivamente. La digestibilidad aparente del nitrógeno fue de 59,55 %, digestibilidad corregida del nitrógeno fue de 72,10 %. NPR de -5,86 y PER de -1,92 en promedio respectivamente para MT, MCO, MC, TS, CA. Concluyó que, el procesamiento térmico de cocción con calor húmedo, fue suficiente para la mejora del valor nutricional del guandul (*Cajanus sp*) y no de la *Mucuna sp*.

En Perú, Toledo D. (24), evaluó la calidad proteica de la formulación de la mezcla de tres harinas (soya, avena y trigo) en la proporción (1:1:2), y su efecto en ratas albinas sobre la recuperación de la desnutrición. Reportó como aminoácidos limitantes, 76,54 % de lisina y 98,13 % de treonina; realizó pruebas

biológicas obtuvo un PER de 2,00 y 1,48; NPR de 2,14 y 1,45; NPU de 81,70 y 81,45; digestibilidad verdadera de 90,50 y 93,00 %, respectivamente para el grupo control y experimental; concluyó que, no existen diferencias significativas entre ambos grupos.

En Pakistán, Rehman S. et al. (25), evaluaron la influencia de la sustitución parcial de 3 variedades de harina de trigo (Inqlab-91, Parwaz-94 y Anmol) por harina de arveja (*Lathyrus sativus L*) en donas. El análisis proximal de las 4 muestras, mostró una humedad de 13,00; 12,95; 13,45 y 10,82 g/100 g; proteína cruda de 12,50; 11,48; 10,85 y 26,18 g/100 g; grasa cruda de 1,35; 1,30; 0,90 y 1,22 g/100 g; fibra cruda de 0,72; 0,65; 0,40 y 2,08 g/100 g; ceniza de 0,80; 0,78; 0,40 y 1,92 g/100 g y extracto libre de nitrógeno de 71,63; 71,83; 74,00 y 68,60 g/100 g. La digestibilidad del producto fue de 71,80 - 76,30 g/100 g; las suplementadas con harina de arveja hasta el nivel de 15,00 g/100 g fueron sensorialmente aceptables.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 La arveja chata

2.2.1.1 Generalidades

La arveja chata se clasifica taxonómicamente en el reino Plantae, subreino Tracheobionta, división Magnoliopsida, clase Dicotiledóneas, orden Fabales, familia Fabaceae, subfamilia Faboideae, tribu Vicieae, género Lathyrus, especie Sativus. Las especies que se conocen son alrededor de 187 (26,27).

Los nombres comunes de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) por país, se presentan en la Tabla 1, según Campbell C. (26), Estrella M. (28), Ministerio de Agricultura y Riego (29,30), Nadal S. et al. (31), Hanson J. y Street K. (32).

Tabla 1. *Nombres comunes de la arveja chata (Lathyrus sativus L.)*

Países	Nombres Comunes
Alemania	Saat-platterbse
Bangladesh	Khesari
Birmania	Mutter pea, pé-sa-li, pé-kyin-baung
China	San lee dow
Chipre	Dog-toothed pea, pharetta, fovetta
Etiopía	Sabberi, guaya
Francia	Gesse blanche, lentille d'Espagne, gesse chichi, pois carré, gessette gesse commune
India	Karas, kesare, khesari, karil, kasarkhesari dhal, lang, khesra, latri, chural, lakhodi, lakhori, Chattra Maturesantal, tiuri, teora, guisante chickling, batura, arveja chickling.
Italia	Pisello bretonne, pisello cicerchia, cicerchia coltivata
Nepal	Kheshari
Pakistán	Mattra, matri
Perú	Chícharo, arveja chilena, chícharo de muela.
Portugal	Chícharo
Sudán	Gilban(eh)
Venezuela	Frijol gallinazo, garbanzo
España	Almorta
Chile	Chícharo

Fuente: Campbell C., Estrella M., Ministerio de Agricultura y Riego, Nadal S. et al., Hanson J y Street K.

En la Tabla 2, se presenta las denominaciones de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) en diversos idiomas, según Campbell C. (26), Estrella M. (28), Ministerio de Agricultura y Riego (29,30), Nadal S. et al. (31), Hanson J. y Street K. (32).

Tabla 2. Denominaciones de la arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) según idiomas

Idiomas	Denominaciones
Castellano	Muelas, Guijas, Guijos, Pedruelo, Cayretas, Titos, Diente de muerto, Pinsol, Chícharos, Habichuelas, Arveja muela, Arveja chilena, Guijilla, Altramuz, Arveja, Arvejón, Cantuda, Cantudo, Cura, Fresolillo, Guisantera, Jeja, Pedrel, Pedrón, Pedronera, Pericuelo.
Inglés	Chiickling vetch, grass peavine, Indian vetch, Grass pea.
Italiano	Cicerchia bianca, Cicercola, Cece nero, Ingrassamanzo, Cesarella lario, Dente di vecchia, Pisello quadrató.
Holandés	Peul erwl, Wikken lathyrus, Platte erwten.
Catalán	Guixa, Guixera, Caireta.
Euskera	Aizkol
Gallego	Pedrelo, Cantuda

Fuente: Campbell C., Estrella M., Ministerio de Agricultura y Riego, Nadal S. et al., Hanson J y Street K.

La arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) es una legumbre que se adapta perfectamente a sistemas de cultivos extensivos en zonas semináridas (31,33) de climas cálidos y secos que oscilan entre 24 – 30°C (34), además, es capaz de desarrollarse en zonas donde la falta de agua o fertilidad de los suelos impedirían la producción de otros cultivos (31,33). La época de siembra es a finales del período de lluvias para evitar el estrés por sequía y asegurar que la semilla madure durante el período seco (32).

Es una herbácea anual, con tendencia a un crecimiento semi-postrado y postrado, que tiene buen desarrollo en su sistema de raíz pivotante (35). La raíz es la parte principal que tiene un sistema bien desarrollado, se encuentra cubierta por nódulos ramificados, que son agrupados de manera general en

grupos densos, lo que le permite ser capaz de explorar perfiles profundos para tolerar sequías (7,26,28,36).



Figura 1. Hojas de la leguminosa *Lathyrus sativus* L.

Fuente: Tardío J., 2018



Figura 2. Planta de la leguminosa *Lathyrus sativus* L.

Fuente: Lewis L., 2019

Sus tallos son delgados como se muestra en la Figura 1 y 2, con un largo de 25,00 – 60,00 cm, cuadrangulares con márgenes alados al igual que los pecíolos de sus hojas. Las hojas como se puede observar en la Figura 1, son pinnadas con uno o dos pares de folios lanceolados lineales. Sus flores son axilares, aproximadamente de 1,50 cm de largo, son solitarias y se pueden encontrar desde un color azul brillante, blanco, rosa, rojo hasta un púrpura rojizo (26,28).

Sus vainas, como se presenta en la Figura 3, tienen forma oblonga y plana, cada vaina puede tener de 1 a 5 semillas. El fruto varía entre 0,60 – 1,50 cm de ancho con ligeras curvas y con un largo de 2,50 – 4,50 cm. Las semillas son lisas como se observa en la Figura 4, heterogéneas según su ubicación, tienen un diámetro de 4,00 – 7,00 mm, en ángulo y con forma de cuña, existen variaciones en la forma y color de las semillas (26,28). En la Figura 5, se muestra las semillas en grano seco de la *Lathyrus sativus* L.



Figura 3. Vaina de la *Lathyrus sativus* L.
Fuente: Rovira, I., 2014



Figura 4. Fruto de la arveja chata fresca (*Lathyrus sativus* L.)
Fuente: Nadal S. et al., 2020



Figura 5. Grano seco de la arveja chata (*Lathyrus sativus* L.)

Fuente: Chateaneuf R., 2018

La arveja chata (*Lathyrus sativus* L.), es una legumbre proveniente del área del Mediterráneo, se cultiva en diversos países del mundo (40) como Portugal, Rodas, España, Siria, Creta, Egipto, Chipre, Afganistán, Líbano, Irak, Palestina, Irán, Cáucaso, Micronesia, Centro y Norte de India, Asia Central, Australia, países del norte de África y en África tropical; considerado un alimento y cultivo importante. Su distribución geográfica, se basa de acuerdo a los colores de las flores, por ejemplo, los mixtos o flor blanca se sitúan en Europa e Islas Canarias, mientras que las flores azules se encuentran en Etiopía y el suroeste de Asia (35,36).

2.2.1.2 Propiedades nutricionales

Análisis químicos proximales, realizados en Chile, Etiopía, Italia, Australia (7,14,16,26,41) de la arveja chata reportan que, el contenido de proteínas es alrededor de 22,60 – 30,70 % los datos coinciden con información de Canadá y Australia; sin embargo, Tay J. et al. (7) y Buta M. et al. (2) han reportado valores mayores de 32,00 – 34,00 % aproximadamente en base materia seca. Tay J. et

al. (7), determinó que la proteína está compuesta por 14,00 % de albúminas, 66,00 % de globulinas, 15,00 % de gluteninas y 5,00 % de prolaminas.

Diversos autores (1,13,14,15), mencionan que la arveja chata contiene aminoácidos como se presenta en la Tabla 3; como se puede observar, es deficiente en cisteína y metionina.

Tabla 3. *Contenido de aminoácidos de la arveja chata*

Aminoácidos	Tay J. et al.	Tamburino R. et al.	Karadag Y. Yavuz M.	Smulikowska S. et al.
Esenciales				
Arginina	-	-	-	6,95 - 7,35
Histidina	-	0,26 - 0,52	0,00 - 1,06	2,01 - 2,39
Isoleucina	-	0,44 - 0,95	0,98 - 1,58	3,36 - 3,73
Leucina	-	0,56 - 1,79	1,71 - 2,32	5,75 - 5,93
Lisina	16,90 - 22,00	0,60 - 1,76	1,10 - 1,93	5,82 - 6,02
Metionina	2,70 - 3,30	0,09 - 0,19	0,00 - 0,18	0,80 - 0,85
Fenilalanina	-	0,43 - 0,75	1,05 - 1,44	3,64 - 3,79
Treonina	9,30 - 13,10	0,41 - 0,83	0,79 - 1,26	3,28 - 3,42
Triptófano	-	-	-	0,88 - 0,89
Valina	-	0,51 - 1,13	1,08 - 1,63	3,94 - 4,16
No esenciales				
Alanina	-	0,51 - 1,19	0,98 - 1,35	3,72 - 3,86
Aspargina	-	-	-	6,95 - 7,35
Ác. Aspártico	-	-	2,74 - 5,06	9,80 - 9,96
Cisteína	2,00 - 5,70	0,10 - 0,26	-	1,51 - 1,72
Ác. Glutámico	-	-	0,40 - 4,76	15,65 - 15,89
Glutamina	-	-	-	-
Glicina	-	0,43 - 1,66	0,89 - 1,21	3,56 - 3,69
Prolina	-	0,48 - 1,65	1,06 - 1,57	4,08 - 4,61
Serina	-	0,37 - 0,98	0,93 - 1,59	4,01 - 4,19
Tirosina	-	0,31 - 0,51	0,70 - 1,00	3,28 - 3,42

Fuente: Tamburino R. et al., Karadag Y. y Yavuz M., Tay J. et al., Smulikowska S. et al.

En el caso del contenido de grasa, se reportan valores de 0,58 – 5,45 % (14,42,43). Arslan M. (44), encontró que la arveja chata tiene contenido de ácidos grasos como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. *Valores mínimos, máximos y medios de ácidos grasos de los genotipos de la arveja chata (mg/100 g semillas)*

Ácidos grasos	Mínimo	Máximo	Medio
Ácido láurico	**	2,17	1,13
Ácido tridecanoico	**	2,34	0,75
Ácido pentadecanoico	**	3,31	0,99
Ácido palmítico	**	3,39	1,83
Ácido heptadecanoico	64,64	115,31	87,01
Ácido esteárico	221,23	319,17	257,76
Ácido oleico	109,22	163,17	127,76
Ácido linoleico	59,57	82,98	69,11
Ácido γ -linolénico	16,18	30,38	19,64
Ácido α -linolénico	45,56	71,59	57,96
Ácido erúcico	3,97	6,98	5,19
Ácidos grasos saturados totales	295,72	436,94	349,47
Ácidos grasos monoinsaturados totales	113,19	170,78	132,95
Ácidos grasos poliinsaturados totales	127,39	179,39	146,71
Ácidos grasos totales	538,04	778,98	629,10

**Se detectó un valor mínimo de ácidos grasos inferior a 0,01 mg/100 g semillas.

Fuente: Arslan M.

El contenido de humedad en la arveja chata es de 6,20 – 9,10 % (11,13,26), fibra de 1,10 – 9,72 %, los valores de ceniza son de 1,00 – 5,00 %, carbohidratos de 41,00 – 75,87 % (13,14,16), el almidón es de 75,00 % y está constituido por 30,00 % amilosa y 70,00 % amilopectina (1,17,26,41). En la Tabla 5, se muestra el contenido nutricional de la legumbre que es cultivada en países europeos y africanos (1,16,26,41).

Tabla 5. *Contenido nutricional de la arveja chata (Lathyrus sativus L.)*

Componentes	Tay J. et al.	Rotter R. et al.	Campbell C.	Hanbury C. et al.
Agua (%)	-	-	7,50 - 8,20	-
Proteína (%)	25,00	27,90 - 30,70	25,60 - 28,40	29,40
Almidón (%)	51,00	52,30 - 56,50	48,00 - 52,30	41,20
Azúcares solubles (%)	5,10	4,20	-	-
Extracto etéreo (%)	1,90	0,60 - 0,90	0,58 - 0,80	1,60
Fibra (%)	6,10	-	1,10	8,00
Ceniza (%)	3,60	3,20 - 5,00	2,90 - 4,60	2,60
Calcio (%)	0,10	0,07 - 0,12	0,07 - 0,12	0,16
Fósforo (%)	0,40	0,40 - 0,50	0,40 - 0,50	0,42
Lisina (mg/kg)	18,50	20,00 - 22,00	18,40 - 20,40	-
Metionina (mg/kg)	3,10	2,70 - 3,00	2,50 - 2,80	-
Cistina (mg/kg)	2,40	2,00 - 2,30	3,80 - 4,30	-
Treonina (mg/kg)	9,30	11,10 - 12,40	10,20 - 11,50	-

Fuente: Tay J. et al., Rotter R. et al., Campbell C., Hanbury C. et al.

La arveja chata, presenta contenidos importantes de retinol (vitamina A) de 34,90 µg/kg, β-caroteno de 323,30 µg/kg, tiamina (B1) de 44,60 mg/kg, riboflavina (B2) de 2,30 mg/kg, niacina (B3) de 15,40 mg/kg, ácido pantoténico (B5) de 18,40 mg/kg, piridoxina (B6) de 5,80 mg/kg, ácido fólico (B9) de 5,40 mg/kg y ácido ascórbico (vitamina C) de 42,50 mg/kg (44).

En la Tabla 6, se presentan los minerales de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) (16,18,41,45).

Tabla 6. *Minerales presentes en la legumbre arveja chata (Lathyrus sativus L.)*

Minerales	Urga K. et al.	Buta M. et al.	Hanbury C. et al.	Tufarelli V. et al.
Calcio	178,00 ± 33,00 mg/100 g	6008,00 ± 338,00 mg/kg ⁻¹	0,16 %	35,70 g/kg
Fósforo	463,00 ± 39,00 mg/100 g	-	0,42 %	1,10 g/kg
Hierro	8,30 ± 4,60 mg/100 g	311,00 ± 17,00 mg/kg ⁻¹	89,00 mg/kg	522,00 mg/kg
Selenio	-	-	-	-
Cobre	-	-	8,00 mg/kg	33,00 mg/kg
Manganeso	-	-	15,00 mg/kg	171,00 mg/kg
Zinc	-	30,00 ± 3,00 mg/kg ⁻¹	27,00 mg/kg	95,00 mg/kg
Boro	-	-	11,00 mg/kg	-
Potasio	-	-	0,64 %	9,70 g/kg
Sodio	-	-	0,03 %	0,60 g/kg
Magnesio	-	-	0,11 %	0,80 g/kg
Azufre	-	-	0,16 %	-

Fuente: Urga K. et al., Buta M. et al., Hanbury C. et al., Tufarelli V. et al.

El β -ODAP, fue identificado por primera vez por Bell en 1962 (26) en la menestra arveja chata (*Lathyrus sativus L.*), el ácido que es una neurotoxina, es considerado un problema importante en el consumo de éste alimento, porque puede ocasionar trastornos neurológicos como “neurolatirismo” o “latirismo”, si su consumo es excesivo (46,47,48). La β -ODAP se acumula en todos los tejidos de la legumbre durante sus etapas de desarrollo, las concentraciones más altas se han reportado en plántulas jóvenes y embriones de semillas; por lo tanto, los principales objetivos de los programas mundiales de mejoramiento de guisantes tienden a desarrollar variedades de alto rendimiento con un contenido de β -ODAP menor al 0,20 % (48).

Se han estudiado diversos métodos de procesamiento, para reducir el contenido del β -ODAP; la toxina pasa de su forma β a α , que es menos tóxica, se ha experimentado métodos de cocción de los granos y pulverización en forma de harina con los que se han obtenido buenos resultados (49). Los procesos experimentados reportan la destrucción de la toxina hasta en un 40,00 % (50), esto depende de la temperatura, tiempo del proceso, formas de almacenamiento y pH (51).

Yerra S. et al. (52) menciona, que las técnicas de procesamiento remojo previo a la cocción y otros de las legumbres, son un rol fundamental para la reducción de la toxicidad, considerando que 15, 25 y 45 minutos del tratamiento, no logran la eliminación en su totalidad de la toxicidad. Por otro lado, investigaciones (9) han reportado que, la mezcla de la harina de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) con otras harinas, le confieren un efecto protector para quienes lo consumen. Se puede obtener un nivel de tolerancia del alimento con 2,00 g de β -ODAP/día aproximadamente, si se ingiere 0,50 kg de la menestra con otros cereales (9).

