

Powdered food supplement formulated from freeze-dried pre-cooked quinoa (*Chenopodium quinoa* willdenow) and guinea pig meat (*Cavia porcellus*)

Williams Esteward Castillo-Martínez, Ms.¹, Wilson Daniel Símpalo-López, Mg.², Gracia Isabel Galarreta-Oliveros Mg.³, Guillermo Segundo Miñan-Olivos Ms.⁴

¹Universidad Cesar Vallejo, Perú, wcastillom@ucv.edu.pe, ²wsimpalo@ucv.edu.pe, ³ggalarreta@ucv.edu.pe, ⁴Universidad Tecnológica del Perú. c20342@utp.edu.pe

*Abstract -- The objective of this research was to formulate a powdered nutritional supplement based on freeze-dried pre-cooked guinea pig meat (*Cavia Porcellus*) and quinoa (*Chenopodium quinoa* willdenow). The research was applied and experimental, using a D-optimal mixture design with 10 formulations. The guinea pig meat and quinoa were precooked for subsequent dehydration by freeze-drying, then mixed at different percentages according to experimental design and added to an instant soup for tasting by 20 panelists. The proximal composition of the guinea pig meat was carried out, which contained 17.10% protein and a low fat content (8.48%), likewise, the quinoa grains had a high protein value (12.91%) and a low fat composition corresponding to 0.53%. Regarding the sensory acceptability of the product, it was established that a formulation of 9.6% freeze-dried guinea pig meat and 90.4% freeze-dried precooked quinoa optimized the responses to the taste and general acceptability of the supplement added to the instant soup. It is concluded that it is possible to elaborate a food supplement powder based on guinea pig meat and freeze-dried precooked quinoa, with good sensory acceptability.*

Keywords: *Guinea pig (*Cavia Porcellus*), quinoa (*Chenopodium quinoa* willdenow), food supplement, freeze-drying.*

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.240>
ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Suplemento alimenticio en polvo formulado a partir de quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) y carne de cuy (*Cavia porcellus*) precocida liofilizada

Williams Esteward Castillo-Martínez, Ms.¹, Wilson Daniel Simpalo-Lopez, Ms.², Gracia Isabel Galarreta-Oliveros Mg.³, Guillermo Segundo Miñan-Olivos Ms.⁴

¹Universidad Cesar Vallejo, Perú, wcastillom@ucv.edu.pe, ²wsimpalo@ucv.edu.pe, ³ggalarreta@ucv.edu.pe, ⁴Universidad Tecnológica del Perú. c20342@utp.edu.pe

Resumen – La presente investigación tuvo por objetivo formular un suplemento nutricional en polvo a base de carne de cuy (*Cavia Porcellus*) y quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) precocidas liofilizadas. La investigación fue aplicada y experimental, para lo cual se empleó un diseño de mezclas D-óptimo con 10 formulaciones. La carne de cuy y la quinua fueron precocidas para su posterior deshidratación por liofilización, luego fueron mezcladas a diferentes porcentajes según diseño experimental y se les adicionó en una sopa instantánea para su degustación por 20 panelistas. Se la realizó la composición proximal de la carne de cuy, la cual contenía un 17.10% de proteínas y un bajo contenido de grasas (8.48%), asimismo, los granos de quinua presentaron un alto valor proteico (12.91%) y una composición baja en grasa correspondiente a 0.53%. En cuanto a la aceptabilidad sensorial del producto, se estableció que una formulación de 9.6% de carne de cuy liofilizada y 90.4% de quinua precocida liofilizada optimizaba las respuestas frente al sabor y aceptabilidad general del suplemento adiciona en la sopa instantánea. Se concluye que, si es posible elaborar un suplemento alimenticio en polvo a base carne de cuy y quinua precocidad liofilizada, con buena aceptabilidad sensorial.

