



## Producción de Alimento Balanceado Utilizando Residuos de Maracuyá (*Passiflora edulis*) para la Nutrición de Cuyes

### Balanced Feed Production Using Passion Fruit (*Passiflora edulis*) Residues for Nutrition of Guinea Pigs

#### Autores

Miguel Ángel Arias Jara<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-8212-3228>

Diana Estefanía Pulido López<sup>2\*</sup>

<https://orcid.org/0009-0006-5319-3717>

<sup>1</sup> Facultad de Agroindustria. Instituto Superior Tecnológico Tsachila. Santo Domingo, Ecuador.

<sup>2</sup> Carrera de Agronegocios. Universidad Técnica Particular de Loja. Santo Domingo, Ecuador.

\* Autor para correspondencia.

[dpulido@utpl.edu.ec](mailto:dpulido@utpl.edu.ec)

**Citacion sugerida:** Arias J., M. & Pulido L., D. (2024). Producción de Alimento Balanceado Utilizando Residuos de Maracuyá (*Passiflora edulis*) para la nutrición de Cuyes. *Revista de investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología. RIEMAT*, 9(1), pp. 15-22. <https://doi.org/10.33936/riemat.v9i1.6789>

Recibido: 10/04/2024

Aceptado: 14/05/2024

Publicado: 24/05/2024

#### Resumen

En este estudio, se investigó la creación de un alimento balanceado para cuyes utilizando residuos de cáscara de maracuyá, reconocidos por su contenido de proteínas, carbohidratos, aminoácidos y pectina. Se combinaron estos residuos con otros ingredientes como maíz, subproductos de la producción de cerveza, soja, melaza de caña, harina de pescado, aceite de cocina reciclado, fosfato bicalcico, carbonato cálcico y sal, para producir tres tipos de alimentos balanceados: mezcla física, pelletizado y uno comercial como referencia. Estos alimentos fueron sometidos a pruebas fisicoquímicas y evaluados como alimento para cuyes durante un período de cuatro semanas. Los resultados indicaron que el tratamiento pelletizado fue el más efectivo, con un contenido de proteínas del 14,64%, grasa del 6,53%, energía de 3618,5 kcal/100g, fibra del 7,23% y carbohidratos totales del 61,14%. Además, este tratamiento mostró ser el más aceptado por los animales, demostrando un mayor aumento de peso. En términos de costos, la producción del alimento experimental fue de \$24,25, mientras que el comercial ascendió a \$26,80, lo que hace al primero más rentable y accesible para los consumidores.

**Palabras clave:** Cáscara de maracuyá; balanceado; pelletizado; cuyes; análisis bromatológicos.

#### Abstract

In this study, the creation of a balanced food for guinea pigs was investigated using passion fruit peel waste, recognized for its protein, carbohydrate, amino acid and pectin content. These wastes are combined with other ingredients such as corn, by-products from beer production, soybeans, cane molasses, fish meal, recycled cooking oil, bicalcium phosphate, calcium carbonate and salt, to produce three types of balanced foods: physical mixture, pelleted and a commercial one as reference. These foods were subjected to physicochemical tests and evaluated as food for guinea pigs over a period of four weeks. The results indicated that the pelletized treatment was the most effective, with a protein content of 14.64%, fat of 6.53%, energy of 3618.5 kcal/100g, fiber of 7.23% and total carbohydrates of 61.14%. Furthermore, this treatment proved to be the most accepted by the animals, demonstrating greater weight gain. In terms of costs, the production of the experimental food was \$24.25, while the commercial food amounted to \$26.80, which makes the former more profitable and accessible to consumers.

**Keywords:** Passion fruit peel; balanced; pelletized; guinea pigs; bromatological analysis





## 1. Introducción

Este trabajo de investigación se enfoca en la utilización de la cáscara de maracuyá como materia prima para la producción de alimento animal (Mena-Pérez et al., 2021). A pesar de que la cáscara de maracuyá es un subproducto abundante en la industria agroindustrial, actualmente se subutiliza, principalmente siendo vendida a criaderos de ganado vacuno a bajo valor económico (Ardoino, 2017). Sin embargo, su acumulación durante períodos de alta producción genera problemas ambientales y logísticos (Ascheri, 2018). Se ha explorado parcialmente su uso como alimento para el ganado, pero su alto contenido de agua limita su conservación y estabilidad nutricional (Garro, 2019).