Ruiz M. et al. (9), menciona que diversos autores como se muestra en la Tabla 7, han realizado procesos de remojo, cocción con cambio de líquido, tostado, horneado en diferentes tiempos, logrando reducir hasta el 90,00 % del β -ODAP.

Tabla 7. Efecto del tratamiento sobre el contenido de β -ODAP

Remojo	Condiciones cocción	Tiempo	Eliminación β -ODAP	Observaciones	Referencias
-	-	3 minutos	30,00 %	Semilla	Tekle - Haimanot et al., 1993
No	Hervir	60 minutos	70,00 %	Semilla	Barceloux D., 2008
No	Hervir (Decantar líquido cocción)	1 hora	71,50 - 68,70 %	Semilla descascarillada o entera	Jha K., 1987
No	Hervir (Decantar líquido cocción)	2 horas	85,00 %	Semilla	
-	Hervir en agua caliente	Varias horas	70,00 – 80,00 %	Semilla sin cáscara	Spencer P. Palmer V., 2003
No	Autoclave (En seco)	30 minutos	39,00 %	Semilla	
No	Autoclave (En seco)	30 minutos	27,00 %	Harina	
No	Hervir (pH de 8)	60 minutos	57,00 %	Semilla	
Sí	Hervir	30 o 60 minutos	56,00 %	Semilla	Akalu et al., 1998
No	Horneado a 150°C	60 minutos	82,00 %	Semilla	
No	Horneado a 150°C	60 minutos	88,00 %	Harina	
-	Cocción y decantar el agua	12 horas	90,00 %	Semilla	Liener I., 1979
-	Cocción al vapor, secado al sol o tostado	12 horas	90,00 %	Semilla	
-	Hervir (Decantar el líquido de cocción)	-	30,00 – 50,00 %	Semilla	Tekle - Haimanot et al., 2005

Fuente: Ruiz M. et al.

2.2.1.3 Usos y aplicaciones

La arveja chata (*Lathyrus sativus L.*), ha sido domesticada por ser considerada un alimento versátil y de agradable sabor en la alimentación humana en mezcla con otros cereales y en alimentación de animales, usado como forraje o pienso (28,36).

Comúnmente el grano seco es consumido directamente o molido, la harina se usa para elaborar papilla, conocida generalmente como gachas; el grano maduro y seco para guisos y potajes en numerosas regiones españolas; se usó como sustituto de otras legumbres apreciadas (33). En Chile, se consume principalmente a en el área rural, por seres humanos y animales. En Europa se utiliza en los platillos típicos y su harina se añade en las preparaciones de pizzas; además, se puede utilizar como abono verde y forraje (1).

En la India, los granos se hierven enteros, a veces se muelen haciendo uso de un molino, este producto es parecido a una sopa denominado "Dal" y así es comercializado (26). El mismo autor refiere que, en Nepal los granos se parten en un molinillo de piedra a nivel casero y lo consumen bajo la forma de Dal que se sirve con arroz; otra preparación es, moliéndolo hasta hacer una harina para preparar una forma similar a un panqueque de badi o pakoda (26).

En Etiopía, particularmente en las regiones del norte, y Eritrea, se consume la legumbre sola o combinada para producir el pan ácimo fermentado y agrio, que se parece a una tortilla llamada "Enjera"; otra forma de consumo es en bocadillos, usando cereales, legumbres o su mezcla, asados o hervidos (26).

2.2.2 Evaluación nutricional de los alimentos

Según el Código Alimentario Español (CAE) y el Codex Alimentarius, definen a los alimentos como “toda sustancia y producto de cualquier naturaleza, sólidos o líquidos, naturales, transformados o elaborados, que, por sus características, aplicaciones, fabricación, componentes, preparación y estado de conservación, son susceptibles de ser habitual e idóneamente utilizados para la normal nutrición humana” (53,54).

Los alimentos están formados por componentes nutritivos como las proteínas, grasas, carbohidratos, agua, fibra, vitaminas y minerales; y/o compuestos no nutritivos que pueden ser propios del alimento o ajenos a ellos (53).

La bromatología, es la ciencia encargada de estudiar la composición de los alimentos, y la nutrición, de las necesidades y el aprovechamiento de los nutrientes por parte del organismo (53). En la producción agrícola, son importantes los factores del rendimiento y la resistencia a enfermedades. Hay que resaltar que el valor nutricional del alimento proporciona los parámetros para poder realizar las formulaciones de las dietas y mencionar que, la manipulación, elaboración y preparación de los alimentos, inciden en la calidad nutricional (55).

“La caracterización de los alimentos proviene de resultados de ensayos utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan. Así, la evaluación de los alimentos involucra el análisis físico, químico, microbiológico, sensorial, entre otros” (56).

La normativa de protección de la salud pública, recomienda que los alimentos sean sanos, inocuos y seguros para lo cual la toma de muestra y los análisis juegan un rol fundamental (57).

2.2.2.1 Humedad

Una de las características principales de los alimentos, es su contenido de agua y éste va a influir positivamente en el sabor, aspecto, textura y estructura, al mismo tiempo, hace que el alimento sea susceptible a alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas (58).

Según Laguna R. y Claudio V. (59), el agua se considera uno de los nutrientes indispensables, los alimentos contienen agua en menor o mayor proporción; existen en los tejidos de los animales y vegetales como agua ligada y libre. El agua ligada se encuentra absorbida o combinada (60) y el agua libre, es la porción del agua que está disponible y podría eliminarse, ésta agua se constituye en un factor de deterioro al permitir el crecimiento de microorganismos y diferentes reacciones bioquímicas (61,62,63).

2.2.2.2 Proteína

La palabra proteína, proviene del griego y significa “de primera importancia”; es una macromolécula compleja, que desempeña múltiples funciones, es esencial para mantener la estructura celular (64,65,66).

Mahan K. et al. (67) refiere que “las principales funciones de las proteínas en el cuerpo incluyen su papel como proteínas estructurales, enzimas, hormonas, proteínas de transporte e inmunoproteínas”.

La síntesis proteica requiere de la presencia de todos los aminoácidos necesarios a lo largo del proceso, son veinte diferentes que se encuentran comúnmente en las proteínas; tienen un grupo carboxilo (- COOH) y un grupo amino (- NH₂) unidos al mismo átomo de carbono α (C α) (66), como se observa en la Figura 6, la estructura general de un aminoácido, es común a todos los tipos de α -aminoácidos, excepto la prolina, aminoácido cíclico. El grupo R, o cadena lateral (violeta), unido al carbono α (gris) es diferente para cada aminoácido (66).

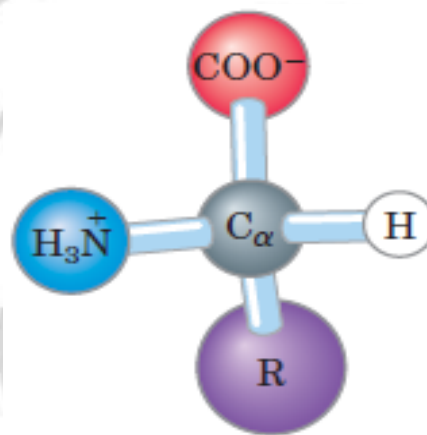


Figura 6. Estructura general de un aminoácido
Fuente: Nelson, D. y Cox, M., 2013

Se diferencian entre sí en sus grupos R o cadenas laterales, que varían en carga eléctrica y tamaño, que influyen en su solubilidad en agua. Algunos aminoácidos menos frecuentes, son residuos modificados después de la síntesis de las proteínas; y otros están presentes en organismos vivos, pero no son constituyentes de proteínas (66).

Comúnmente los aminoácidos se encuentran con abreviaturas de letras y símbolos; en la Tabla 8, se presenta los aminoácidos esenciales y no esenciales (66,67).

Tabla 8. *Aminoácidos esenciales y no esenciales*

Aminoácidos esenciales		Aminoácidos no esenciales	
Leucina	Fenilalanina	Glutamina	Alanina
Valina	Metionina	Ácido aspártico	Tirosina
Isoleucina	Treonina	Asparragina	Serina
Triptófano	Lisina	Arginina	Cisteína
Histidina		Prolina	Ácido glutámico
		Glicina	

Fuente: Mahan K. et al., Nelson, D. y Cox, M.,

Mahan K. et al. (67), menciona que los aminoácidos esenciales presentan un esqueleto de carbono que no puede ser sintetizado por el ser humano, se quiere obtenerlos de la dieta. Asimismo, Robinson D. (68) afirma que

Los aminoácidos no esenciales (diez para hombre) se sintetizan a partir de intermediarios metabólicos mediante 1 o 2 reacciones bioquímicas catalizadas por enzimas que tienen lugar en el hígado. Los grupos amino de la mayoría de los alfa aminoácidos no esenciales, se obtienen a partir de los grupos alfa amino del ácido glutámico, mediante reacciones de transaminación realizadas por diversas transaminasas (p. 116).

La estructura de las proteínas está relacionada con la función de estas

“Los sitios activos y catalíticos en los que se produce la acción de las proteínas están formados por grupos funcionales yuxtapuestos procedentes de grupos R próximos, aunque ocasionalmente están distantes; si se altera la secuencia lineal de ésta, como ocurre en los pacientes con algunas enfermedades genéticas, la proteína es incapaz de formar sitios activos, y su actividad se puede reducir o se puede eliminar por completo” (67).

La estructura de las proteínas, tienen cuatro niveles, primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria y va a depender de los enlaces con los que se unen las moléculas, cómo se observa en la Figura 7 (67,69).

Estructuras

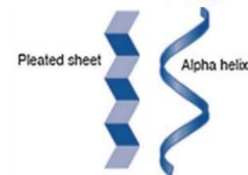
Primaria:

“Se forman enlaces peptídicos entre aminoácidos secuenciales de acuerdo con las indicaciones del ARNm. La proteína completada es una cadena lineal de aminoácidos” (67).



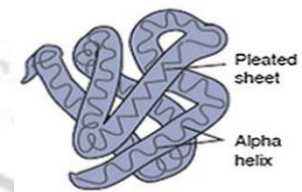
Secundaria:

“Las fuerzas de atracción entre los grupos R de los aminoácidos crean hélices y estructuras en lámina plegada” (67).



Terciaria:

“Las hélices y las láminas plegadas se pliegan en dominios compactos. Las proteínas pequeñas tienen un dominio, las proteínas grandes tienen múltiples dominios” (67).



Cuaternaria:

“Los polipéptidos individuales pueden actuar como subunidades en la formación de montajes más grandes o complejos. Las subunidades están unidas entre sí por numerosas interacciones débiles no covalentes; a veces están estabilizadas por puentes disulfuro” (67).



Figura 7. Estructuras de las proteínas

Fuente: Mahan K. et al. 2013 y Zhang L. et al. 2017

El contenido de la proteína en un alimento, es calculado, “a partir del valor del nitrógeno total multiplicado por un factor de conversión general de 6,25. Se han elaborado factores para alimentos específicos, basados en la naturaleza y la composición de las proteínas” (55).

2.2.2.3 Lípidos

La palabra lípido, originaria del griego “lipos” que significa grasa, también definida como “grasas para unciones sagradas” o “grasas para alimentarse”. El término grasa, proveniente del latín “crassus”, que significa denso, grueso y sucio (62).

Los lípidos son “grupos de compuestos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno (CHO) que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, aunque también contienen fósforo y nitrógeno” (70).

“Los lípidos son un grupo de compuestos de estructura heterogénea, se agrupan en un conjunto complejo de sustancias químicas de estructuras diferentes que poseen en común la propiedad de ser solubles en solventes no polares tales como éter, benceno y otros, y ser escasamente soluble o insoluble en solventes polares como el agua (53,71,61). Las grasas y lípidos conforman el 34,00 % aproximadamente de energía de la dieta” (67).

Los lípidos se clasifican en dos grupos principales, el primero es de los saponificables en el cual están los ácidos grasos, lípidos simples que son neutros (glicéridos y céridos) y lípidos complejos que son polares (gliceridolípidos y estingolípidos), el segundo es de los insaponificables, compuestos por los isoprenoides (vitaminas y otros compuestos), esteroides (esteroles, hormonas esteroideas y ácidos biliares) y eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos) (71,70).

Tienen diferentes funciones en el organismo, siendo la fuente energética más importante, ya que aporta 9 kcal por cada gramo, plásticas porque forman parte de las membranas celulares y de los sistemas de transporte de diversos nutrimentos, y reguladoras por su aporte de ácidos grasos esenciales, vitaminas y hormonas (53,70).

“Es conveniente la inclusión de las grasas en la evaluación de la composición nutricional de un alimento, para que se utilice en el cálculo del valor energético de éstos, y también debido al interés por los triacilglicerolos de origen animal y vegetal” (55).

En la formulación de los alimentos, los lípidos aportan con su presencia a incorporar sabores, micronutrientes y aromas, asimismo, modifican la palatabilidad y textura (53,61).

2.2.2.4 Fibra

Según la American Association of Cereal Chemist (71), “la fibra dietética es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso”.

Se denomina fibra, si la molécula además de carbohidratos no digeribles contiene otras sustancias no glucídicas como la lignina, que es un polímero de fenilpropano. Son polisacáridos de origen vegetal, que no son aprovechados metabólicamente por los organismos monogástricos, incluyendo al ser humano porque carece de enzimas para hidrolizarla, pero cumplen una función importante en el bienestar del individuo (53,72).

La “fibra” puede ser soluble en agua y forma geles (gomas, mucílagos, pectinas e inulina) e insoluble, que tiene la función estructural en el vegetal (celulosa, hemicelulosa y lignina) (53).

La fibra es un valor analítico que se determina en un análisis proximal y en éste se considera la cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina.

2.2.2.5 Cenizas

Las cenizas en el análisis de los alimentos, se define como “residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto

cualquiera”, se obtiene al someter a tratamientos térmicos de 500 a 600°C aproximadamente (73,74).

La “ceniza” se incluye en la base de datos de nutrientes como uno de los componentes, debido a que proporciona una estimación del contenido total de los minerales en forma de sulfatos, óxidos, nitratos, fosfatos, cloruros y otros haluros de los alimentos. En general, éstas suponen menos del 5 por ciento de la materia seca (73,75).

2.2.2.6 Carbohidratos

El término carbohidratos o hidratos de carbono (CHO), designado de acuerdo a su fórmula molecular, éstos compuestos están conformados por átomos de carbono, hidrógeno y de oxígeno, que expresan una composición elemental de manera general como $C_x(H_2O)_y$ (59,61,76).

Son los componentes orgánicos más abundantes y los más consumidos por los seres humanos, constituyen más del 90 por ciento de la materia seca de los vegetales como las verduras, frutas, cereales y legumbres, contribuyen en el sabor y textura de los alimentos. Además, son “la fuente de energía mayoritaria para el ser humano, éstos son digeridos y absorbidos en el intestino delgado y, en menor medida, algunos de ellos son fermentados parcialmente en el intestino grueso” (74,77).

Según su estructura, los hidratos de carbono se clasifican en monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos (61). Entre las principales funciones de éste nutriente, se destaca la función energética (por su aporte de 4 kcal por gramo), estructural, reserva energética (caso del glucógeno),

propiedades sensoriales (poder edulcorante de la fructosa o la sacarosa) y como aditivo industrial (53).

“En los países en desarrollo en donde los alimentos proteínicos son escasos y caros, las fuentes de carbohidratos pueden constituir hasta un 80,00 % de la ingesta calórica total” (59).

2.2.3 Evaluación de la digestibilidad

La digestibilidad es una manera de medir “el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición” (78).

La evaluación de la digestibilidad es uno de los métodos utilizados que sirve como medida de la calidad de la dieta y la disponibilidad de nutrientes para evaluar los alimentos (79,80). Los análisis utilizados para la determinación de la calidad proteica, utilizan criterios fisiológicos que constan de la retención de nitrógeno o de la ganancia de peso de los animales experimentales, a los cuales se les alimenta con dietas que incluyan la proteína a analizar (81,82).

La calidad de las proteínas depende de la biodisponibilidad de aminoácidos, en la Tabla 9 se observa los requerimientos estimados de aminoácidos esenciales, de acuerdo a los diferentes grupos etarios (67,65).

Tabla 9. *Requerimientos estimados de aminoácidos*

Aminoácidos esenciales (mg/kg x día)	Lactantes 3 – 4 meses	Niños 2 años	Niños 10 – 12 años	Adultos
Leucina	161,00	73,00	42,00	14,00
Metionina + Cisteína	58,00	27,00	22,00	14,00
Fenilalanina + Tirosina	125,00	69,00	22,00	14,00
Isoleucina	70,00	31,00	28,00	10,00
Treonina	87,00	37,00	28,00	7,00
Lisina	103,00	64,00	44,00	12,00
Triptófano	17,00	12,50	3,30	3,50
Histidina	28,00	-	-	8,00 - 12,00
Valina	93,00	38,00	25,00	10,00

Fuente: Mahan K. et al., Peña, V. et al.

En la Tabla 10, se puede observar la ingesta recomendada de proteínas, según grupo de edades lactantes, niños(as), hombres, mujeres y grupos de mujeres gestantes y lactantes. Cabe resaltar que los grupos de mujeres en gestación y lactancia requieren una ingesta mayor de 71,00 g/día en comparación con las que no se encuentran en éstos estados (65,67).