Palabras claves: Cuy (*Cavia Porcellus*), quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*), suplemento alimenticio, liofilización.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tendencia es desarrollar productos alimenticios promotores de la salud y el bienestar, con propiedades funcionales y enriquecidos con componentes fisiológicamente activos que ayuden a la prevención y tratamiento de enfermedades [1]. En este contexto surgen los suplementos alimenticios, que son preparaciones diseñadas para aportar nutrientes bioactivos como proteínas, aminoácidos, fibras, vitaminas, minerales y ácidos grasos, con el fin de cubrir su demanda en el organismo [2].

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero roedor, de la zona andina de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia [3]. Desempeña un papel destacado como modelo experimental para la investigación médica y como mascota, y también se utiliza para la producción de carne [3], [4]. La carne de cuy es magra; con un contenido de grasa menor al 10 %, alto contenido de proteínas y bajo en colesterol y sodio es ideal para incluirla en una alimentación variada y equilibrada apta para todos los grupos poblacionales, desde niños hasta ancianos; presenta una serie de beneficios para la salud humana, ya que es fuente de proteína, hierro y vitamina B12,

razón que la posiciona como un excelente alimento dietético [5], [6]. Existe un interés creciente en el uso comercial del cuy para la producción de carne, ya que tiene un alto contenido de proteínas (alrededor del 20 %) y un bajo contenido de colesterol y sodio, lo que es nutricionalmente interesante [4]. Esta carne se consume principalmente en países andinos, países latinoamericanos y África [7]. Perú tiene la población de cuyes más grande de América Latina, el consumo anual de carne de cuy en el Perú es de aproximadamente 16 500 toneladas, las cuales provienen del sacrificio de aproximadamente 65 millones de animales producidos, principalmente en sistemas ganaderos familiares [8], [9].

Por otra parte, la quinua, es un grano andino originario de los Andes y ha sido utilizado en la alimentación de las poblaciones andinas desde la época prehistórica, generalmente como reemplazo de proteínas animales. A pesar de que no es un alimento rico en proteínas (14-20%), su importancia radica en la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para una adecuada dieta del ser humano y que le confieren un considerable valor biológico [10]. La quinua contiene más contenido proteico y una distribución equilibrada de aminoácidos esenciales que los cereales, asemejándose al valor biológico de la proteína en la leche. Supera a los cereales en el nivel de lípidos, proteínas, fibras dietéticas, vitaminas B1, B2, B6, C, E y minerales, especialmente calcio, fósforo, hierro y zinc. Además de presentar una alta calidad nutricional, también se caracteriza por ser libre de gluten, característica que posibilita una mayor oferta y variedad de productos alimenticios más nutritivos y adecuados para los pacientes celíacos. Todo esto ha contribuido al aumento del interés y popularidad de su uso entre las personas que buscan alimentos alternativos con alto valor nutricional, particularmente en los países desarrollados, estimulando así la producción para la exportación, especialmente por parte de los países andinos [10]–[12]. Esta planta no pertenece a la familia de las gramíneas pero produce semillas que pueden ser molidas en harina y utilizadas como cultivo de cereal, por lo que habitualmente se le denomina pseudo-cereal. A partir de la harina de quinua se producen una serie de productos tostados y horneados, como pan, galletas, bizcochos, fideos,

pasta y panqueques, entre otros [13]. Además, las semillas de quinua se pueden fermentar para hacer cerveza, o una bebida alcohólica ceremonial tradicional de América del Sur llamada 'chicha'[14].

La deshidratación de alimentos por liofilización presenta la ventaja de no afectar severamente la funcionalidad de las proteínas y otros componentes nutricionales, como otras técnicas de deshidratación lo hacen, por tanto, se utilizarían para mezclas secas rehidratables [15]. Este tipo de tecnología es muy poco utilizado en nuestro país, de modo que realizar este proceso es aún costoso; no obstante, muchos países vienen trabajando a fin de lograr el costo-beneficio a partir del cual consideramos que en un futuro cercano esta tecnología será accesible para la industria alimentaria [15], [16]. La liofilización es una técnica que se utiliza a menudo en el caso de la producción de alimentos secos de fideos, pastas, frutas, verduras, camarones, carnes y pescados. La razón principal es que los alimentos mencionados anteriormente son perecederos y difíciles de conservar como productos frescos. Estos productos secos se pueden almacenar fácilmente, transportar a un costo relativamente bajo y tienen costos de empaque reducidos, y su bajo contenido de agua retrasa el deterioro microbiano [17].