Esta investigación tiene como objetivo principal llenar esta brecha en el conocimiento, proponiendo desarrollar un balanceado nutricionalmente equilibrado que incorpore la cáscara de maracuyá como componente principal (Sánchez Laiño et al., 2018). Se plantea la hipótesis de que, combinando adecuadamente la cáscara de maracuyá con otros ingredientes, se puede obtener un alimento que cumpla con los requisitos nutricionales del ganado bovino, generando así un valor agregado a este residuo y contribuyendo a reducir su impacto ambiental (Zafra Trelles et al., 2019). Las preguntas de investigación abordan aspectos como la composición nutricional del balanceado, el efecto del procesamiento de la cáscara en su estabilidad y calidad, y los impactos en la salud y el rendimiento del ganado (Santistevan, 2018). Este estudio busca avanzar en el conocimiento científico sobre el aprovechamiento de la cáscara de maracuyá en la alimentación animal, con implicaciones económicas y ambientales significativas (Albán Yépez & Arias Romo, 2019).

## 2. Materiales y Métodos

La presente investigación se llevó a cabo en un laboratorio especializado en formulación y evaluación de alimentos para animales, ubicado en Santo Domingo de los Tsachilas. El estudio tuvo una duración total de 4 meses.

Se utilizaron tres tipos de balanceados formulados con diferentes proporciones de cáscara de maracuyá y otros ingredientes, siendo cada tipo de balanceado asignado aleatoriamente a un grupo de cuyes.

La metodología implementada constó de varias etapas:

- **Análisis de materias primas y formulaciones:** Se realizó un análisis bromatológico de las materias primas utilizando el método del tanteo en Excel. Esto permitió evaluar las características nutricionales de cada ingrediente y formular los balanceados de acuerdo con la normativa establecida para alimentos de cuyes.
- **Obtención de balanceado:** Se prepararon los balanceados en forma de polvo utilizando un mezclador de capacidad adecuada para homogeneizar eficientemente los ingredientes. Además, se obtuvo balanceado pelletizado utilizando un equipo de marca Meelko con capacidades específicas y potencia adecuada.
- **Análisis estadístico:** Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores y tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron la ganancia de peso y la variación bromatológica. Se aplicó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples cuando existió significancia en los datos ( $p \leq 0,05$ ). El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico MINITAB 2017.
- **Evaluación de la ganancia de peso:** Se evaluaron los pesos de los cuyes alimentados durante cuatro semanas con cada uno de los tres balanceados. Las mediciones de peso se realizaron utilizando una balanza electrónica de alta precisión.
- **Caracterización del producto final:** Se determinaron las características bromatológicas del balanceado final siguiendo la metodología de la AOAC (Association of Official Agricultural Chemists).

### 3. Resultados y Discusión

En este estudio, se realizó una evaluación bromatológica de dos formulaciones de balanceados utilizando el método del tanteo en Excel. A continuación, se presentan los resultados de la evaluación bromatológica obtenida por el método del tanteo obtenidos, los cuales se muestran en la tabla 1 y 2, que se presentan a continuación:

**Tabla 1**

*Evaluación bromatológica de la materia prima del balanceado de desperdicios.*

MATERIA	CANTIDAD	P.B %	G.B %	F.B %	E. MET. Kcal/ kg
Maíz amarillo	55	5.06	2.145	1.49	1925
Harina de maracuyá	16	4.192	1.2	0.56	484.8
Cebada	5	0.465	0.1	0.32	127
Soja	16	7.6	0.8	0.8	331.2
Melaza de caña	1	0.65	0.045	0.01	28.5
Harina de pescado	3	0.96	0.12	0.02	60.6
Aceites vegetales	1.5	0	1.425	0	105.5
Fosfato bicalcico	0.5	0	0	0	0
Carbonato de calcio	1	0	0	0	0
Sal	0.5	0	0	0	0
Premezcla	0.5	0	0	0	0
	<b>100</b>	<b>18.9</b>	<b>5.835</b>	<b>3.19</b>	<b>3062.85</b>