Tabla 10. *Ingestas recomendadas de proteínas*

Grupos	g/día	Grupos	g/día
Lactantes		Gestación	
0 – 6 meses	9,10*	14 – 18 años	71,00
7 – 12 meses	13,50	19 – 50 años	71,00
Niños/as		Lactancia	
1 – 3 años	13,00	14 – 50 años	71,00
4 – 8 años	19,00	19 – 50 años	71,00
Hombres / Mujeres			
9 – 13 años	34,00		
14 – 18 años	52,00		
19 – >70 años	56,00		

*Basado en 0,80 g/kg de peso corporal

Fuente: Peña, V. et al., Mahan, K. et al.

En el caso de las leguminosas, la cantidad de proteínas varía mucho según la especie, oscilan entre un 20,00 – 35,00 %, aunque existen otras variedades que pueden aportar un contenido superior. No obstante, su valor nutricional es menor en comparación a las proteínas de origen animal, las legumbres tienen como aminoácidos limitantes a la metionina y cisteína (83).

La calidad de las proteínas de la dieta, mejoran al combinarse leguminosas con cereales y semillas, tal como se muestra en la Tabla 11, mencionando algunas combinaciones de éstos alimentos (67).

Tabla 11. *Complementariedad de las menestras*

Combinaciones excelentes	Ejemplos
Cereales – Leguminosas	Arroz c/ frijoles Lenteja c/ arroz
Semillas - Leguminosas	Semillas de girasol, calabaza, ajonjolí, etc. con menestras como arveja, lentejitas, frejol castilla, pallar, garbanzo, etc.

Fuente: Mahan K et al.

En el estómago, empieza la digestión de las proteínas por acción de la pepsina, que es liberada en forma de proenzimas como el pepsinógeno 1 y 2. La proteólisis gástrica, tiene un rol importante en la digestión de las proteínas, debido a que se liberan aminoácidos libres que estimulan la secreción de colecistoquinina (67,84,85).

En el duodeno y yeyuno, es dónde ocurre la mayor parte de la digestión de las proteínas, en el cual actúan las proteasas pancreáticas que se encuentran compuestas por 3 endopeptidasas (tripsina, quimiotripsina y elastasa) y 2 exopeptidasas (carboxipeptidasa A y B), que son secretadas hacia la luz

intestinal en forma de proenzimas (64,84,85,86). La enzima enteroquinasa del borde de cepillo, que, en presencia de ácidos biliares, activa la conversión de tripsinógeno en tripsina y que también, activa el resto de proteasas (84,85).

En la digestión de las proteínas, se obtienen los aminoácidos libres y oligopéptidos, éstos últimos se degradan por enzimas que se encuentran en el borde en cepillo del intestino delgado a aminoácidos libres, dipéptidos y tripéptidos. Los transportadores de aminoácidos son muy específicos, ya que sólo transportan aminoácidos con determinadas características (ácidos, neutros, básicos, etc.) (64,84,85).

2.2.3.1 Digestibilidad aparente

La digestibilidad aparente, no incluye los aportes metabólicos y endógenos que provienen de enzimas, metabolitos, células epiteliales y microbiales, es decir, indica la medida de la diferencia entre la fracción del alimento ingerido y la excreción en las heces, sin considerarse la excreción fecal que se debe al alimento consumido (59,80,87).

La digestibilidad de la proteína en los alimentos de origen animal, es alta del 90,00 - 100,00 %, en comparación con la de los vegetales que es del 60,00 – 70,00 % (88,89).

2.2.3.2 Valor biológico

Según Sosa Blas HR. (90) y Olu M., Ezekiel Adediram A. (91), mencionan que el valor biológico (VB) fue definido por Thomas y Mitchel en 1923, como la medida de la fracción del nitrógeno absorbido que toma en cuenta “las pérdidas por digestión, así como, por metabolismo y mide la eficiencia que tiene la proteína absorbida para proveer los aminoácidos necesarios para la síntesis de la proteína corporal y mantenimiento; además, se basa en las principales vías de eliminación del nitrógeno de la dieta” como la orina y heces, por lo que, todo

el nitrógeno ingerido que no se recupera de estas salidas, es retenido y utilizado por el organismo para cubrir sus requerimientos de aminoácidos.

2.2.3.3 Razón proteica neta

La “razón proteica neta”, “razón proteínica neta”, “retención neta de proteínas” o “razón neta de proteína” (NPR), es la respuesta en relación a la ingesta de la proteína en la dieta. Ésta relación se mide como diferencia en el peso; tanto para el crecimiento como para el mantenimiento corporal; se evalúa en un grupo de consumo apteico y uno experimental (dieta con proteínas) (90,91).

2.2.3.4 Relación de eficiencia proteica

La “razón de eficiencia proteica”, “índice de eficiencia proteica” o “relación de eficiencia proteica” (PER), fue definido por Osborne T. et al. 1919 como la relación entre la ganancia de peso y el consumo de proteína a un nivel óptimo de proteína (9,09 – 10,00 %) (90,91).

2.3 Definiciones de términos

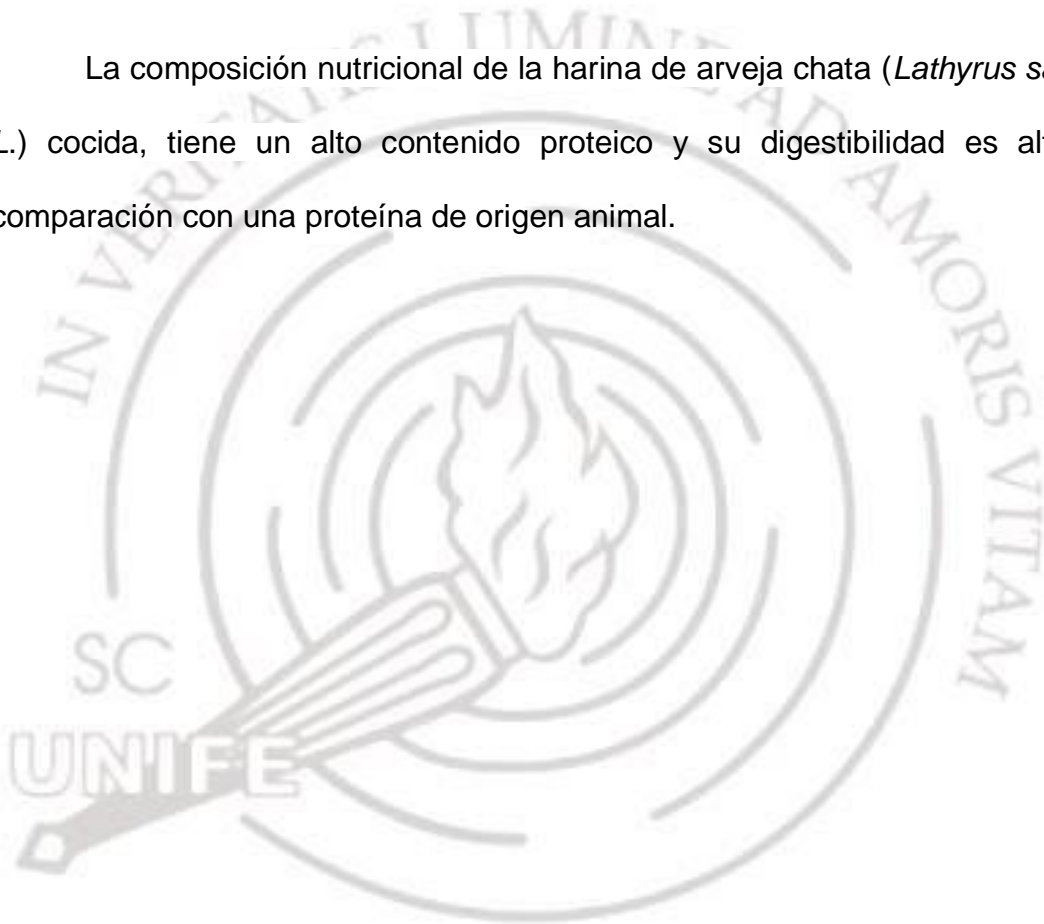
- Pivotante: Es la raíz primaria, que se hunde verticalmente, cuyo eje principal se encuentra más desarrollado que los laterales como una prolongación del tronco (92).
- Tallo: Es el “órgano de las plantas prolongado en sentido contrario al de la raíz” y sirve como sustento de los frutos, hojas y flores (93).
- Pecíolo: Es el apéndice de la hoja de una planta por el cual se une al tallo (56).

- Hoja: Es el órgano vegetativo, generalmente de color verde, plana y delgada, se encuentra unida a las ramas o al tallo por el pecíolo (95).
- Pinnada: Son hojas que van insertadas a uno y otro lado del pecíolo, como las barbas de una pluma (96).
- Lanceolada: Es una hoja de forma similar al hierro de la lanza (97).
- Flor: “Es el brote de varias plantas, conformado por hojas de colores, del que se formará el fruto” (98).
- Vaina: Es la cáscara larga y tierna, que encierra a las semillas de las plantas (99).
- Fruto: “Es el producto del desarrollo del ovario de una flor, después de la fecundación, en el que quedan contenidas de semillas”, que, aparte de la utilidad que puede tener, sirve para desarrollar y proteger a la semilla (100).
- Legumbre: Son semillas secas, limpias, sanas y separadas de las vainas, procedentes de las plantas de las familias de las leguminosas (101).
- Leguminosa: “Son plantas angiospermas, con flores y semillas encerradas en un fruto, cuya característica distintiva es tener legumbres como fruto” (102).
- Biodiversidad: Es definida como la diversidad de especies vegetales y animales (103).
- Valor nutricional del alimento: Conocido como “valor nutritivo”, determina el valor energético y la carga de nutrientes (104).
- Nutrientes: Son definidos como sustancias químicas que contienen los alimentos, que el cuerpo descompone, transforma y utiliza para la obtención de materia y energía para que las células cumplan sus funciones correctamente (105).

- Macronutrientes: Son los elementos predominantes en cantidad en los alimentos como proteínas, carbohidratos y grasas (106).
- Alimentos de origen vegetal: Son todos aquellos que crecen directamente de la tierra como verduras, frutas, cereales y legumbres (105).

2.4 Formulación de hipótesis

La composición nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida, tiene un alto contenido proteico y su digestibilidad es alta en comparación con una proteína de origen animal.



CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Nivel, tipo y diseño de la investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo, detalla las características y propiedades de las variables de estudio (107). El tipo de la investigación es aplicada, busca demostrar los efectos de la intervención, en la que el investigador cumple un papel activo, modificando la variable independiente (108), con la finalidad de dar respuesta a la pregunta de investigación y cumplir con lo establecido. El diseño de la investigación es experimental, ya que se manipula la variable independiente para el análisis de los efectos que se tiene sobre la variable dependiente en una situación controlada (109).

3.2 Población y muestra

La población de estudio fueron ratas albinas de cepa Holtzman de 21 – 30 días de nacidos, debido a que en diversos estudios se encontraron similitudes entre humanos y ratas, respecto a la capacidad de “digerir alimentos, sugiriendo que el método de balance nitrogenado, en ratas es el método más práctico y aconsejable para predecir la digestibilidad de la proteína consumida en humanos” (110).

La muestra utilizada fue de 30 ratas, 12 para el grupo experimental, 12 para el grupo control y 6 grupo apteico.

Se utilizó la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida como alimento a investigar, proveniente del distrito de Shupluy ubicada en la provincia de Yungay del Callejón de Huaylas, Ancash a 2 600 m.s.n.m.

Criterios de inclusión

- Ratas albinas de cepa Holtzman macho
- Ratas albinas de cepa Holtzman de 21 – 30 días de nacidos
- Ratas albinas de cepa Holtzman con cola intacta

Criterios de exclusión

- Ratas albinas de cepa Holtzman con enfermedad y/o malformaciones
- Ratas albinas de cepa Holtzman mayores de 30 días de nacidos
- Ratas albinas de cepa Holtzman hembras

3.3 Operacionalización de las variables de estudio

3.3.1 Variable independiente

3.3.1.1 Evaluación nutricional

- Definición conceptual: Estimación cuantitativa y cualitativa del contenido de los nutrientes del alimento de estudio (111).
- Definición operacional: Es la evaluación de la composición nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida antes de la evaluación de la digestibilidad.

Tabla 12. Operacionalización de la variable evaluación nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida

Dimensión	Indicadores	Escalas
Composición nutricional	Humedad	6,20 – 9,10 %
	Proteína	22,60 – 34,00 %
	Grasa	0,58 – 1,90 %
	Fibra	1,10 – 9,72 %
	Ceniza	1,00 – 5,00 %
	Carbohidratos	41,00 – 75,87 %

Fuente: Campbell C., Tay J. et al., Rotter R. et al., Hanbury C. et al., Tamburino R. et al., Urga K. et al., Karadag Y. y Yavuz A.

3.3.2 Variable dependiente

3.3.2.1 Evaluación de la digestibilidad

- Definición conceptual: Determina la cantidad del nutriente absorbido de los alimentos por el organismo (59).
- Definición operacional: Es la evaluación de la digestibilidad de la proteína de una dieta en base de harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en comparación con la caseína en ratas.

Tabla 13. Operacionalización de la variable evaluación de la digestibilidad de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida en ratas

Dimensiones	Indicador	Escalas
Digestibilidad aparente	Nitrógeno ingerido	Porcentaje de digestibilidad (%)
	Nitrógeno excretado en heces	
Evaluación de la digestibilidad	Valor biológico	Fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo (%)
	Razón proteica neta	Balance de nitrógeno
		Ganancia de peso (+) Consumo de proteína (g) Pérdida de peso (-)
Relación de eficiencia proteica	Ganancia de peso (+)	Aumento de peso en relación al consumo de proteína
	Consumo de proteína (g)	

Fuente: Laguna RT. y Claudio VS., Harmon DL., Osorio Carmona E. et al., Sosa Blas HR., Olu M. y Ezekiel Adediram A.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Se recolectó los datos de los análisis químicos de la harina, en una libreta de campo para la evaluación nutricional de la arveja chata cocida; para la evaluación de la digestibilidad, se registró en fichas el monitoreo de 28 días de la población en estudio y se realizó análisis físicos y químicos en heces y orina.

3.4.1 Preparación del alimento

Se empleó 2,90 kg de la arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cruda como se observa en la Figura 8, la cual se remojó por 12 horas, lavó y cambió de agua cada 3, se obtuvo 6,00 kg de la materia prima como se presenta en la Figura 9; se hizo hervir la arveja en una olla con agua durante 2 horas, cada 30 minutos se cambió el agua, su resultado se muestra en la Figura 10.



Figura 8. Legumbre arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cruda



Figura 9. Legumbre arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) remojada



Figura 10. Legumbre arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida

Posteriormente, en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria la Molina, se dejó secar a temperatura de ambiente por 30 minutos para llevarla a una estufa con aire forzado por 72 horas a temperatura de $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$, se aplicó esta metodología para la eliminación del agua libre; asimismo, para eliminar pérdidas por acción enzimática y microorganismos que puedan alterar la composición química de la muestra, permitiendo la conservación de la misma; finalmente, se trituró, molió y homogenizó para realizar la evaluación nutricional.

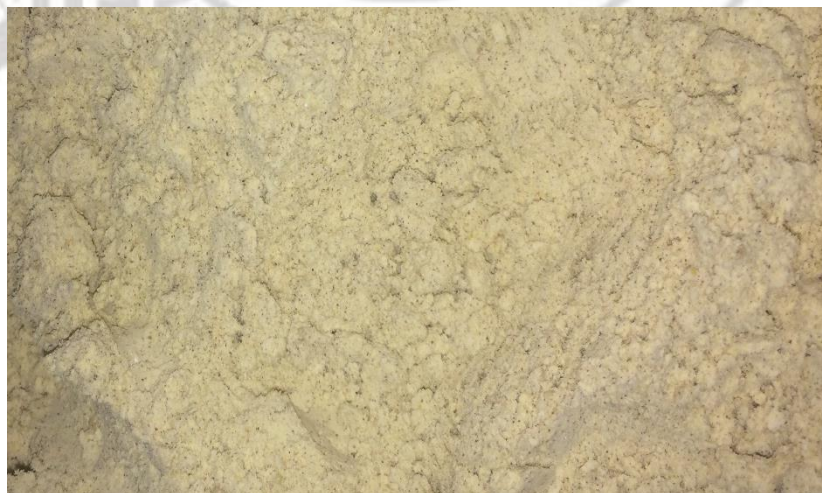


Figura 11. Harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida

3.4.2 Evaluación nutricional

3.4.2.1 Determinación de la humedad

Se utilizó la metodología de diferencia de pesos; pesar el beaker vacío en una balanza analítica, agregar 5,00 gr de muestra, llevar a la estufa de aire a una temperatura de $130 \pm 5^\circ\text{C}$, hasta alcanzar un peso constante. Retirar con las pinzas de metal y colocar en el desecador hasta que enfríe, pesar la muestra y proceder al cálculo de la humedad (12,112).

Equipos

- Balanza analítica "Soehnle"
- Estufa de aire a $105 \pm 2^\circ\text{C}$
- Campana de vidrio (desecador)

Materiales

- Beaker 100 ml
- Pinza de metal
- Espátula de acero inoxidable

Fórmula de determinación de la humedad:

$$\%H = \frac{((\text{Peso de la muestra del alimento} + \text{Peso inicial del beaker}) - \text{Peso después de la estufa})}{(\text{Peso de la muestra del alimento})} \times 100$$

Determinación de la materia seca:

$$\% \text{ Materia seca} = 100\% - \% \text{ Humedad}$$

3.4.2.2 Determinación de la proteína

La proteína de la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida se determinó por el método Kjeldahl, considerándose 6,25 el factor de conversión del nitrógeno

a proteína. Se obtuvo el nitrógeno total por destrucción de la materia orgánica debido al H_2SO_4 (ácido sulfúrico) en caliente, se oxida para la formación del bióxido de carbono (CO_2), en el cual, el H_2SO_4 es transformado en SO_2 (dióxido de azufre), que reduce el material nitrogenado a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (sulfato de amonio), que con el NaOH (hidróxido de sodio) libera el NH_3 (amoníaco) (112).