El suplemento debe cumplir con una serie de propiedades fisicoquímicas que permitan la facilidad de su uso, su estabilidad y su durabilidad por un periodo suficiente desde que se produce hasta que se consume. Así por ejemplo, si se trata de un producto líquido, deberá ser homogéneo, de baja viscosidad relativa y estéril; si su presentación es en forma de polvo, deberá tener una solubilidad elevada y libre de microrganismos patógenos [18].

En ese sentido, el objetivo de la investigación fue evaluar la aceptabilidad de un suplemento alimenticio formulado a partir de quinua (*Chenopodium quinoa willdenow*) y carne de cuy (*Cavia porcellus*) precocidas liofilizadas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la investigación fue experimental a nivel de laboratorio, ya que se controlarán las variables (formulaciones) identificando las relaciones causa efecto entre estas, teniendo como variables dependientes la aceptabilidad sensorial del producto.

A. Desarrollo del suplemento alimenticio:

Se aplicó la metodología de superficies de respuesta para optimizar la formulación del suplemento alimenticio, para lo cual se aplicará el diseño de mezclas, con el que se obtuvieron diferentes formulaciones variando el porcentaje de carne de cuy y quinua precocida liofilizada, adicionalmente de otras especias; posteriormente se determinará la mezcla óptima en función al grado de aceptabilidad del producto mediante una evaluación sensorial. Se elaboró el diagrama de operación de proceso productivo.

B. Análisis Proximal de materia prima fresca y precocida deshidratada por liofilización:

El análisis proximal estuvo conformado por la determinación de proteínas (AOAC-920.87), grasa (AOAC-922.06), cenizas (AOAC-923.03) y humedad (AOAC-925.10).

C. Evaluación de la aceptabilidad:

Cada una de las formulaciones fue sometida a la evaluación sensorial por un panel no entrenado los cuales calificaron la aceptabilidad del producto a considerar: sabor, olor, color, apariencia general. La evaluación de la aceptabilidad tuvo un instrumento con escala continua. Se empleó una sopa instantánea para todas formulaciones y se les adicionó el suplemento nutricional en 5% del total de la sopa preparada, para luego proceder a la evaluación por los panelistas.

D. Análisis de datos:

La evaluación de los datos obtenidos de la evaluación sensorial (olor, color, sabor y apariencia) fueron registrados y analizados en el programa Design Expert V.7.0. Una vez obtenidos los resultados experimentales, se procedió a realizar el análisis de varianza de cada una de las variables dependientes y se ajustaron los resultados a un modelo cuadrático. Para la optimización de las formulaciones se realizaron a partir de los modelos matemáticos, con un intervalo de confianza del 95% para los resultados experimentales.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Desarrollo del proceso productivo.

En la figura 01 se detalla el Diagrama de Operación de procesos, en el cual se puede observar que hay 10 operaciones, 4 operaciones combinadas y 2 inspecciones.

3.2. Análisis Proximal de materia prima fresca y precocida deshidratada por liofilizado:

En la tabla 1, se detalla la caracterización proximal de la carne de cuy fresca y precocida liofilizada, así como la quinua natural y quinua precocida liofilizada.

Tabla 3. Análisis proximal de la carne de cuy y quinua fresca y precocida liofilizada

Valor nutricional (%)	Carne de cuy		Quinua	
	Fresca	Precocida liofilizada	Fresca	Precocida liofilizada
Proteína	17.10±0.10 ^a	71.44±1.35 ^b	12.91±0.05 ^d	14.42±0.42 ^c
Grasa	8.48±0.41 ^a	20.49±1.30 ^b	0.53±0.01 ^d	0.15±0.01 ^c
Ceniza	0.97±0.04 ^a	3.60±0.17 ^b	2.53±0.04 ^d	2.36±0.06 ^c
Humedad	69.26±0.85 ^a	2.09±0.02 ^b	11.31±0.02 ^d	4.30±0.07 ^c

Valores promedio con 3 repeticiones, ±DE

Los superíndices distintos en las columnas significan que hubo diferencia significativa ($p=0.05$).