*Fuente: Datos obtenidos por el método del tanteo.*

**Tabla 2**

*Evaluación bromatológica de la materia prima del balanceado de desperdicios.*

MATERIA	CANTIDAD	P.B %	G.B %	F.B %	E. MET. Kcal/ kg
Maíz amarillo	71	6.532	2.76	1.92	2485
Cebada	5	0.465	0.1	0.32	127
Soja	16	7.6	0.8	0.8	331.2
Melaza de caña	1	0.65	0.045	0.01	28.5
Harina de pescado	3	0.96	0.12	0.02	60.6
Aceites vegetales	1.5	0	1.425	0	105.5
Fosfato bicalcico	0.5	0	0	0	0
Carbonato de calcio	1	0	0	0	0
Sal	0.5	0	0	0	0
Premezcla	0.5	0	0	0	0
	<b>100</b>	<b>16.2</b>	<b>5.259</b>	<b>3.06</b>	<b>3138.05</b>

*Fuente: Datos obtenidos por el método del tanteo.*

#### Discusión de la evaluación bromatológica por el método del tanteo

De acuerdo a los datos bromatológicos obtenidos por el método del tanteo en Excel, se puede observar que en la tabla 2 se utilizó una combinación de diferentes ingredientes, incluyendo maíz amarillo, cebada, soja, melaza de caña, harina de pescado, aceites vegetales, fosfato bicalcico, carbonato de calcio, sal y premezcla. Los resultados indican que la formulación contiene 16,2% de proteína bruta, 5,259% de grasa bruta, 3,06% de fibra bruta y un contenido energético de 3138,05 Kcal/kg.

El testigo contiene una combinación de maíz amarillo, harina de cascara de maracuyá, cebada, soja, melaza de caña, harina de pescado, desechos de aceite de cocina, fosfato bicalcico, carbonato cálcico, sal y premezcla. Los resultados indican que el testigo contiene 18,9% de proteína bruta, 5,84% de grasa bruta y 3,19% de fibra bruta y 30,60 Kcal/kg., los resultados que se presentan en la figura 3, son los resultados fueron



obtenidos con la formulación del método del tanteo en Excel.

**Tabla 3**

*Evaluación bromatológica de la materia prima del balanceado de desperdicios.*

MATERIA	Testigo (%)	B. polvo %
Maíz amarillo	71	6.532
Harina de cáscara de maracuyá	0	16
Cebada	5	5
Soja	16	16
Melaza de caña	1	1
Harina de pescado	3	3
Aceites vegetales	1.5	1.5
Fosfato bicalcico	0.5	0.5
Carbonato de calcio	1	1
Sal	0.5	0.5
Premezcla	0.5	0.5
	<b>100</b>	<b>100</b>

*Fuente: Datos obtenidos por el método del tanteo en Excel mediante Solver.*

### Discusión de las formulaciones obtenidas por el método del tanteo

La tabla 3 presenta las formulaciones obtenidas utilizando el método de tanteo para la alimentación de animales. Se observa que el testigo, se compone principalmente de maíz amarillo (71%), mientras que la nueva formulación tiene una cantidad ligeramente menor de maíz amarillo (55%) y una mayor cantidad de harina de cascara de maracuyá (16%). Además, se puede ver que los otros ingredientes utilizados en la nueva formulación se mantienen en cantidades similares a las del testigo, incluyendo cebada, soja, melaza de caña, harina de pescado, desechos de aceite de cocina, fosfato bicalcico, carbonato cálcico, sal y premezcla.

### Resultados obtenidos mediante análisis bromatológicos para los tres tipos de balanceados.

**Tabla 4**

*Análisis Bromatológico de balanceado.*

MATERIA	Testigo (%)	B. polvo %	Testigo	Unidades
Humedad	71	11.98	11.91	%
Proteína	0	18.9	16.2	%
Grasa	5	5.84	5.26	%
Ceniza	16	5.11	3.59	%
Carbohidratos	1	-	-	%
Fibra	3	3.19	3.06	%
Energía	1.5	3434.4	3138.05	kcal/kg

*Nota: El balanceado pelletizado se analizó según la metodología AOAC.*

### Discusión del análisis bromatológico de los tres tipos de balanceados

En la tabla 4 se muestra, que las características bromatológicas del balanceado en polvo con el balanceado pelletizado se observan cambios considerables con disminución en proteínas, grasa, fibra y esto se debe a que el proceso de pelletizado implica un aumento considerable de la temperatura y la presión lo que produce una desnaturalización de proteínas, degradación de fibra, el aumento de grasa se debe a que en el pelletizado se agrega aceite vegetal para que cumpla las condiciones adecuadas para ingresar al equipo, y finalmente la energía que proporciona el balanceado pelletizado proporciona una mayor energía que el balanceado en polvo y esto es debido a que el rompimiento de enlaces de los demás componentes produciría una mayor obtención de energía por parte de los cuyes.