La mezcla con NH_3 se destiló y recibió una disolución de H_3BO_3 (ácido bórico) más indicadores de pH de rojo de metilo y verde de bromocresol. El borato de amonio ($\text{NH}_4\text{BO}_2(2\text{H}_2\text{O})$) que se formó, se tituló con HCl (ácido clorhídrico), de normalidad conocida, para que se cuantifique la cantidad de nitrógeno obtenido. Se pesó y colocó 1,00 g de muestra del alimento en el balón de digestión y se agregó el catalizador. Luego se añadió 8,3 ml de H_2SO_4 concentrado para que se coloque en el balón, en la cocina de digestión (112).

Al terminar la digestión, fue de color verde cristalino; en el equipo de destilación se colocó la muestra digerida, agregando 16 ml de NaOH (Hidróxido de sodio) concentrado y de inmediato se conectó al equipo para la destilación, se recibió el destilado en un matraz de Erlenmeyer con 16 ml de H_3BO_3 e indicadores de pH, la destilación terminó cuando ya no pasaba NH_3 y había un viraje del indicador; luego se realizó la titulación con HCl valorado para la anotación del gasto (112).

Equipos

- Balanza analítica "Soehnle"
- Cocina de digestión
- Equipo de destilación
- Campana de extracción
- Bomba aspiradora de gases

Materiales y reactivos

- Balón de proteínas de 100 ml
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Ácido Sulfúrico concentrado 2,5 ml
- Ácido clorhídrico
- Verde de bromocresol al 0,10 % diluido en alcohol al 95,00 %
- Ácido bórico al 2,00 %
- Rojo de metilo al 0,10 %
- Catalizador 1,00 gr
- Bureta semiautomática de 50 ml
- Vasos de precipitación de 100 ml
- Espátula de acero inoxidable
- Papel libre de nitrógeno
- Tubos de digestión de vidrio de 250 ml
- Pipetas de 5 y 10 ml
- Pinzas largas
- Pinzas (nueces)
- Embudo de cristal chico

Fórmula de determinación de la proteína:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{Gasto de HCL ml}) \times (\text{Normalidad}) \times (\text{miliequivalente del nitrógeno})}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

% Proteína Total = % Nitrógeno x 6.25 (coeficiente de conversión de nitrógeno a proteína)

3.4.2.3 Determinación de la grasa

Se utilizó el método de Soxhlet, que se basa en la extracción cíclica continua de líquido – sólido. Se hace la extracción de la grasa con un solvente orgánico (hexano). Se pesa el balón matraz de 250 ml, colocar la muestra de 2,00 a 5,00 g en el dedal, que se incorpora al cuerpo del extractor, agregar 200

ml de hexano por la parte superior del extractor. Colocar el balón matraz sobre la cocinilla o fuente de calor, cuando el hexano empieza a ebulir se evapora y sube en forma de vapor hacia el refrigerante, cae en forma líquida y remoja la muestra que está en el dedal, el hexano extrae la grasa, este ciclo se repite por 3 horas. Finalmente, el hexano y la grasa quedan en el balón, se evapora el hexano y se lleva a la estufa para que termine la evaporación, dejar enfriar en la campana de vidrio y pesar (12).

Equipos

- Balanza analítica " Soehnle"
- Estufa de aire a $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Cocinilla
- Campana de vidrio (deseCADOR)

Materiales

- Extractor Soxhlet
- Papel filtro
- Hexano (200 ml)
- Balón matraz de 250 ml
- Tubo refrigerante

Fórmula para la determinación de la grasa (extracto etéreo):

$$\% \text{ EE} = \frac{(\text{Peso del balón con grasa después de la estufa}) - (\text{Peso del balón vacío})}{\text{Muestra del alimento}} \times 100$$

3.4.2.4 Determinación de la fibra

Se determinó la fibra del alimento, mediante el proceso de digestión ácida, para que se destruyan los carbohidratos solubles y por la digestión alcalina, en caliente (112). La digestión ácida, fue la primera digestión, pesar un 1,00 g de

muestra en un vaso de 600 ml, hervir por 30 minutos con 200 ml de H₂SO₄ al 1,25 %. Filtrar y lavar con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez (113).

La digestión alcalina, fue la segunda digestión, añadir 200 ml de NaOH al 1,25 % y hervir por 30 minutos, filtrar al vacío con papel filtro sin ceniza, lavar con agua destilada caliente, colocar el filtro sin ceniza y con la muestra en un crisol previamente pesado, llevarlo a la mufla por 8 horas, retirar y colocar en la campana de desecación, finalmente pesar (112).

Equipos

- Balanza analítica " Soehnle"
- Mufla a 550 ± 15°C
- Cocina de digestión

Materiales y reactivos

- Beaker
- Embudo
- Papel filtro Whatman # 41
- 200 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 1,25 %
- 200 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 1,25 %
- Agua destilada
- Matraz Erlenmeyer
- Probetas
- Espátula de metal
- Crisoles de porcelana

Fórmula para determinar la fibra:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso del crisol después de la mufla} - \text{Peso del crisol vacío}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.4.2.5 Determinación de la ceniza

Se determinó la ceniza, colocando la muestra en una mufla de incineración a 550°C, para que la muestra se quemara y se eliminara toda la materia orgánica. Se pesó el crisol vacío, se agregó 5,00 g de la muestra de la muestra de alimento seco, colocar en la mufla hasta alcanzar un peso constante, aproximadamente 12 horas, enfriar en una campana de desecación y pesar (12).

Equipos

- Balanza analítica " Soehnle"
- Campana de vidrio (desecador)
- Mufla a 550 ± 15°C

Materiales

- Crisol de porcelana
- Pinza de metal para crisoles
- Espátula de acero inoxidable

Fórmula para determinación la ceniza:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso después de la mufla} - \text{Peso del crisol vacío}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

3.4.2.6 Determinación de carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos, se obtuvo mediante diferencia, considerando como valor referencial 100,00 gramos de la muestra y los resultados de los de los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza (10).

Fórmula para la determinación de carbohidratos:

% Carbohidratos = 100 - (Humedad % + Proteína % + Grasa % + Fibra % + Ceniza %)

3.4.3 Formulación de la dieta

En la presente investigación, se utilizó como dieta experimental la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida para las ratas, según sus requerimientos nutricionales (24). Se pesó y homogenizó los ingredientes que conformaron la dieta (22).

La formulación de la ración, fue realizada en un ambiente aséptico e inocuo con materiales y equipos adecuados para prever algún tipo de contaminación cruzada (22,24).

Equipos

- Balanza analítica " Soehnle"
- Calculadora "Casio"

Materiales

- Papel Kraft
- Probetas de vidrio
- Espátula
- Frascos de vidrio "Pírex" de capacidad de 113,00 g
- Cucharas

Insumos

- Caseína
- Harina de arveja chata cocida
- Maicena vegetal (aceite de palma)

- Mezcla de vitaminas
- Mezcla de minerales
- Fibra (celulosa pura en polvo en base a maíz)
- Azúcar impalpable

La formulación de la dieta, para el grupo experimental, en base a la arveja chata, se muestra en la Tabla 15, se detalla el contenido porcentual de los insumos utilizados para la ración, según los requerimientos nutricionales y los datos obtenidos en el análisis químico proximal para la evaluación nutricional de la materia prima.

Como se observa en la Tabla 14, para una dieta de 100,00 g, se consideró 42,59 g de harina de arveja chata cocida, la cantidad de maicena requerida fue de 21,41 g y azúcar impalpable 10,00 g que aportan los carbohidratos, manteca vegetal de aceite de palma 10,00 g que proporcionan las grasas, fibra proveniente de la celulosa a base de maíz 5,00 g, mezcla de vitaminas 5,00 g y mezcla de minerales 4,00 g, la presente formulación de dieta a base de la arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) contiene 10,09 % de proteína.

Tabla 14. *Formulación de la dieta en base a la arveja chata (Lathyrus sativus L.)*

Insumos	Gramos (g)
Harina de arveja chata cocida	42,59
Maicena (Fécula de maíz)	21,41
Azúcar impalpable (Sacarosa en polvo)	10,00
Manteca vegetal (Aceite de palma)	10,00
Fibra (Celulosa en base a maíz)	5,00
Vitaminas	5,00
Minerales	4,00
Total	100,00

En la Tabla 15 se muestra la preparación de la dieta para los 28 días de experimento, se elaboró 4,00 kg de la dieta a base de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida, de la cual se dio 12,00 g/día como único alimento a cada rata albinas de cepa Holtzman.

Tabla 15. *Contenido en gramos de la ración por día y para los 28 días que recibió el grupo experimental*

Insumos	Ración/día (gramos)	Mezcla (100 g)	Mezcla (1 kg)	Mezcla (4 kg)
Harina de arveja chata cocida	5,10	42,60	426,00	1704,00
Maicena	2,90	24,40	244,00	976,00
Azúcar	1,20	10,00	100,00	400,00
Grasa	1,20	10,00	100,00	400,00
Fibra	0,60	5,00	50,00	200,00
Vitaminas	0,50	4,00	40,00	160,00
Minerales	0,50	4,00	40,00	160,00
Total	12,00	100,00	1000,00	4000,00

3.4.4 Aspectos éticos

El manejo y uso de animales de laboratorio en estudios experimentales, requiere que sean apropiados para proporcionar seguridad en los resultados, se consideró necesario brindar animales de calidad genética y microbiológicamente definidos, que se encuentren estandarizados y de acuerdo con las normas nacionales e internacionales establecidas como la Declaración universal de los derechos de los animales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y a la Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio del Consejo Nacional de Investigación (NRC: National Research Council) (114).

Por lo cual, en la presente investigación experimental para el uso y manejo de las ratas de cepa Holtzman, se realizó de acuerdo a la Guía de manejo y

cuidado de animales de laboratorio del Instituto Nacional de Salud (INS), Normas Internas de Investigación e Innovación 2021 y Código de Ética de Investigación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón (UNIFÉ) (114,115); se cumplió con los parámetros éticos y bioéticos para el cuidado y bienestar de los animales de experimentación durante toda la ejecución de la evaluación de la digestibilidad y a posteriori (116,117), se siguió con los principios de las tres R (reducir, reemplazar y refinar) de la experimentación con respeto, afecto y gratitud (114).

3.4.5 Evaluación de la digestibilidad

La evaluación de la digestibilidad, es el método que se basa en el aumento de peso o retención de nitrógeno en los ensayos con animales alimentados con dietas que contengan proteínas a analizar, para ello se determina la digestibilidad aparente, valor biológico, razón proteica neta y relación de eficiencia proteica (81).

Este método, tuvo la duración de 28 días; se recolectó los datos del peso inicial y final de las ratas por cada semana, además, se tuvo un control diario de la cantidad de la dieta proporcionada, consumida y de desperdicio, en la Figura 12, se observa el trabajo de la recolección de datos en el laboratorio y bioterio.



Figura 12. Recolección de datos del peso de las ratas albinas de la cepa Holtzman y su control diario de la ración consumida durante 28 días

Para la determinación de la digestibilidad aparente y valor biológico, se hizo un registro diario de heces y orina de las ratas albinas Holtzman durante 6 días, para aplicar las fórmulas establecidas por la FAO/WHO/UNU, en la Figura 13 y 14 se muestra cómo se hizo la recolección de datos.



Figura 13. Registro diario de heces de las ratas albinas de la cepa Holtzman durante los 6 días



Figura 14. Registro diario de la orina de las ratas albinas de la cepa Holtzman durante los 6 días

3.4.5.1 Determinación de la digestibilidad aparente

La determinación de la digestibilidad aparente, se realizó por medio de la aplicación de la fórmula por la FAO/WHO/UNU (19,118,119).

Fórmula para la determinación de la digestibilidad aparente:

$$Da = \frac{\text{Nitrógeno ingerido} - \text{Nitrógeno heces}}{\text{Nitrógeno ingerido}} \times 100$$

3.4.5.2 Determinación del valor biológico

La determinación del valor biológico, se realizó por medio de la aplicación de la fórmula por la FAO/WHO/UNU (19,118,119).

Fórmula para la determinación del valor biológico:

$$VBa = \frac{N \text{ ingerido} - (N \text{ excretado} + N \text{ urinario})}{N \text{ ingerido} - N \text{ excretado}} \times 100$$

$$VB = \frac{\text{Nitrógeno retenido}}{\text{Nitrógeno absorbido}} \times 100$$

Dónde:

N: Nitrógeno

3.4.5.3 Determinación de la razón proteica neta

La razón proteica neta, permitió estimar las necesidades de proteína para el mantenimiento; se hizo un registro diario del consumo de la dieta y semanal del peso de las ratas albinas Holtzman durante 14 días de evaluación (22,24), como se observa en la Figura 15.



Figura 15. Registro semanal del consumo de la dieta y del peso de las ratas albinas Holtzman durante los 14 días de evaluación

La determinación de la razón proteica neta, se realizó por medio de la aplicación de la fórmula por la FAO/WHO/UNU (19,118,119).

Fórmula para la determinación de la razón proteica neta:

$$\text{NPR} = \frac{\text{Ganancia de peso grupo proteico} + \text{Pérdida de peso grupo aprotico}}{\text{Proteína ingerida (g) del grupo proteico}} \times 100$$

3.4.5.4 Determinación de la relación de eficiencia proteica

La determinación de la relación de eficiencia proteica, consistió en la medida de la cantidad de proteína contenida en la dieta en estudio a través de la ganancia de peso en 28 días (22,24). Se realizó por medio de la aplicación de la fórmula por la FAO/WHO/UNU (19,118,119).

Fórmula para determinar la relación de eficiencia proteica:

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{Consumo de proteína (g)}} \times 100$$

3.5. Técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de la información de investigación se utilizó el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows, versión 25, para dar respuesta a la hipótesis. Se utilizó el software Microsoft Excel 2016, para el tratamiento de datos, un análisis descriptivo univariado de los indicadores de la evaluación de la digestibilidad, en donde los resultados están representados por diagramas de cajas, medidas estadísticas, media, desviación estándar e intervalo de confianza. Asimismo, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos.

Para el estudio de los indicadores de digestibilidad aparente, valor biológico, razón proteica neta y relación de eficiencia proteica, se comparó un

grupo experimental y grupo control, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes.

En la Tabla 16, se muestran los resultados de los indicadores de digestibilidad aparente, valor biológico, razón proteica neta y relación de eficiencia proteica, en cada uno de los grupos de investigación, los estadísticos Shapiro-Wilk, no son estadísticamente significativos ($p > 0,05$), lo que muestra que los datos se ajustan a una distribución normal. Por lo consiguiente, se deben utilizar estadísticos paramétricos en el proceso de la investigación.

Tabla 16. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Indicadores de estudio	Grupos de Investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Digestibilidad aparente	Experimental	0,846	6	0,146
	Control	0,967	6	0,870
Valor biológico	Experimental	0,852	6	0,164
	Control	0,956	6	0,792
Razón proteica neta	Experimental	0,905	6	0,403
	Control	0,994	6	0,996
Relación de eficiencia proteica	Experimental	0,956	6	0,792
	Control	0,995	6	0,997

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo, se presentan los resultados obtenidos del análisis químico proximal para la evaluación nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida, que se realizó en el laboratorio físico químico de La Molina Calidad Total y los resultados de la evaluación de la digestibilidad, que fueron realizados en el bioterio de La Molina Calidad Total.

En la Tabla 17, se muestra la composición nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida, con un contenido de humedad de 9,28 %, materia seca de 90,72 %, proteína de 23,48 %, grasa de 1,82 %, fibra 5,64 %, ceniza de 2,74 %, carbohidratos de 57,04 % y contenido calórico de 338,46 kcal.

Tabla 17. *Composición nutricional de la arveja chata (Lathyrus sativus L.) cocida en 100 g*

Componentes	Arveja Chata cocida %
Humedad	9,28
Materia Seca	90,72
Proteína	23,48
Grasa	1,82
Fibra	5,64
Ceniza	2,74
Carbohidratos	57,04
Calorías (kcal)	338,46

En la Tabla 18, se presentan los resultados obtenidos en promedio para el grupo experimental y control respectivamente, obteniéndose una variación en el peso con una ganancia de 2,61 g y 10,47 g, con un consumo de alimento

según la dieta formulada de 67,08 g y 47,43 g, cuyo contenido de proteína fue de 6,77 g y 4,88 g; contenido de nitrógeno ingerido de 1,083 g y 0,781 g.

Tabla 18. *Ganancia de peso y contenido de nitrógeno ingerido en los grupos de investigación*

Grupos de investigación	N° Rata	Rata			Dieta		Nitrógeno ingerido (g)
		Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia de peso (g)	Alimento consumido (g)	Contenido de proteína (g)	
Experimental	1	63,00	66,00	3,00	59,20	5,97	0,956
	2	60,10	62,60	2,50	64,50	6,51	1,041
	3	72,00	74,50	2,50	68,00	6,86	1,098
	4	67,50	70,00	2,50	64,80	6,54	1,046
	5	65,00	67,60	2,60	68,00	6,86	1,098
	6	62,20	64,74	2,54	78,00	7,87	1,259
	Total	390,00	405,40	15,64	402,50	40,61	6,498
	Prom	65,00	67,57	2,61	67,08	6,77	1,083
Control	1	62,00	73,40	11,40	44,20	4,55	0,728
	2	55,20	67,40	12,20	48,60	5,00	0,800
	3	58,10	67,80	9,70	47,40	4,88	0,780
	4	62,80	71,20	8,40	48,60	5,00	0,800
	5	54,60	66,40	11,80	46,40	4,77	0,764
	6	59,30	68,60	9,30	49,40	5,08	0,813
	Total	352,00	414,80	62,80	284,60	29,29	4,686
	Prom	58,70	69,13	10,47	47,43	4,88	0,781

En la Tabla 19, se presentan los resultados del contenido de proteína en heces de 1,69 g y 0,44 g que representa 0,271 g y 0,071 g de nitrógeno excretado en heces en promedio para el grupo experimental y control respectivamente. Así mismo, se muestra que, para un consumo de 67,08 g y 47,43 g de alimento según la dieta formulada, se recolectó 13,83 g y 4,68 g de heces.