En la tabla 3, se puede observar que el proceso de liofilización logró reducir la humedad de la carne de cuy de 69.26±0.85% a 2.09±0.02% y de la quinua 11.31±0.02% a 4.30±0.07%, presentando un mayor contenido de proteína y grasa la carne de cuy precocida liofilizada en comparación con la quinua precocida liofilizada.

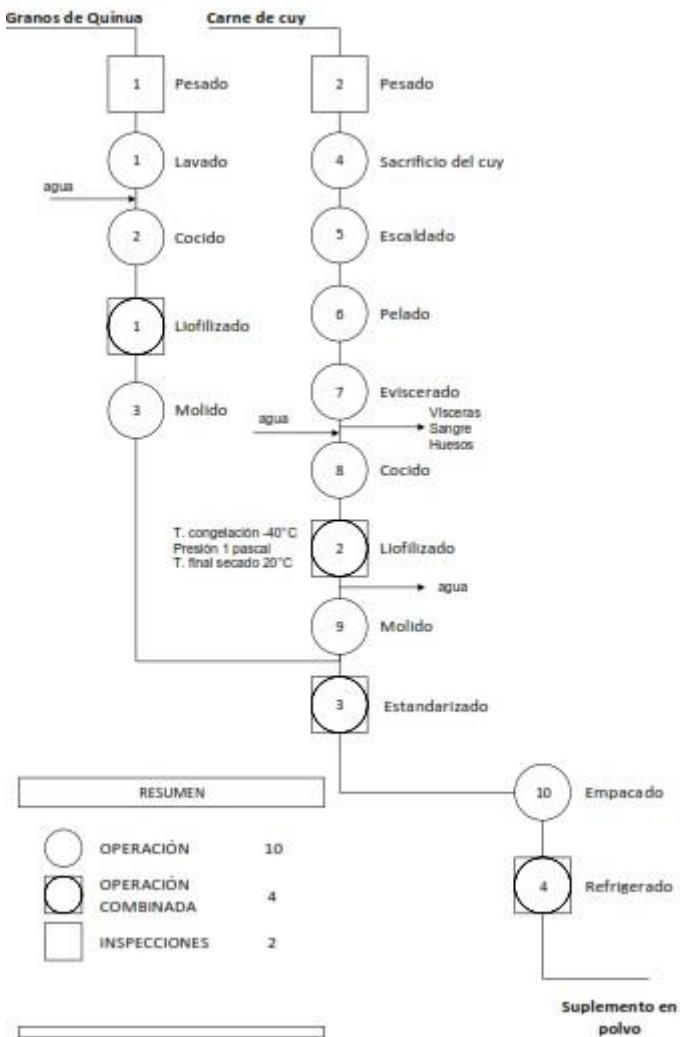


Fig. 1: Diagrama de operaciones para el proceso productivo de un suplemento nutricional a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) y carne de cuy (*Cavia porcellus*) precocidas liofilizadas

3.3. Evaluación de la aceptabilidad del suplemento alimenticio desarrollado

En la figura 2 se puede observar, que conforme aumenta la proporción de carne de cuy precocida liofilizada aumenta el sabor, teniendo un máximo de puntuación de sabor en 9% de carne de cuy y 91% de quinua precocida liofilizada.

En la figura 3 se puede observar, que conforme aumenta la proporción de carne de cuy precocida liofilizada aumenta el olor, teniendo un máximo de puntuación de olor en 10% de carne de cuy y 90% de quinua precocida liofilizada.

En la figura 4 se puede observar, que conforme aumenta la proporción de carne de cuy precocida liofilizada aumenta la aceptabilidad, teniendo un máximo de puntuación de aceptabilidad en 9% de carne de cuy y 91% de quinua precocida liofilizada.