Resultados estadísticos obtenidos para ganancia de peso con los tres tipos de balanceados

**Tabla 6**

Resultados de la tabla ANOVA para la ganancia de peso en los cuyes.

F. Variación	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TIPO	2	208.7	140.4	0.14	0.873
Error	6	6060.4	1010.1		
Total	8	6341.1			

Fuente: Los autores.

De acuerdo a la tabla 5 se observa que ninguno de los tres balanceados (pelletizado, polvo, testigo) no tienen efecto significativo sobre la variable de respuesta, ganancia en peso al tener un  $p \geq 0.05$ , por lo que se debe evaluar el costo para determinar cuál es el mejor.

Resultados estadísticos obtenidos para ganancia de peso con los tres tipos de balanceados

**Tabla 6**

Costo de producción del balanceado en polvo

No	Ingredientes	Unidad	Cantidad (kg)	Costo U.	Costo Total
1	Harina de cáscara de maracuyá	1	2.4	\$ 12.00	\$ 3.00
2	Harina de soja	1	2.4	\$ 8.00	\$ 2.00
3	Harina de pescado	1	0.45	\$ 7.00	\$ 1.50
4	Bagazo de cerveza	1	0.75	\$ 10.00	\$ 2.00
5	Carbonato de calcio	1	0.15	\$ 1.00	\$ 0.25
6	Maíz molido (fino)	1	8.25	\$ 26.00	\$ 13.00
7	Melaza	1	0.15	\$ 3.00	\$ 0.25
8	Pre mezcla – Pecutrin	1	0.15	\$ 6.00	\$ 1.50
9	Aceite vegetal	1	0.225	\$ 3.00	\$ 0.50
10	Sal	1	0.075	\$ 0.50	\$ 0.25
<b>Total, de Materia Prima</b>					<b>\$ 24.25</b>

Fuente: Los autores.

## Discusión del análisis de costo del balanceado en polvo



Luego de un análisis detallado de los costos de producción de balanceados experimentales y comerciales, se encontró que el costo de producción del balanceado experimental es de \$24,25 por una cantidad de 10 kg, mientras que el balanceado comercial tiene un costo de \$26,80 por la misma cantidad. La diferencia entre ambos productos es de \$2.55, lo que indica que el balanceado experimental resulta más económico y factible. Además, se pudo determinar que el balanceado experimental es más rentable, ya que se elabora a partir de desechos de maracuyá, lo que le confiere mayores cantidades de proteína, carbohidratos, aminoácidos y pectina. Estas características lo hacen más beneficioso para la alimentación animal, lo que resulta en un mejor rendimiento y una mayor calidad en la producción.

#### 4. Conclusiones

La evaluación bromatológica revela que el balanceado elaborado a partir de desperdicios de maracuyá presenta un perfil nutricional superior al balanceado testigo comercial, mostrando mayores contenidos de proteína bruta, grasas brutas y energía metabolizable. Estos hallazgos respaldan la idoneidad del balanceado de desperdicios como opción nutricionalmente rica para la alimentación de cuyes. La comparación entre distintas presentaciones del balanceado indica que el balanceado en forma de polvo destaca por su elevado contenido proteico y bajo contenido de fibra, lo que lo posiciona como una opción favorable para la alimentación de cuyes. Por otro lado, el balanceado pelletizado sobresale en términos de energía, sugiriendo su utilidad para cuyes que requieren una alta ingesta energética, como aquellos destinados a la reproducción o engorde.

El análisis de varianza (ANOVA) no muestra diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tres tipos de balanceados durante un período de cuatro semanas de alimentación a tres grupos de cuyes diferentes. Esto sugiere que todos los balanceados proporcionaron un efecto similar en el crecimiento de los cuyes evaluados. La comparación de costos revela que el balanceado experimental es más económico de producir en comparación con el balanceado comercial estándar. Con un costo reducido por cada 10 kg, el balanceado experimental emerge como una alternativa viable desde el punto de vista económico para los productores de alimentos para cuyes.