Tabla 19. Cantidad de nitrógeno excretado en heces de los grupos de investigación

Grupos de investigación	N° rata	Alimento consumido (g)	Heces (g)	Proteína en heces (g)	Nitrógeno excretado (g)
Experimental	1	59,20	12,10	1,24	0,198
	2	64,50	9,90	1,13	0,181
	3	68,00	15,50	1,99	0,319
	4	64,80	15,00	1,88	0,301
	5	68,00	15,50	1,97	0,315
	6	78,00	15,00	1,95	0,312
	Total	402,50	83,00	10,17	1,626
Prom	67,08	13,83	1,69	0,271	
Control	1	44,20	5,60	0,45	0,072
	2	48,60	4,80	0,47	0,075
	3	47,40	5,20	0,50	0,080
	4	48,60	4,10	0,42	0,067
	5	46,40	4,60	0,41	0,066
	6	49,40	3,80	0,39	0,063
	Total	284,60	28,10	2,64	0,423
Prom	47,43	4,68	0,44	0,071	

En la Tabla 20, se presentan los resultados del contenido de proteína en orina de 1,56 g y 0,72 g que representa 0,250 g y 0,115 g de nitrógeno urinario en promedio para el grupo experimental y control respectivamente. Así mismo, se muestra que, para un consumo de 67,08 g y 47,43 g de alimento según la dieta formulada, se recolectó 23,75 g y 10,46 g de orina, cuya densidad fue de 1,030 y 1,031.

Tabla 20. Cantidad de nitrógeno urinario de los grupos de investigación

Grupos de investigación	N° rata	Alimento consumido (g)	Orina (ml)	Orina (densidad) -	Orina (g)	Proteína urinaria (g)	Nitrógeno urinario (g)
Experimental	1	59,20	27,70	1,023	28,34	1,77	0,283
	2	64,50	19,30	1,037	20,01	1,14	0,183
	3	68,00	24,40	1,032	25,18	1,72	0,276
	4	64,80	23,10	1,024	23,65	1,60	0,256
	5	68,00	18,10	1,033	18,70	1,19	0,190
	6	78,00	25,80	1,032	26,63	1,96	0,314
	Total	403,00	138,40	6,181	142,51	9,38	1,502
Prom	67,08	23,07	1,030	23,75	1,56	0,250	
Control	1	44,20	12,30	1,032	12,69	0,79	0,127
	2	48,60	8,50	1,035	8,79	0,65	0,105
	3	47,40	10,40	1,023	10,64	0,69	0,110
	4	48,60	13,20	1,032	13,62	0,83	0,133
	5	46,40	8,60	1,026	8,82	0,77	0,124
	6	49,40	7,90	1,036	8,18	0,58	0,093
	Total	284,60	60,90	6,183	62,76	4,33	0,692
Prom	47,43	10,15	1,031	10,46	0,72	0,115	

En la Tabla 21, se presentan los resultados de la digestibilidad aparente (75,09 y 90,95 %) y valor biológico (69,03 y 83,68 %) del consumo de la dieta a base de harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida al grupo experimental y dieta a base de caseína para el grupo control respectivamente, que fueron determinados por nitrógeno ingerido y el excretado tanto en heces como en orina.

Tabla 21. *Digestibilidad aparente y valor biológico de los grupos de investigación*

Grupos de investigación	N° rata	N ingerido (g)	N excretado en heces (g)	N excretado en orina (g)	Balace de nitrógeno	Digestibilidad aparente %	Valor biológico %
Experimental	1	0,956	0,198	0,605	0,48	79,28	62,65
	2	1,041	0,181	0,611	0,68	82,66	78,76
	3	1,098	0,319	0,768	0,50	70,95	64,60
	4	1,046	0,301	0,718	0,49	71,21	65,65
	5	1,098	0,315	0,713	0,59	71,29	75,75
	6	1,259	0,312	0,951	0,63	75,18	66,79
	Total	6,498	1,626	4,366	3,37	450,56	414,20
	Prom	1,083	0,271	0,728	0,56	75,09	69,03
Control	1	0,728	0,072	0,127	0,53	90,13	80,64
	2	0,800	0,075	0,105	0,61	90,57	85,54
	3	0,780	0,080	0,110	0,59	89,72	84,26
	4	0,800	0,067	0,133	0,60	91,64	81,81
	5	0,764	0,066	0,124	0,57	91,35	82,24
	6	0,813	0,063	0,093	0,66	92,30	87,60
	Total	4,686	0,423	0,692	3,57	545,71	502,10
	Prom	0,781	0,071	0,115	0,60	90,95	83,68

En la Tabla 22, se demuestran los resultados obtenidos de la digestibilidad aparente de los grupos de estudio, al aplicar la prueba t Student a un nivel de significación del 5 % en ambos grupos, se evidencia que, sí existen diferencias significativas ($p=0,000$) entre el grupo experimental y control. La media del grupo control (90,95) es mayor que el experimental (75,09), además, el grupo control (0,98) tiene menor variabilidad (desviación estándar) que el grupo experimental (4,93), en la Figura 16, también se puede observar que muestra la variabilidad del 50,00 % central.

Tabla 22. Comparación de medias de la digestibilidad aparente del grupo experimental y control

Grupos de investigación	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza (95%)		p value
			Límite inferior	Límite superior	
Experimental	75,09	4,93	69,92	80,27	0,000
Control	90,95	0,98	89,92	91,98	

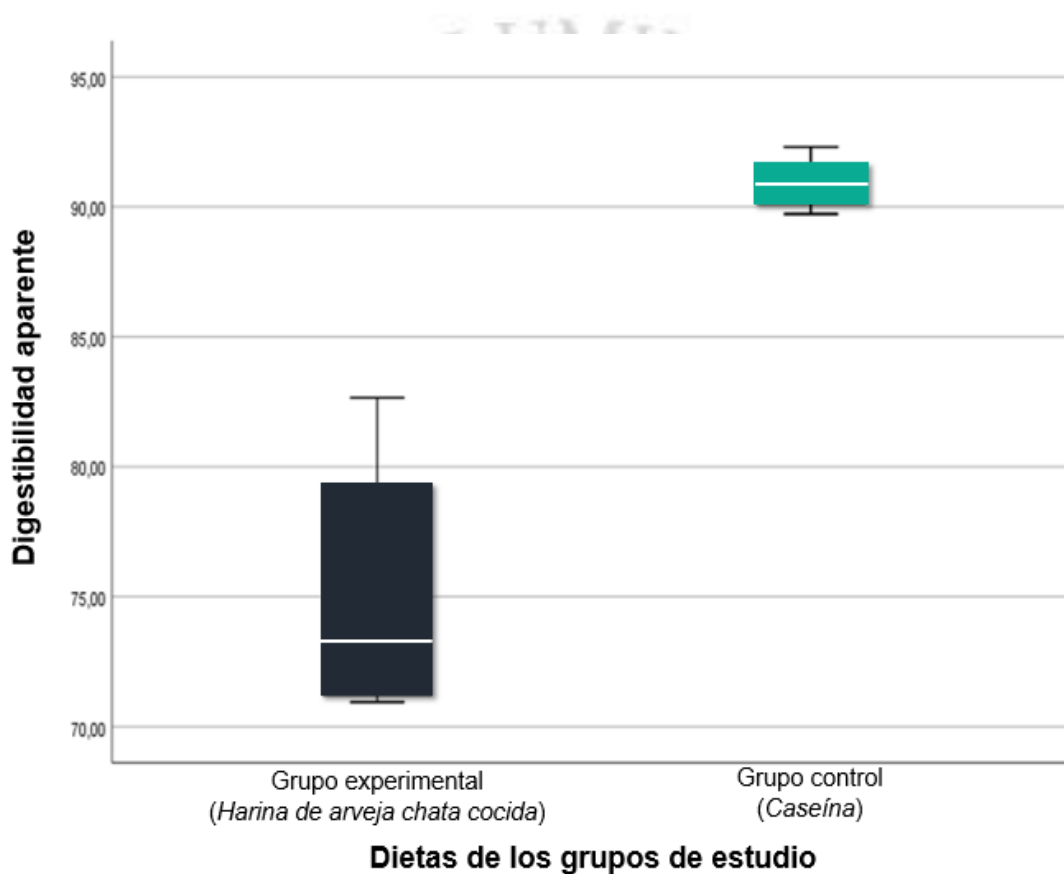


Figura 16. Diagrama de caja de la digestibilidad aparente de los grupos de investigación

En la Tabla 23, se demuestran los resultados del valor biológico de los grupos de estudio, al aplicar la prueba t Student a un nivel de significación del 5 % entre los grupos, se evidencia que, sí existen diferencias significativas ($p=0,002$) entre el grupo experimental y control. La media del grupo control (83,68) es mayor que el experimental (69,03), además, el grupo control (2,60)

tiene menor variabilidad (desviación estándar) que el grupo experimental (6,58), en la Figura 17, también se puede observar la variabilidad del 50,00 % central.

Tabla 23. Comparación de medias del valor biológico del grupo experimental y control

Grupos de investigación	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza (95%)		p value
			Límite inferior	Límite superior	
Experimental	69,03	6,58	62,12	75,94	0,002
Control	83,68	2,60	80,95	86,42	

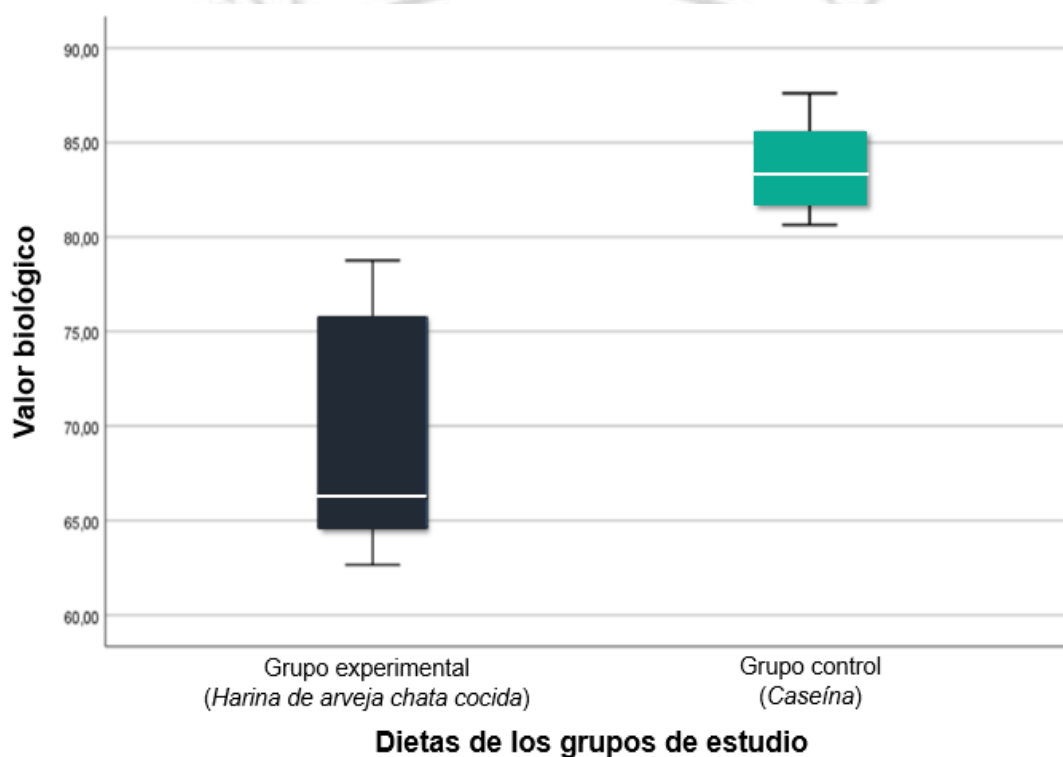


Figura 17. Diagrama de caja del valor biológico de los grupos de investigación

En la Tabla 24, se presentan los resultados obtenidos en promedio durante los 14 días de recolección de datos y análisis de laboratorio. Durante la fase experimental, se obtuvo una variación en los pesos de 27,39 g, 49,13 g y 12,48 g; las ratas consumieron 175,72 g, 175,68 g y 72,53 g de la dieta formulada y un consumo de proteína 17,73 g, 18,08 g y 0,65 g, en el grupo experimental

(dieta a base de harina de arveja cocida), control (dieta a base de caseína) y apteico (dieta sin proteína) respectivamente.

Tabla 24. *Variación de peso y contenido de proteína de la dieta del grupo experimental, control y apteico*

Grupos de investigación	N° Rata	Peso de las ratas				Dieta	
		0 días (g)	7 días (g)	14 días (g)	Variación de peso (g)	Alimento consumido (g)	Contenido de proteína (g)
Experimental	1	76,20	89,00	100,00	23,80	180,00	18,16
	2	63,80	79,40	91,90	28,10	178,06	17,97
	3	71,10	82,20	99,10	28,00	169,40	17,09
	4	74,60	93,20	101,00	26,00	178,20	17,98
	5	67,50	82,30	99,50	32,00	172,40	17,4
	6	62,20	76,10	88,60	26,44	176,26	17,78
	Total	415,40	502,20	580,10	164,34	1054,32	106,38
	Prom	69,23	83,70	96,68	27,39	175,72	17,73
Control	1	71,80	92,50	118,00	46,60	173,40	17,84
	2	69,00	92,40	122,50	53,50	168,40	17,33
	3	74,40	99,40	120,00	45,80	178,40	18,36
	4	70,20	93,20	124,00	53,30	181,20	18,65
	5	67,80	91,30	112,00	44,10	182,50	18,78
	6	70,00	97,80	121,50	51,50	170,20	17,51
	Total	423,20	566,60	718,00	294,80	1054,10	108,47
	Prom	70,53	94,43	119,67	49,13	175,68	18,08
Apteico	1	85,50	75,00	72,00	-13,50	65,40	0,58
	2	86,40	77,00	73,00	-13,40	70,40	0,63
	3	90,00	85,00	77,00	-13,00	69,40	0,62
	4	91,00	84,00	79,00	-12,00	76,00	0,68
	5	88,00	80,00	76,00	-12,00	78,00	0,69
	6	87,00	79,00	76,00	-11,00	76,00	0,68
	Total	527,90	480,00	453,00	-74,90	435,20	3,88
	Prom	87,98	80,00	75,50	-12,48	72,53	0,65

En la Tabla 25, se muestran los resultados en promedio de la razón proteica neta de los grupos de estudio durante los 14 días de recolección de

datos y análisis de laboratorio. Se obtuvo, la sumatoria de la ganancia de peso del grupo experimental y control con la pérdida de peso del grupo apteico y se determinó la razón proteica neta, dando un valor de 2,25 y 3,41, respectivamente.

Tabla 25. Razón proteica neta de los grupos de investigación

Grupos de investigación	N° Rata	Ganancia de peso (g)	Pérdida de peso (g)	GP + PP (g)	Alimento consumido (g)	Contenido de proteína (g)	Razón proteica neta (NPR)
Experimental	1	23,80	13,50	37,30	180,00	18,16	2,05
	2	28,10	13,40	41,50	178,06	17,97	2,31
	3	28,00	13,00	41,00	169,40	17,09	2,40
	4	26,00	12,00	38,00	178,20	17,98	2,11
	5	32,00	12,00	44,00	172,40	17,39	2,53
	6	26,44	11,00	37,44	176,26	17,78	2,11
	Total	164,34	74,90	239,24	1054,32	106,38	13,51
	Prom	27,39	12,48	39,87	175,72	17,73	2,25
Control	1	46,60	13,50	60,10	173,40	17,84	3,37
	2	53,50	13,40	66,90	168,40	17,33	3,86
	3	45,80	13,00	58,80	178,40	18,36	3,20
	4	53,30	12,00	65,30	181,20	18,65	3,50
	5	44,10	12,00	56,10	182,50	18,78	2,99
	6	51,50	11,00	62,50	170,20	17,51	3,57
	Total	294,80	74,90	369,70	1054,10	108,47	20,49
	Prom	49,13	12,48	61,62	175,68	18,08	3,41

En la Tabla 26, se demuestra los resultados obtenidos de la razón proteica netas de los grupos de estudio, al aplicar la prueba t Student a un nivel de significación del 5 % entre los grupos, se evidencia que, sí existen diferencias significativas ($p=0,000$) entre el grupo experimental y control. La media del grupo control (3,42) es mayor que el experimental (2,25), además, el grupo control (0,30) tiene menor variabilidad (desviación estándar) que el grupo experimental

(0,19), en la Figura 18, también se puede observar la variabilidad del 50,00 % central.