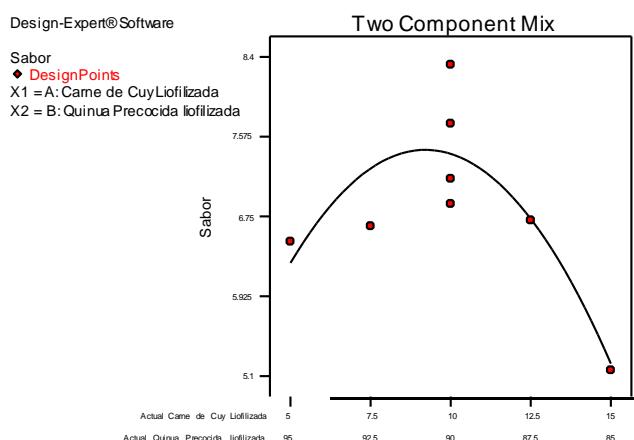


Fig. 2: Gráfico de interacción de la mezcla de carne de cuy y quinua precocidas liofilizadas para el sabor del suplemento nutricional en polvo.

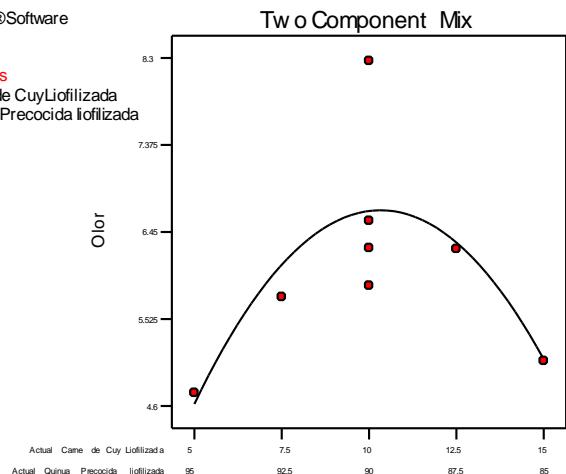


Fig. 3: Gráfico de interacción de la mezcla de carne de cuy y quinua precocidas liofilizadas para el sabor del suplemento nutricional en polvo.

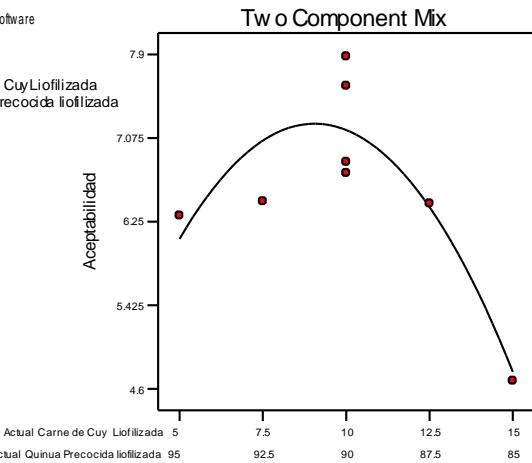


Fig. 4: Gráfico de interacción de la mezcla de carne de cuy y quinua precocidas liofilizadas para la aceptabilidad del suplemento nutricional en polvo.

Para determinación la mejor formulación se aplicó la metodología de función deseada con los criterios de maximizar las características sensoriales de sabor, olor y aceptabilidad las cuales fueron estadísticamente significativas. Se obtuvo el mayor valor de deseabilidad (0.673) para la formulación 9.6% de carne de cuy precocida liofilizada y 90.4% de quinua precocida liofilizada.

En la presente investigación, se diseñó el proceso productivo para el desarrollo de un suplemento nutricional, a base de quinua y carne de cuy (*Cavia porcellus*), a través de un proceso de liofilización de las materias primas y de esa manera, obtener un producto que no requiera de insumos químicos, que conserve el valor nutricional y que tenga una vida útil amplia. Por su parte, Lopes et al. [1] diseñaron un suplemento alimenticio en polvo formulada con carne de rana toro liofilizada, al contrastar ambos diseños, se puede resaltar que un

proceso de liofilizado brindaría ventajas nutricionales y de conservación [19]; sin embargo, actualmente el proceso de liofilización aún presenta un alto costo de producción.