#### 5. Referencias bibliográficas

- Albán Yépez, E. F., & Arias Romo, Á. S. (2019). Diseño, construcción e implementación de una máquina peletizadora de alimentos balanceados para el sector pecuario con capacidad de 100kg/h [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17754>
- Ardoino, A. (2017). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: Uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo / Antimicrobial as growth promoters (AGP) in poultry balanced feed: Use, bacterial resistanc | Ciencia Veterinaria. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/2733>
- Ascheri, J. L. R. (2018). Caracterización Físico-Química de pellets extruidos de torta de Higuierilla (*Ricinus comunis* L) Visando su uso en alimentos balanceados. <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/07/484-Brasil-oral.pdf>
- Carbajal Chávez, C. S. (2015). Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el Valle del Mantaro. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1858>
- Cueva Calle, R. M. (2020). Evaluación de las propiedades físico químicas y microbiológicas, en la harina de cáscara de pitahaya (*Selenicereus undatus* (haw) d.r. Hunt) para uso de raciones alimenticias

- de animales. [bachelorThesis, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/878>
- Espiritu Egoavil, M., & Ucañay Quesquen, P. P. (2017). Propuesta del sistema de gestión de inocuidad agroalimentaria para la empresa de alimentos balanceados para monogástricos. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3256>
- García-Ortega, A., Muy-Rangel, D., Puello-Cruz, A., Villa-López, Y., Escalante-Rojas, M., & Preciado-Iñiguez, K. (2010). Uso de ingredientes de origen vegetal como fuentes de proteína y lípidos en alimentos balanceados para peces marinos carnívoros. *Avances en Nutrición Acuicola*. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/112>
- Garro, J. (2019). Clasificación de aceptación de campañas para una entidad financiera, usando random forest con datos balanceados y datos no balanceados. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2307>
- Gonzalo, C. (2018). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM). <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12015>
- Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., Bonifaz, N., Gutiérrez, F., Estrella, A., Irazábal, E., Quimiz, V., Portilla, A., & Bonifaz, N. (2018). Mejoramiento de la eficiencia de la proteína de los pastos en bovinos de leche utilizando cuatro formulaciones de balanceados. *la granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 115-122. <https://doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.09>
- Lanza, C., & Arreaza, A. (2017). Importancia de la cadena productiva como generador de valor en la elaboración de los alimentos balanceados para animales. *Revista Encuentros*, 1(1), Article 1. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/encuentros/article/view/417>
- Mena-Pérez, R., Madero-Guerrero, A., Villanueva-Espinoza, M., Mena-Pérez, R., Madero-Guerrero, A., & Villanueva-Espinoza, M. (2021). Análisis nutricional de tres alimentos balanceados para cachorros, fabricados y comercializados en Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.21351>
- Muñoz López, D. L. (2017). Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador [masterThesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador]. <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/5999>
- Padilla Vilema, C. D., & Saltos Aguilar, W. (2017). Estrategias promocionales y competitivas para mejorar las ventas de la empresa de balanceados exhibal de la ciudad de Riobamba periodo julio 2016—Julio 2017. [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4344>
- Prieto, V. S., Ahmed, E. salous, Anchundia, M. Y., Mosquera, C., Arizaga, R., & Cadena, N. (2018). Elaboración de alimento balanceado para pollo broiler a base de subproductos de cacao (cáscara, cascarilla y placenta). *Espiraes Revista Multidisciplinaria de investigación*, 2(13), Article 13. <https://doi.org/10.31876/re.v2i13.173>
- Salazar, C. (2019). Repositorio Universidad Técnica de Ambato: La aplicación de la Norma Internacional N. 2 (NIC 2) y el tratamiento contable en las empresas productoras de balanceados de la provincia de Tungurahua. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30495>
- Sánchez Laiño, A., Espinoza Guerra, I., Torres Navarrete, E., Montenegro Vivas, L., Sánchez Torres, J., & García Martínez, A. (2018). Comportamiento de parámetros productivos en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) alimentados con diferentes balanceados peletizados comerciales en el cantón Quevedo provincia de los Rios. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 7(2), 77-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6977655>.
- Santistevan, J. (2018). Cuadro de Mando Integral desde la perspectiva aprendizaje y crecimiento en el sector de alimentos balanceados en Ecuador | Dominio de las Ciencias. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1594>
- Zafra Trelles, A. M., Díaz Barboza, M. E., Dávila Gil, F. A., Fernández Chumbe, R. E., Vela Alva, K. A.,



& Guzmán Santiago, H. H. (2019). Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. Suprema (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 26(2), 815-826. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26219>

Zapata, M. (2017). ¿Esquema oclusal balanceado o no balanceado en dientes monoplanos?: Una revisión de la literatura. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552017000400007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-43552017000400007&script=sci_arttext)