Tabla 26. Comparación de medias de la razón proteica neta del grupo experimental y control

Grupos de investigación	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza (95%)		P value
			Límite inferior	Límite superior	
Experimental	2,25	0,19	2,05	2,45	0,000
Control	3,42	0,30	3,09	3,73	

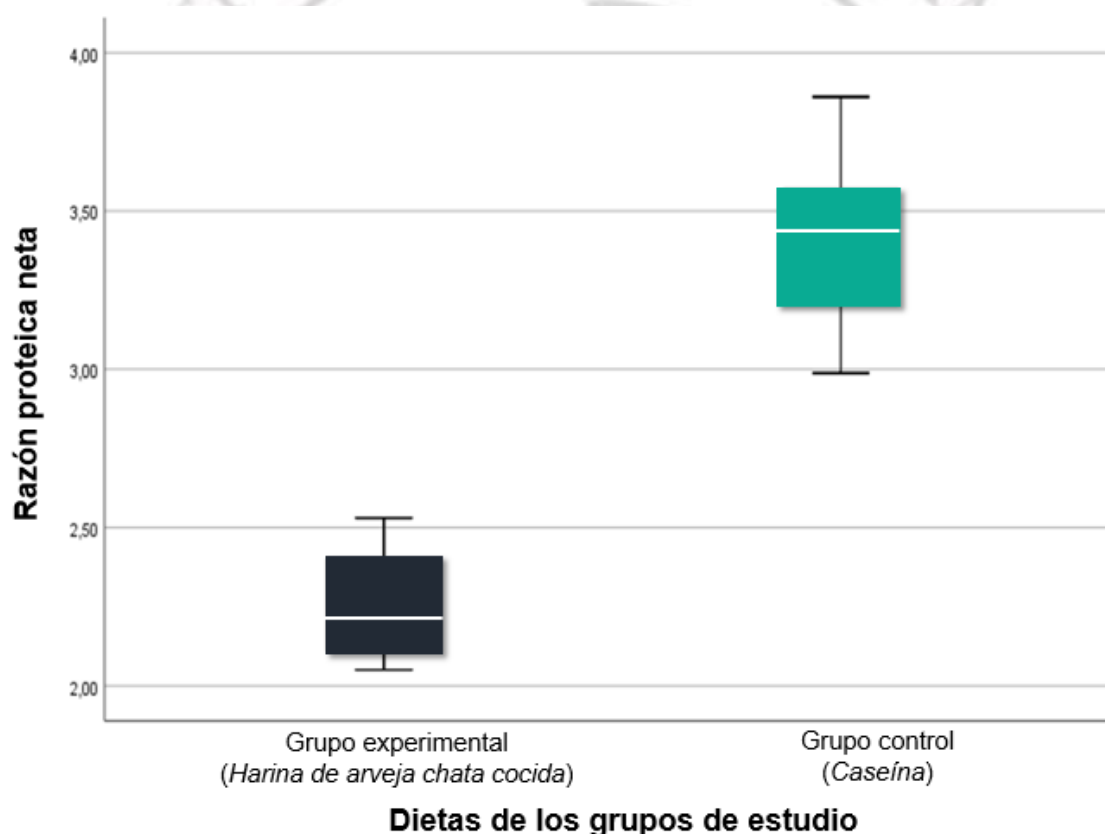


Figura 18. Diagrama de caja de la razón proteica neta de los grupos de investigación

En la Tabla 27, se presentan los resultados obtenidos en promedio, para el grupo experimental y grupo control respectivamente, durante los 28 días de

recolección datos y análisis de laboratorio, se obtuvieron los pesos de las ratas de forma semanal y la ganancia de peso al finalizar la parte experimental.

Tabla 27. *Ganancia de peso de las ratas de los grupos de investigación durante los 28 días del bioterio*

Grupos de investigación	N° rata	Peso de las ratas					Ganancia de peso (g)
		0 días (g)	7 días (g)	14 días (g)	21 días (g)	28 días (g)	
Experimental	1	77,10	89,00	100,00	125,10	135,10	58,00
	2	75,20	79,40	91,90	124,60	134,77	59,57
	3	69,90	82,20	99,10	118,90	121,20	51,30
	4	63,80	79,40	91,90	114,10	123,50	59,70
	5	74,60	93,20	100,60	116,80	128,80	54,20
	6	67,50	82,30	99,50	112,90	124,54	57,04
	Total	428,10	505,50	583,00	712,40	767,91	339,81
Prom	71,35	84,25	97,17	118,73	127,99	56,64	
Control	1	71,80	92,50	118,40	151,40	180,20	108,40
	2	69,00	92,40	122,50	149,80	188,30	119,30
	3	74,40	99,40	120,20	151,50	189,20	114,80
	4	70,20	93,20	123,50	154,50	180,50	110,30
	5	67,80	91,30	111,90	138,20	190,00	122,20
	6	70,00	97,80	121,50	155,90	188,00	118,00
	Total	423,20	566,60	718,00	901,30	111,20	693,00
Prom	70,53	94,43	119,67	150,22	186,03	115,50	

En la Tabla 28, se presentan los resultados de la relación de eficiencia proteica neta (1,57 y 2,76) del consumo de la dieta a base de harina de arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) cocida al grupo experimental y dieta a base de caseína para el grupo control respectivamente, durante los 28 días de recolección datos y análisis de laboratorio. Se obtuvo, una variación en el peso con una ganancia de 56,64 g y 115,50 g. El consumo total del alimento, según

la dieta formulada fue de 357,20 g y 406,52 g con un contenido total de proteína de 36,04 g y 41,83 g, respectivamente de los grupos de estudio.

Tabla 28. *Relación de eficiencia proteica de los grupos de investigación*

Grupos de investigación	N° Rata	Ganancia de peso total	Alimento consumido total	Consumo proteico total	Relación de eficiencia proteica (PER)
		(g)	(g)	(g)	
Experimental	1	58,00	362,00	36,53	1,59
	2	59,57	362,00	36,53	1,63
	3	51,30	350,40	35,36	1,45
	4	59,70	357,20	36,04	1,66
	5	54,20	354,40	35,76	1,52
	6	57,04	357,20	36,04	1,58
	Total	339,81	2143,20	216,25	1,57
	Prom	56,64	357,20	36,04	1,57
Control	1	108,40	410,50	42,24	2,57
	2	119,30	407,40	41,92	2,85
	3	114,80	410,20	42,21	2,72
	4	110,30	398,40	41,00	2,69
	5	122,20	400,60	41,22	2,96
	6	118,00	412,00	42,39	2,78
	Total	693,00	2439,10	250,98	2,76
	Prom	115,50	406,52	41,83	2,76

En la Tabla 29, se demuestran los resultados obtenidos de la relación de eficiencia proteica del grupo experimental y control, al aplicar la prueba t Student a un nivel de significación del 5 % entre los grupos de estudio, se evidencia que, sí existen diferencias significativas ($p=0,000$) entre ambos grupos. La media del control (2,76) es mayor que el experimental (1,57), además, el grupo control (0,14) tiene menor variabilidad (desviación estándar) que el grupo control (0,08), en la Figura 19, también se puede observar la variabilidad del 50,00 % central.

Tabla 29. Comparación de medias de la relación de eficiencia proteica del grupo experimental y control

Grupos de investigación	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza (95%)		P value
			Límite inferior	Límite superior	
Experimental	1,57	0,08	1,49	1,65	0,000
Control	2,76	0,14	2,62	2,91	

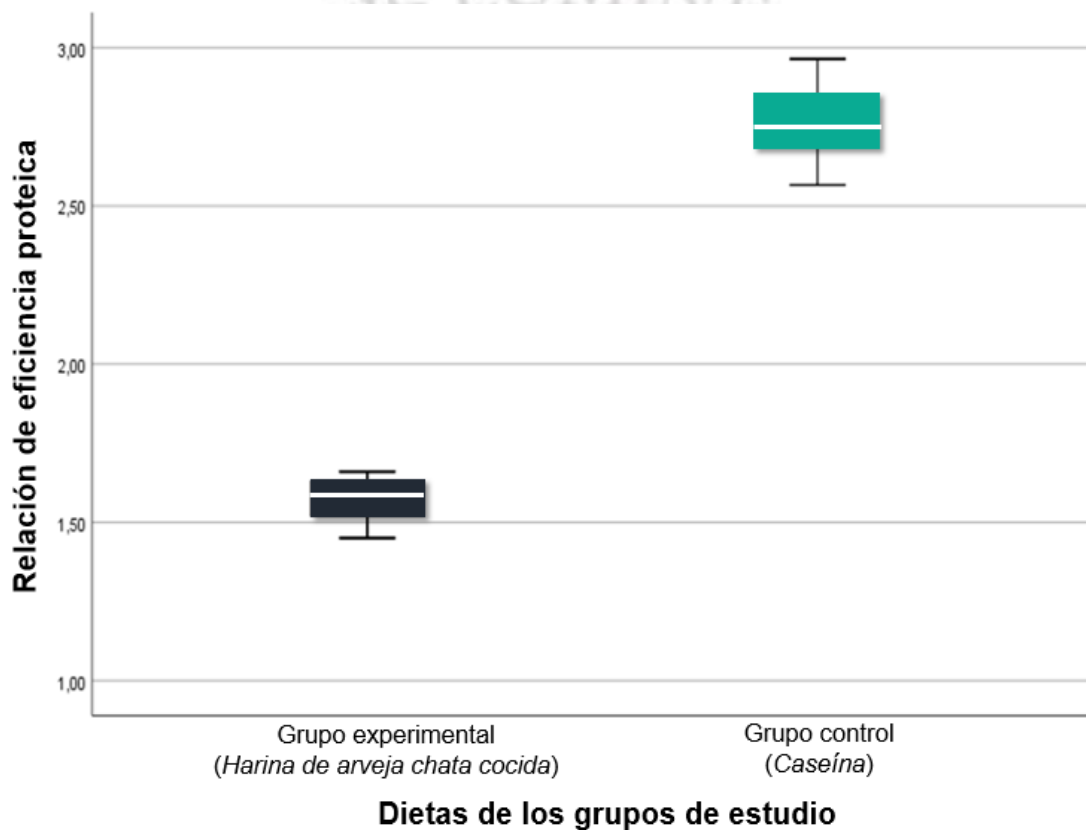


Figura 19. Diagrama de caja de la relación de eficiencia proteica de los grupos de investigación

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de los análisis químicos, para la evaluación nutricional, de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida, fue de 9,28 % de humedad, valor que difiere al encontrado por Dias C. (11)., que reporta un contenido de 6,20 %. El mismo autor menciona, que el contenido de humedad en harina de arveja cruda fue de 7,50 % y en germinada de 6,40 %, se puede observar que en los diferentes procesos el contenido fue menor que el encontrado en la investigación. Sin embargo, otros autores como Tamburino R. et al. (13), indican que el contenido en grano crudo es de 9,10 %.

En cuanto a proteína, se encontró que la harina de arveja chata cocida tiene un valor de 23,48 %, lo que se corrobora con el estudio de Dias C. (11) de 23,30 % en la misma variedad de arveja cocida. El mismo autor reporta, contenidos similares en harina cruda de 23,30 % y germinada de 27,10 %. Por el contrario, se puede observar que el contenido de proteína es superior en las investigaciones de Karadag Y. y Yavuz A. (14) (22,89 - 27,34 %), Urga K. et al. (16) (22,60 – 28,10 %), Buta M. et al. (2) (26,04 %) y en el de Tamburino R. et al. (13) (25,80 %), realizadas en grano crudo de *Lathyrus sativus* L.

En el análisis de grasas de la harina de arveja chata cocida, se encontró un contenido de 1,82 %, que fue similar al de la investigación de Tamburino R. et al. (13), que reportaron 1,80 %. Datos inferiores obtuvieron, Urga K. et al. (16) (1,00 – 1,60 %) y superiores, Karadag Y. y Yavuz A. (14), (2,63 - 5,45 %), realizadas en grano crudo del mismo alimento de estudio.

La harina de arveja chata cocida, presentó un contenido de 5,64 % de fibra, éste valor se encuentra dentro del rango de los resultados obtenidos por

Karadag Y. y Yavuz A. (14) (3,03 - 9,72 %) y Urga K. et al. (16) (7,20 – 8,30 %), en grano crudo de *Lathyrus sativus* L.

El contenido de cenizas encontrado en la harina de arveja chata cocida fue de 2,74 %, valor similar encontrado por Dias C. (11) (2,43 %). En cambio, el mismo autor reporta que, en la legumbre cruda se obtuvo un 3,19 % y en germinada de 3,06 %; mientras que, Urga K. et al. (16), obtuvieron cantidades menores (1,00 – 2,10 %) y Tamburino R. et al. (13), superiores (3,10 %), en grano crudo de la misma variedad de arveja.

La harina de arveja chata cocida, presentó un contenido de 57,04 % de carbohidratos, dicho valor se encuentra dentro del rango de los resultados obtenidos por Urga K. et al. (16), que fueron de 51,80 – 58,50 %; e inferior al obtenido por Tamburino R. et al. (13) (75,87 %), en grano crudo de *Lathyrus sativus* L.

Con respecto a la digestibilidad aparente de la harina de arveja chata cocida de 75,09 %, es mayor (67,40 %) al resultado de la investigación de Delgado V. (19), que analizó otra legumbre similar en cocido, llamada pajuro (*Erythrina edulis triana*). Por otro lado, se puede observar que tiene valores próximos al estudio de Rehman S. et al. (25) que obtuvo 76,30 % (in vitro) de la sustitución parcial de harinas de trigo por la harina de *Lathyrus sativus* L. cocida para donas; respecto a otros autores, que analizaron mezclas de harinas de otras legumbres, obtuvieron promedios de digestibilidades mayores como el caso de López J. y Paredes K. (20), que fue de 89,17 %, Cuj M. et al. (21), de 91,50 % y Mamani Y. y Quispe M. (22) de 96,60 %.

En relación al valor biológico de la harina de arveja chata cocida, se obtuvo un 69,03 %, mayor en comparación con el dato que reportó Delgado V. (19) (62,52 %) y López J. y Paredes K. (20), al sustituir parcialmente la harina de trigo (*Triticum vulgare*) por la harina de arveja (*Pisum sativum*) y harina de ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) desgrasada, obtuvieron 62,31 %.

La razón proteica neta de la harina de arveja chata cocida, fue de 2,25, valor mayor en comparación con el estudio de Mamani Y. y Quispe M. (22), que analizaron la mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo (1,73) y de Toledo D. (24), al evaluar la mezcla de tres harinas de soya, avena y trigo, que reportó 1,45.

Con respecto a la relación de eficiencia proteica de la harina de arveja chata cocida, se obtuvo 1,57, valor mayor en comparación con el de Toledo D. (24), que reportó 1,48, menor que el resultado de Mamani Y. y Quispe M. (22), al evaluar mezcla de harinas de kiwicha germinada y garbanzo, que obtuvieron un resultado de 2,17 y dentro del rango (1,33 - 2,73) obtenido por Cuj M. et al. (21), que evaluaron mezclas de maní y ajonjolí.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. La composición nutricional de la harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida, producida en la zona del distrito de Shupluy en la provincia de Yungay del Callejón de Huaylas, presenta un contenido de humedad de 9,28 %, proteína de 23,48 %, grasa de 1,82 %, fibra de 5,64 %, ceniza de 2,74 % y carbohidratos de 57,04 %.
2. La digestibilidad aparente (75,09 %) y valor biológico (69,03 %) de la proteína del alimento estudiado, tiene valores adecuados para cubrir los requerimientos proteicos del ser humano y ser una buena alternativa alimenticia.
3. Existe diferencias significativas ($p=0,000$), entre el grupo experimental (2,25) y grupo control (3,42), para la razón proteica neta. Indica que, una dieta en base de harina de arveja chata (*Lathyrus sativus* L.) cocida, no tiene la misma utilidad potencial de la proteína para el mantenimiento y crecimiento, en comparación con la de caseína (grupo control).
4. La determinación de la relación de eficiencia proteica, permitió demostrar la diferencia significativa ($p=0,000$) entre los grupos de estudio, indicando que, por un gramo de proteína, el animal del grupo experimental gana 1,57 gramos de peso vivo y para el grupo control de 2,76.

6.2 Recomendaciones

1. Consumir la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) en combinación con cereales y/o semillas para que se completen los aminoácidos esenciales y se obtenga una proteína completa.
2. Analizar otros tratamientos tecnológicos con la arveja chata (*Lathyrus sativus L.*) para conservar su valor nutricional y eliminar la neurotoxina β -ODAP.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mera K M, Montenegro B A, Espinoza N N, Gaete C N, Tay U J, Galdames G R, et al. Guía para la producción de Chícharo [Internet]. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura - Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Carillanca; 2005. [citado 30 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7062?show=full>
2. Buta MB, Posten C, Emire SA, Meinhardt AK, Müller A, Greiner R. Effects of phytase-supplemented fermentation and household processing on the nutritional quality of *Lathyrus sativus* L. seeds. *Heliyon* [Internet]. 2020;6(11):e05484 [citado 21 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05484>
3. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Las legumbres son valoradas por sus beneficios medioambientales, económicos y para la salud. ¿Cómo puede aprovecharse todo su potencial? [Internet]. Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición. 2016. p. 12. [citado 9 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/bl632s/bl632s.pdf>
4. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Minagri celebró Día Mundial de las Legumbres con exhibición de variedades en Agroferia Campesina [Internet]. Plataforma digital única del Estado Peruano. 2020 [citado 13 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minagri/noticias/81361-minagri-celebro-dia-mundial-de-las-legumbres-con-exhibicion-de-variedades-en-agroferia-campesina>

5. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Tendencias en la producción, consumo y comercio mundial de legumbres. 2016 [citado 13 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/pulses-2016/news/news-detail/es/c/381567/#:~:text=El%20consumo%20de%20legumbres%20ha,pa%C3%ADses%20desarrollados%20como%20en%20desarrollo.&text=Sin%20embargo%2C%20no%20se%20prev%C3%A9n,7%20kg%2Fpersona%2Fa%C3%B1o>
6. Portugal M. Cadena productiva de menestras, documento OGPA II - Gtz Proyecto Proapa. Ministerio de Agricultura y Riego [Internet]. MINAGRI: Fichas Técnicas. 2001 [citado 10 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/33-sector-agrario/menestras>
7. Tay J, Mera M, France A. Luanco-INIA: Nueva variedad de chícharo (*Lathyrus sativus* L.) de grano grande para exportación. Agric Técnica [Internet]. 2004;64(3) [citado 6 de abril de 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072004000300012&script=sci_arttext
8. Laghari UA, Shah AN, Kandhro MN, Hassan ZU, Jmro GM, Talpur KH. Growth and Yield Response of Five Elite Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Genotypes to Varying Levels of Potassium. Sarhad J Agric [Internet]. 2016;32(3):5 [citado 14 de abril de 2020]. Disponible en: <http://researcherslinks.com/current-issues/Growth-and-Yield-Response-of-Five-Elite-Grass-Pea-Lathyrus-sativus-L-Genotypes-to-Varying-Levels-of-Potassium/14/1/227/html>
9. Ruiz Leal MJ, Cámara Hurtado M, Giner Pons RM, Jos Gallego Á, Talens

Oliag P. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre la seguridad del consumo de harina de almortas. 2018 [citado 28 de septiembre de 2019]. Disponible en: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/97526/AESAN_jos-gallego_2018_informe-harinadealmortas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

10. Espinoza Córdova G. Análisis químico proximal de granos y harina de «Pajuro» (*Erythrina edulis*) y elaboración de una bebida proteica con sabor a chocolate [Internet]. Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018 [citado 20 de enero de 2020]. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/3764/Analisis_EspinozaCordova_Gaby.pdf?sequence=1&isAllowed=y
11. Dias Oliveira C. Desenvolvimento de pão à base de chícharo [Internet]. Instituto Politécnico de Coimbra; 2017 [citado 12 de febrero de 2020]. Disponible en: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18378/1/Relatorio%20de%20esta%20gio%20-%20Desenvolvimento%20de%20p%C3%A3o%20%C3%A0%20base%20de%20ch%C3%ADcharo%2C%20Catarina%20Oliveira.pdf>
12. Polo Chávez IA. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de seis variedades de leguminosas: arveja, garbanzo, haba, lenteja, maní y soya [Internet]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2012 [citado 20 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7111/4.7.001037.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

13. Tamburino R, Guida V, Pacifico S, Rocco M, Zarelli A, Parente A, et al. Nutritional values and radical scavenging capacities of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) seeds in Valle Agricola district, Italy [Internet]. Vol. 6, Australian Journal of Crop Science. 2012 [citado 17 de junio de 2020]. Disponible en: http://www.cropj.com/di_6_1_2012_149_156.pdf
14. Karadag Y, Yavuz AM. Seed yields and biochemical compounds of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) lines grown in semi-arid regions of Turkey. African J Biotechnol [Internet]. 2010;9(49):8343-8 [citado 20 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267994275_Seed_yields_and_biochemical_compounds_of_grasspea_Lathyrus_sativus_L_lines_grown_in_semi-arid_regions_of_Turkey
15. Smulikowska S, Rybiński W, Czerwiński J, Taciak M, Mieczkowska A. Evaluation of selected mutants of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) var. Krab as an ingredient in broiler chicken diet. J Anim Feed Sci [Internet]. 2008;17(1):75-87 [citado 01 de junio de 2020]. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/4630/2b96c65b77f41052182e3f3b33f0403241fc.pdf?_ga=2.96276828.1334234997.1605293341-
16. Urga K, Fite A, Kebede B. Nutritional and antinutritional factors of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) germplasms. Ethiopian Nutrition Institute. Bull. Chem. Soc. Ethip. 1995, 9(1), 9-16 [citado 08 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/bcse/article/view/74085>
17. Rotter RG, Marquardt RR, Campbell CG. The nutritional value of low lathyrogenic lathyrus (*Lathyrus sativus*) for growing chicks. Br Poult Sci

[Internet]. 1991;32(5):1055-67 [citado 15 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1080/00071669108417429>

18. Low RKC, Rotter RG, Marquardt RR, Campbell GC. Use of *Lathyrus sativus* L. (var. *seminis albi*) as a foodstuff for poultry. *Br Poult Sci* [Internet]. 1990;31(3):615-25 [citado 4 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1080/00071669008417292>

19. Delgado Soriano VD. Calidad proteica de las semillas de pajuro (*Erythrina edulis triana*) sometidas a cocción tradicional y extrusión [Internet]. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2018 [citado 16 de agosto de 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3149/delgado-soriano-victor-daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20. López Bobadilla JM, Paredes Barrios KS. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare*) por harina de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) desgrasada y harina de arveja (*Pisum sativum*) en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes. [Internet]. Universidad Nacional del Santa; 2018 [citado 28 de junio de 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3117/47237.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

21. Cuj M, Dardón de Richardson J, Mazariegos M, Pérez Corrales W, Fisher E, Roman Trigo AV. Determinación de la ganancia de peso, calidad proteica y digestibilidad de ocho dietas a base de dos leguminosas, maní (*Arachis hypogaea L.*) y ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) en ratas Wistar. *Rev Científica la Fac Ciencias Químicas y Farm* [Internet]. 2017;27(1):21-31 [citado 18 de

junio de 2020]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/228878587.pdf>

22. Mamani Quispe YR, Quispe Navarro MA. Efecto de la calidad proteica de la mezcla de harina de kiwicha germinada y garbanzo (2:1) en la recuperación nutricional y en los diversos órganos en ratas albinas inducidos a desnutrición, Arequipa 2016 [Internet]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2017 [citado 17 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2445/Numaquyr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Ruiz Duque MV. Efecto de dos procesos térmicos sobre la calidad biológica de la proteína de granos de Guandul (*Cajanus sp*) y Vitabosa (*Mucuna sp*) utilizando como modelo animal pollos de engorde. Vet y Zootec [Internet]. Colombia: 2017;11(1):54-73 [citado 26 de abril de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56856/43071046.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Toledo Vásquez DL. Evaluación de la calidad proteica de la formulación de harinas de soya (*Glycyne max*), avena (*Avena sativa L.*) y trigo (*Triticum aestivum L.*) (1:1:2) y su efecto sobre la recuperación de la desnutrición proteica inducida en ratas albinas (*Rattus norvegicus*) [Internet]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2016 [citado 26 de abril de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1862/NUtovadl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Rehman S-ur, Paterson A, Hussain S, Anjum Murtaza M, Mehmood S. Influence of partial substitution of wheat flour with vetch (*Lathyrus sativus L.*)

flour on quality characteristics of doughnuts. *LWT - Food Sci Technol* [Internet]. 2007;40(1):73-82 [citado 13 de julio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.015>

26. Campbell CG. Grass pea. *Lathyrus sativus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 18. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute [Internet]. Rome; 1997 [citado 2 de septiembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/245231747_Grass_pea_Lathyrus_sativus_L

27. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Descriptors for *Lathyrus* spp [Internet]. Roma, Italy. 2000. p.1-69. [acceso 30 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Descriptors_for_Lathyrus_spp._547.pdf

28. Estrella Winkelried ML. Efectos de dosis de fertilizantes en líneas de chícharo muela (*Lathyrus sativus* L.) en condiciones de la E.E.A. El Mantaro [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2017 [citado 10 de octubre de 2019]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_b39d7f3be1fdca69f035760ed8316d32

29. Ministerio de Agricultura y Riego [Internet]. MINAGRI: Fichas Técnicas. 2001 [citado 10 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/33-sector-agrario/menestras>

30. Ministerio de Agricultura y Riego. Clasificación Nacional de Productos Agrarios 2016 [Internet]. 2016. [citado 6 de enero de 2020]. Disponible en: https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/cnpa/CNPA_2016.pdf
31. Nadal Moyano S, Fernández-Aparicio Ruiz M, María Córdoba Jiménez E, González-Verdejo CI. Guía de Cultivo de la Almorta [Internet]. Córdoba. 2020 [citado 6 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/cfce4075-b1d9-4fc6-ab1c-cc01f8644449>
32. Hanson J, Street K. Guías para la regeneración de germoplasma: Alverjón [Internet]. Roma, Italy. 2008 [citado 12 de mayo de 2020]. Disponible en: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/other_crops/Grasspea_SP.pdf
33. Tardío J, Pardo de Santayana, Manuel Morales R, Molina M, Aceituno L. Inventario Español de los Conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad agrícola [Internet]. Vol. 1. 2018. 422 p [citado 20 de diciembre de 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329453001_Inventario_Espanol_de_Los_Conocimientos_Tradicionales_relativos_a_la_Biodiversidad_Agricola_Volumen_1
34. Betancourt Betancourt JV. Comportamiento Agronómico de la habichuela (*Lathyrus sativus* L.) en la Hoya del Loja [Internet]. Universidad Nacional de Loja; 2017. [citado 25 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18459/1/Jorge%20Inicio%20Betancourt%20Betancourt.pdf>

35. Smartt J. Evolution of Grain Legumes. I. Mediterranean Pulses. Exp Agric [Internet]. 1984;20:275-96 [citado 25 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0014479700017968>
36. Granati E, Bisignano V, Chiaretti D, Crino P, Biotechnologie D, Casaccia CR, et al. Characterization of Italian and exotic Lathyrus germplasm for quality traits. 2003;273-80 [citado 23 de agosto de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/226324014_Characterization_of_Italian_and_exotic_Lathyrus_germplasm_for_quality_traits
37. Lewis, L. (14 de enero del 2014). Growing: Lathyrus sativus azureus, Electric Blue Species Sweet Peas [Hedgerow Rose]. Disponible en: <https://hedgerowrose.com/annuals-perennials/annuals/2014/01/11/growing-lathyrus-sativus-azureus-electric-blue-species-sweet-peas-and-a-seed-giveaway/>
38. Rovira Berggren I. Lathyrus sativus, a propósito de un caso de despertares nocturnos en un lactante de 6 meses. Rev Médica Homeopatía [Internet]. 2014;7(1):32-8 [citado 19 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-homeopatia-287-pdf-S1888852614000034>
39. Chateauneuf, R. (14 de mayo del 2018). El latirismo, seria enfermedad consecuencia del alto consumo del chícharo o almorta (*Lathyrus sativus*) [Medicina natural, actualidad y economía]. Recuperado de <https://www.rochade.cl/el-latirismo-seria-enfermedad-consecuencia-del-alto-consumo-del-chicharo-o-almorta-lathyrus-sativu/>

40. Anadón Navarro A, Cacho Palomar JF, Ortega Hernández T, Palou Olivier A. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre el consumo humano ocasional de almortas (*Lathyrus Sativus*) [Internet]. Revista del Comité Científico N°11 de la AESAN. 2009. p. 11 [citado 2 de abril de 2021]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/evaluacion_riesgos/informes_comite/ALMORTAS_CONSUMO.pdf
41. Hanbury CD, White CL, Mullan BP, Siddique KHM. A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. Elsevier [Internet]. 2000;87:27 [citado 18 de enero de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/234520401_A_review_of_the_potential_of_Lathyrus_sativus_L_and_L_cicera_L_grain_for_use_as_animal_feed
42. Aletor VA, El-moneim AA, Goodchild A V. Evaluation of the seeds of selected lines of three *Lathyrus* spp. for beta-N-oxalylamino-L-alanine (BOAA), tannins, trypsin inhibitor activity and certain in vitro characteristics. *J Sci Food Agric* [Internet]. 1994;(June):10 [citado 26 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/227905548_Evaluation_of_the_seeds_of_selected_lines_of_three_Lathyrus_spp_for_beta-N-oxalylamino-L
43. Akalu G, Johansson G, Nair BM. Effect of processing on the content of β -N-oxalyl- α,β -diaminopropionic acid (β -ODAP) in grass pea (*Lathyrus sativus*) seeds and flour as determined by flow injection analysis. *Food Chem* [Internet]. 1998;62(2):233-7 [citado 22 de junio de 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00137-4)

44. Arslan M. Diversity for vitamin and amino acid content in grass pea (*Lathyrus sativus L.*). Cogent Chem [Internet]. 2017;3(1) [citado 17 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:lr&volume=40&issue=5&article=003>
45. Tufarelli V, Cazzato E, Ficco A, Laudadio V. Evaluation of chemical composition and In vitro digestibility of appennine pasture plants using Yak (*Bos grunniens*) rumen fluid or faecal extract as inoculum source. Asian-Australasian J Anim Sci [Internet]. 2010;23(12):1587-93 [citado 29 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264030985_Evaluation_of_Chemical_Composition_and_In_vitro_Digestibility_of_Appennine_Pasture_Plants_Using_Yak_Bos_grunniens_Rumen_Fluid_or_Faecal_Extract_as_Inoculum_Source#fullTextFileContent
46. Mekbungwan A. Application of tropical legumes for pig feed. Anim Sci J [Internet]. 2007;342-5093 [citado 9 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.thaiscience.info/Article%20for%20ThaiScience/Article/1/10015351.pdf>
47. Sarker A, Fikre A, El-Moneim AMA, Nakkoul H, Singh M. Reducing anti-nutritional factor and enhancing yield with advancing time of planting and zinc application in grasspea in Ethiopia. Journal of Organizational Behavior [Internet]. 2018;23 [citado 7 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28503807/>
48. Arslan M, Basak M, Aksu E, Uzun B, Yol E. Genotyping of low β -ODAP grass

pea (*Lathyrus sativus* L.) germplasm with EST-SSR markers. Brazilian Arch Biol Technol [Internet]. 2020;63:13 [citado 2 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/babt/v63/1516-8913-babt-63-e20190150.pdf>

49. Tekle-Haimanot R, Abegaz M., Wuhib E, Kassina A, Kidane Y, Kebede N, et al. Pattern of *Lathyrus sativus* (*grass pea*) consumption and beta-N-oxalyl- α - β -diaminopropionic acid (β -ODAP) content of food samples in the lathyrism endemic region of northwest ethiopia. Elsevier [Internet]. 1993;13:1113-26 [citado 25 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0271531705807365>
50. Tarade KM, Singhal RS, Jayram R V, Pandit AB. Kinetics of degradation of ODAP in *Lathyrus sativus* L. flour during food processing. Elsevier. Food Chemistry [Internet]. 2007;104:643-9 [citado 15 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814606009848>
51. Yan Z, Spencer PS, Li Z, Liang Y, Wang Y, Wang C, et al. *Lathyrus sativus* (*grass pea*) and its neurotoxin ODAP. Elsevier [Internet]. 2006;67:107-21 [citado 3 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7438007_Lathyrus_sativus_grass_pea_and_Its_Neurotoxin_ODAP
52. Yerra S, Swathi P, Kumar Kilari E. The role of food processing the techniques in the detoxification of ODAP in *Lathyrus sativus*. Int J Inf Res Rev [Internet]. 2016;03(08):2818-22 [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.ijrr.com/sites/default/files/issues-pdf/0823.pdf>

53. Kuklinski Koepl C. Nutrición y bromatología [Internet]. 1st ed. Ediciones Omega, S.A.; 2003. 417 p. [citado 01 de julio 2021]. Disponible en: <https://dokumen.tips/vembed/nutricion-y-bromatologia-claudia-kuklinski>
54. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación Organización Mundial de la Salud. Comisión del Codex Alimentarius: Manual de procedimiento [Internet]. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1997 [citado 26 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w5975s/w5975s08.htm>
55. Greenfield H, Southgate DAT. Datos de composición de alimentos: Obtención, gestión y utilización [Internet]. 2a ed. Roma: INFOODS/FAO; 2003. 3–321 p. [citado 13 de mayo de 2021] Disponible en: <https://www.fao.org/3/y4705s/y4705s.pdf>
56. Zumbado Fernández H. Análisis químico de alimentos: Métodos Clásicos [Internet]. Instituto de Farmacia y Alimentos - Universidad de La Habana. 2004. p. 438. [citado 14 de marzo de 2021] Disponible en: <https://juliocruz82.files.wordpress.com/2011/08/analisis-quimico-de-los-alimentos-mc3a9todos-clc3a1sicos.pdf>
57. Pan American Health Organization - World Health Organization. Análisis y examen de alimentos, toma de muestras [Internet]. PAHO. 2015 [citado 14 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10738:2015-analisis-examen-alimentos-toma-muestras&Itemid=0&lang=en
58. Fennema OR. Agua y hielo. En: Química de los alimentos [Internet]. España;

1992. p. 19-103. [citado 27 de agosto de 2021]. Disponible en:
<https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>

59. Laguna RT, Claudio VS. Diccionario de nutrición y dietoterapia [Internet]. 5a ed. McGraw-Hill, editor. 2007. 422 p. [citado 7 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0733.%20Diccionario%20de%20nutrici%C3%B3n%20y%20dietoterapia.pdf>

60. Badui Dergal S. Agua. En: Química de los alimentos [Internet]. 4a ed. México: Pearson; 2006. p. 1–27. [citado 02 de agosto de 2021]. Disponible en:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf

61. Rembado MF, Sceni P. La química en los alimentos [Internet]. 1a ed. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica; 2009. 5–146 p. [citado 27 de julio de 2021]. Disponible en:
http://www.ifdcvm.edu.ar/tecnicatura/Ciencias_Nat_y_las_Matematicas/11.pdf

62. Valenzuela B Alfonso, Morgado T Nora. Las grasas y aceites en la nutrición humana: algo de su historia. Rev. chil. nutr. [Internet]. 2005 Ago. 32(2): 88-94. [citado 4 de septiembre de 2021]. Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000200002

63. Badui Dergal S. Lípidos. En: Química de los alimentos [Internet]. 4a ed. México: Pearson; 2006. p. 245–97. [citado 06 de enero de 2021]. Disponible

en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf

64. Murray RK, Kennelly PJ, Bender DA, Rodwell VW, Botham KM, Weil PA. Harper Bioquímica Ilustrada. 29ª edición. México: The McGraw-Hill Companies, Inc; 2012.
65. Peña Morant VJ, Martín Loeches I, Ruiz Santana S. Requerimientos nutricionales e ingestas dietéticas recomendadas. En: Tratado de Nutrición: Nutrición Humana en el Estado de Salud. Editorial Médica Panamericana; 2017. p. 45–79.
66. Nelson DL, Cox MM. Principios de Bioquímica de Lehninger. 6a ed. W.H. Freeman and Company. Porto Alegre: Artmed; 2013. 1250 p.
67. Mahan KL, Escott-Stump S, Raymond JL. Krause Dietoterapia [Internet]. 13a ed. Barcelona: Elsevier España; 2013.
68. Robinson DS. Bioquímica y valor de los alimentos. España: Acribia; 1991.
69. Zhang L, Zhong J, Ren X. Natural Fiber-Based Biocomposites. Green Energy Technol [Internet]. 2017;40 [citado 23 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/310514572_Natural_Fiber-Based_Biocomposites
70. Cruz R. Clasificación actualizada de los lípidos [Internet]. Sección de análisis de temas de actualidad. 2018 [citado 16 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.iidenut.org/instituto/2018/10/16/clasificacion-actualizada-de-los-lipidos/>
71. Escudero Álvarez E, González Sánchez P. La fibra dietética. Nutr Hosp

[Internet]. 2006;21:61–72. [citado 20 de septiembre de 2021]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500007

72. Valdés Martínez SE. Hidratos de carbono. En: Química de los alimentos [Internet]. 4a ed. México: Pearson; 2006. p. 107–8. [citado 04 de julio de 2021]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf
73. Márquez Sigwas BM. Cenizas y Grasas [Internet]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín; 2014. [citado 12 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las cenizas de un alimento,de calcinar la materia orgánica.&text=>
74. BeMiller JN, Whistler RL. Carbohidratos. En: Química de los Alimentos [Internet]. España; 1992. p. 189–265. [citado 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>
75. Miller DD. Minerales. En: Química de los Alimentos [Internet]. España; 1992. p. 753. [citado 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://sceqa.files.wordpress.com/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>
76. Valdés Martínez SE. Hidratos de carbono. En: Química de los alimentos [Internet]. 4a ed. México: Pearson; 2006. p. 736–70. [citado de 07 de junio de

2021]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf

77. Gil Hernández Á, Sánchez de Medina Contreras F. Funciones y metabolismo de los nutrientes. En: Tratado de Nutrición: Bases Fisiológicas y Bioquímicas de las Nutrición. 2017. p. 19–52.

78. Manríquez H. JA. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1994 [citado 10 de enero de 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm>

79. Rodríguez Escobar G. Alimentación y Nutrición Aplicada. Editorial Universidad El Bosque. 2018. p. 614.

80. Harmon DL. Experimental approaches to study the nutritional value of food ingredients for dogs and cats. Rev Bras Zootec [Internet]. 2007;36(suppl):251–62. [citado 08 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/gtWZhtTGwcb9pRm7xXtzRBG/?format=pdf&lang=en>

81. López P. P, Sánchez O. I, Román G. AD. Evaluación biológica de la calidad proteica de diferentes variedades de cebada (*Hordeum sativum jess*) cultivadas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala, México. Rev Chil Nutr [Internet]. 2006;33(1):9 [citado 18 de marzo de 2021]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

82. Sumarriva Bustinza L, Castro Luna A, Sotelo Méndez, Alejandrina Chávez

Sumarriva N. Evaluación biológica de proteína, vitaminas, Ulva lactuca “Lechuga de Mar” del litoral peruano. Rev Soc Quím Perú [Internet]. 2019;85(1):9 [citado 7 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n1/a05v85n1.pdf>

83. Ros Berruezo G, Periago Castón MJ. Calidad y composición nutritiva de hortalizas, verduras y legumbres. En: Tratado de Nutrición: Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Editorial Médica Panamericana; 2010. p. 229–63.

84. García Luna P. P., López Gallardo G.. Evaluación de la absorción y metabolismo intestinal. Nutr. Hosp. [Internet]. 2007 Mayo [citado 03 de octubre de 2021]; 22(Suppl 2):05-13. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500002&lng=es

85. Segura Campos M, Chel Guerrero L, Betancur Ancona D. Efecto de la digestión en la biodisponibilidad de péptidos con actividad biológica. Rev Chil Nutr [Internet]. 2010;37(3):386–91. [citado 04 de abril de 2021]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v37n3/art14.pdf>

86. Martínez de Victoria Muñoz E, Mañas Almendros M, Yago Torregrosa MD. Fisiología de la digestión. En: Tratado de Nutrición: Bases Fisiológicas y Bioquímicas de las Nutrición. Editorial Médica Panamericana; 2017. p. 249–94.

87. Osorio Carmona E, Giraldo Carmona J, Narváez solarte W. Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación

canina. Vet Zootec [Internet]. 2012;6(1):87–97. [citado 08 de abril de 2021].
Disponibile en: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v6n1a09.pdf>

88. Juárez Vilca S, Quispe Avilés M. Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de cañihua (*chenopodium pallidicaule*), lactosuero y salvado de trigo. [Internet]. Universidad Nacional de San Agustín; 2016 [citado 01 de junio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/1859/Nujivism.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
89. González Torres L, Téllez Valencia A, Sampedro JG, Nájera H. Las proteínas en la nutrición. Rev Salud Pública y Nutr [Internet]. 2007;8:7. [citado 09 de julio de 2021]. Disponible en: <https://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/view/189>
90. Sosa Blas HR. Evaluación de la calidad nutricional de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Universidad Nacional del Centro del Perú; 2013 [citado 8 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1821/Tesis%20Sosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
91. Olu M, Ezekiel Adediram A. Protein Evaluation of Foods. Int J Nutr Food Sci [Internet]. 2015;4(6):700-6 [citado 6 de junio de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/293012690_Protein_Evaluation_of_Foods
92. Real Academia Española. Pivotante [Internet]. Diccionario de la Lengua

Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://dle.rae.es/pivotante>

93. Real Academia Española. Tallo [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/tallo>

94. Real Academia Española. Pecíolo [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://dle.rae.es/pec%C3%ADolo>

95. Real Academia Española. Hoja [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 octubre 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/hoja>

96. Real Academia Española. Pinnado [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://dle.rae.es/pinnado>

97. Real Academia Española. Lanceolado [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://dle.rae.es/lanceolado>

98. Real Academia Española. Flor [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/flor>

99. Real Academia Española. Vaina [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/vaina>

100. Real Academia Española. Fruto [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://dle.rae.es/fruto>

101. Díaz Ortega JL. Propiedades nutricionales y funcionales de los alimentos [Internet]. 1.a ed. Chimbote, Perú; 2020. 268 p [citado 25 de julio de 2021]. Disponible en: <https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2020/07/propiedades-nutricionales-y-funcionales-de-los-alimentos-11.pdf>
102. Aparicio Fernández X, Espinosa Alonso LG. El consumo de leguminosas y sus efectos sobre la salud [Internet]. XII encuentro Participación de la mujer en la ciencia. Guadalajara; 2019. [citado 29 de marzo de 2021]. Disponible en: http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion4/S4-DIV03.pdf
103. Real Academia Española. Biodiversidad [Internet]. Diccionario de la Lengua Española. 2020 [citado 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/biodiversidad?m=form>
104. Azcona Carbajal Á. Manual de Nutrición y Dietética [Internet]. Madrid; 2013. Disponible en: [citado 03 de febrero de 2021]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>
105. Martínez Zazo AB, Pedrón Giner C. Conceptos básicos de la alimentación [Internet]. Madrid; 2016. p. 42. [citado de 11 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.seghnp.org/sites/default/files/2017-06/conceptos-alimentacion.pdf>
106. Bravo Rebeta FA, Burga Llano JL, Inoñan López DK. Guía: Cálculo de la Composición Nutricional de Preparaciones Distribuidas en el Programa Wawa

Wasi [Internet]. Lima: Ministerio de Salud, Instituto de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición; 2010. p. 28. [citado 29 de septiembre de 2019]. Disponible en: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1371.pdf>

107. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación [Internet]. 6ª edición. Vol. 4, 634 p. México DF:Mc Graw Hill; 2014. [citado 19 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

108. Behar Rivero DS. Metodología de la Investigación [Internet]. Editorial Shalom; 2008. [citado 07 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://docer.com.ar/doc/nx580x>

109. Hernández R., Fernández C y Baptista P. Metodología de la investigación [Internet]. 5ª ed. México DF:Mc Graw Hill; 2010 [citado de 19 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/LEB0742/documentos/Metodologiadelainvestigacion.pdf>

110. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Fundación Iberoamérica de Nutrición (FAO & FINUT). 2017. Evaluación de la calidad de las proteínas de la dieta en la nutrición humana. Consulta de expertos. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 92. Pp. 240 [citado 18 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.finut.org/wp-content/uploads/2017/11/Estudio-FAO-92-y-documentos-adicionales-al-23112017-1.pdf>

111. Olvera Novoa MA, Martínez Palacios CA, Real de León E. Manual de técnicas para laboratorios de nutrición de peces y crustáceos [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1993 [citado 16 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S00.htm#TOC>
112. Arispe Chávez ME. El Puré de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), Alimento Alternativo de Calidad [Internet]. Universidad Nacional Federico Villareal; 2018. [citado 11 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2276/Arispe%20Ch%c3%a1vez%20Mar%c3%ada%20Elena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
113. Tito Carpio EF. Efectos de la deshidratación osmótica y deshidratación convencional sobre la composición química de la oca (*Oxalis tuberosa Mol*) variedad “Keñi” [Internet]. Universidad Nacional del Altiplano; 2009. [citado 26 de enero de 2021]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3351/Tito_Carpio_Edy_Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y
114. Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Normas Internas de Investigación e Innovación 2021 [Internet]. Lima; 2021. p. 128. [citado 08 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.unife.edu.pe/transparencia/estatuto_reglamento_norma_manual/normas_internas/normas_internas_investigacion_2021.pdf
115. Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Código de Ética de Investigación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón [Internet]. Lima; 2019. p. 9. [citado 08 de agosto de 2021].

https://www.unife.edu.pe/vicerrectorado_investigacion/codigo_etica_vri.pdf

116. Cardozo de Martínez CA, Mrad de Osorio A. Ética en investigación con animales: Una actitud responsable y respetuosa del investigador con rigor y calidad. *Rev Latinoam Bioética* [Internet]. 2008;8(2):46–71. [citado 08 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1270/127012550006.pdf>
117. Barrios EE, Espinoza M, Leal U, Ruiz N, Pinto V, Jurado B. Bioética y el empleo de animales de experimentación en investigación. *Salus* [Internet]. 2011;15(2):50–63. [citado 09 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/s/v15n2/art09.pdf>
118. Sotelo Méndez A, Bernuy Osorio N, Vilcanqui Perez F, Paitan Anticona E, Ureña M, Vílchez Perales C. Galleta elaborada con harina de quinua, fibras del endospermo de tara y hojas de agave: valor biológico y aceptabilidad global. *Sci Agropecu* [Internet]. 2019;10(1):73-8. [citado 06 de febrero de 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a08v10n1.pdf>
119. FAO/WHO/UNU. Joint of expert consultation on protein and amino acid requirements in human nutrition [Internet]. Nutrition abstracts and reviews. Switzerland; 2007. p. 284. [citado 07 de febrero de 2021]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y

APÉNDICES

APÉNDICE A

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA DE ARVEJA CHATA COCIDA, EN RATAS ALBINAS						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES (Definición conceptual)	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL, TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la evaluación nutricional y digestibilidad de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i>) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman - Lima?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la composición nutricional y la digestibilidad de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman, Lima.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la composición nutricional de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida. Determinar la digestibilidad de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida en ratas albinas de la cepa Holtzman. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La composición nutricional de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida, tiene un alto contenido proteico y su digestibilidad es alta en comparación con una proteína de origen animal.</p>	<p>Variables (X)</p> <p>Evaluación nutricional</p> <p>Estimación cuantitativa y cualitativa del contenido de los nutrientes del alimento de estudio.</p> <p>Variables (Y)</p> <p>Evaluación de la digestibilidad</p> <p>Determina la cantidad del nutriente absorbido de los alimentos por el organismo.</p>	<p>Evaluación nutricional</p> <p>Es la evaluación de la composición nutricional de la harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida antes de la evaluación de la digestibilidad.</p> <p>Evaluación de la digestibilidad</p> <p>Es la evaluación de la digestibilidad de la proteína de una dieta en base de harina de arveja chata (<i>Lathyrus sativus</i> L.) cocida en comparación con la caseína en ratas.</p>	<p>Nivel:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental</p>	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Análisis químicos de la harina Análisis físicos y químicos en heces y orina <p>Instrumento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Libreta de campo Fichas de registro de datos <p>Técnicas estadísticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa estadístico SPSS V.25 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk Prueba t Student

APÉNDICE B

FICHA DE REGISTRO DE DATOS: EVALUACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD

RATA N°1	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°2	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°3	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°4	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°5	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°6	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°7	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4									
	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28
ALIMENTO																															
RESIDUO-COMEDOR																															
DESPERDICIO (Hoja)																															
ORINA																															
HECES																															
CONSUMO NETO/DÍA																															

RATA N°8	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4									
	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28
ALIMENTO																															
RESIDUO-COMEDOR																															
DESPERDICIO (Hoja)																															
ORINA																															
HECES																															
CONSUMO NETO/DÍA																															

RATA N°9	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4									
	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28
ALIMENTO																															
RESIDUO-COMEDOR																															
DESPERDICIO (Hoja)																															
ORINA																															
HECES																															
CONSUMO NETO/DÍA																															

RATA N°10	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4										
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°11	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4										
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°12	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4										
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°13	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°14	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°15	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°16	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°17	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°18	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°19	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N°3							SEMANA N° 4										
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°20	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

RATA N°21	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

RATA N°22	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4										
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°23	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

RATA N°24	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

RATA N°25	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°26	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°27	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3							SEMANA N° 4															
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}					
ALIMENTO																																					
RESIDUO-COMEDOR																																					
DESPERDICIO (Hoja)																																					
ORINA																																					
HECES																																					
CONSUMO NETO/DÍA																																					

RATA N°28	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4											
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}
ALIMENTO																																
RESIDUO-COMEDOR																																
DESPERDICIO (Hoja)																																
ORINA																																
HECES																																
CONSUMO NETO/DÍA																																

RATA N°29	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4												
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

RATA N°30	SEMANA N° 1							SEMANA N° 2							SEMANA N° 3						SEMANA N° 4												
PARÁMETRO	1	2	3	4	5	6	7	1 ^{era}	8	9	10	11	12	13	14	2 ^{da}	15	16	17	18	19	20	21	3 ^{era}	22	23	24	25	26	27	28	4 ^{ta}	
ALIMENTO																																	
RESIDUO-COMEDOR																																	
DESPERDICIO (Hoja)																																	
ORINA																																	
HECES																																	
CONSUMO NETO/DÍA																																	

APÉNDICE C

FICHA DE REGISTRO DE DATOS: VALOR BIOLÓGICO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE

GRUPO EXPERIMENTAL HARINA ARVEJA CHATA COCIDA				RACIÓN				HECES				ORINA					INDICADORES				
N° Rata	Peso inicial	Peso Final (PF)	Ganancia de Peso (GP)	Consumo de alimento	Ración (PT)	Ración (N)	Nitrógeno Ingerido (NI)	Heces	Heces (PT)	Heces (N)	Nitrógeno Excretado (NE)	Orina	Orina (densidad)	Orina	Orina (PT)	Orina (N)	Nitrógeno Urinario (NU)	BALANCE DE NITRÓGENO	VALOR BIOLÓGICO	DIGESTIBILIDAD APARENTE	
	(g)	(g)	(g)	(g)	%	%	(g)	(g)	%	%	(g)	ml	-	(g)	%	%	(g)	-	%	%	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
Total																					
Prom																					

GRUPO CONTROL CASEÍNA				RACIÓN				HECES				ORINA					INDICADORES				
N° Rata	Peso inicial	Peso Final (PF)	Ganancia de Peso (GP)	Consumo de alimento	Ración (PT)	Ración (N)	Nitrógeno Ingerido (NI)	Heces	Heces (PT)	Heces (N)	Nitrógeno Excretado (NE)	Orina	Orina (densidad)	Orina	Orina (PT)	Orina (N)	Nitrógeno Urinario (NU)	BALANCE DE NITRÓGENO	VALOR BIOLÓGICO	DIGESTIBILIDAD APARENTE	
	(g)	(g)	(g)	(g)	%	%	(g)	(g)	%	%	(g)	ml	-	(g)	%	%	(g)	-	%	%	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
Total																					
Prom																					

APÉNDICE D

FICHA DE REGISTRO DE DATOS: RAZÓN PROTEICA NETA

GRUPO PROTEICO – HARINA DE ARVEJA CHATA COCIDA						
N°	Peso inicial	Semanas		Ganancia de peso (+)	Consumo alimento	Consumo proteína
		1era	2da			
Rata	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Total						
Prom						

GRUPO PROTEICO – CASEÍNA						
N°	Peso inicial	Semanas		Ganancia de peso (+)	Consumo alimento	Consumo proteína
		1era	2da			
Rata	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Total						
Prom						

GRUPO - APROTEICO						
N°	Peso inicial	Semanas		Ganancia de peso (-)	Consumo alimento	Consumo proteína
		1era	2da			
Rata	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Total						
Prom						

APÉNDICE E

FICHA DE REGISTRO DE DATOS: RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA

GRUPO EXPERIMENTAL – HARINA DE ARVEJA CHATA COCIDA								
N° Rata	Peso inicial	Semanas				Ganancia de peso	Consumo total	Consumo proteína
		1era	2da	3era	4ta			
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Total								
Prom								

GRUPO CONTROL - CASEÍNA								
N° Rata	Peso inicial	Semanas				Ganancia de peso	Consumo total	Consumo proteína
		1era	2da	3era	4ta			
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
Total								
Prom								