Duarte, [6] indicaba que la carne de cuy (*Cavia porcellus*) contiene un porcentaje de grasa menor al 10%, con alto contenido de proteínas (mayor a 17%); otras investigaciones indican el bajo contenidos de colesterol (65mg/100g) y sodio, alto contenido de Omega 3, vitaminas (especialmente del complejo B en proporción hasta de 15mg/100g) y un alto contenido de aminoácidos indispensables para el organismo; resultados, que se corroboran en los resultados de los análisis de la carne de cuy utilizada en el suplemento que en su estado fresco tenía 17.12% de proteínas y 8.95% de grasa.

El desarrollo del suplemento alimenticio consideró que para su consumo éste debía mezclarse con una sopa casera en una proporción de 5/100 por plato individual y debería ser añadido durante la etapa de cocción de la misma. En el caso del suplemento desarrollado por Rosado [18], su diseño y desarrollo estableció que la dosis necesaria era de 44 gramos de los productos para niños y de 52 gramos del producto para mujeres. El suplemento tipo bebida para niños se preparaba disolviendo la dosis en 150 mililitros de agua (un vaso pequeño) y mezclando con una cuchara. Otra característica de dicho producto es que se disolvía fácilmente en el agua mientras que en la presente investigación se tuvo dificultades para una mezcla homogénea durante su disolución.

En el caso de la aceptabilidad del suplemento alimenticio, la presente investigación determinó que las proporciones empleadas en el suplemento alimenticio influyen de manera significativa sobre el sabor y la aceptabilidad general del producto; asimismo, el análisis estadístico estableció que la aceptación del producto podía maximizarse hasta alcanzar una deseabilidad de 0.673 si se utilizaba 9.60% de carne de cuy precocida liofilizada y un 90.40% quinua precocida liofilizada en la formulación del suplemento. De forma distinta, Arruti [20] midió la aceptabilidad de un suplemento con un método de menor rigor estadístico; donde cuantificó el número de individuos con opinión favorable; es por ello que según su escala un 62% lo calificó como “me gusta mucho”, el 35% declaró que “le gusta”, mientras que el 3% optó por “no me gusta”.

IV. CONCLUSIÓN

La producción del suplemento alimenticio es viable, así mismo, se determinó que para la fabricación del producto se deben emplear: 10 operaciones, 4 operaciones combinadas y 2 inspecciones. La carne de cuy, así como la quinua, son productos altamente nutritivos por su contenido proteico y bajo nivel de grasa. El producto solo contendrá el polvo liofilizado de la materia prima sin ningún aditivo, compuesto o material químico; así mismo, su presentación será en empaque de aluminio y deberá mantenerse en refrigeración. El suplemento debe ser incluido en pruebas industriales, en una presentación de 100 g, utilizando 9.13 g de carne de cuy y 90.87 g de kiwicha, ya que dicha formulación maximizó las respuestas más significativas para el panel de degustación (sabor y aceptabilidad en general).

V. REFERENCIAS

[1] R. S. Lopes, J. T. de Seixas Filho, S. C. R. P. Mello, E. Rodrigues, and L. R. Luquez, “Nutrição inovadora: carne de rã-touro liofilizada e pulverizada para utilização como suplemento alimentar,” *Res. Soc. Dev.*, vol. 9, no. 10, p. e3079107849, Sep. 2020, doi: 10.33448/rsd-v9i10.7849.

[2] O. B. Belloli, J. S. dos Santos, J. R. Silva, I. S. C. Scachetti, G. N. Costa, and R. J. H. Castro-Gomez, “Food supplement based on whey protein isolate, probiotic and β -glucan: effects on anthropometric measurements and immunity in women,” *Res. Soc. Dev.*, vol. 9, no. 12 SE-, p. e24591211116, Dec. 2020, doi: 10.33448/rsd-v9i12.11116.

[3] D. Sánchez-Macías, L. Barba-Maggi, A. Morales-delaNuez, and J. Palmay-Paredes, “Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality,” *Meat Sci.*, vol. 143, no. May, pp. 165–176, 2018, doi: 10.1016/j.meatsci.2018.05.004.

[4] C. Mínguez-Balaguer, A. Calvo Capilla, V. A. Zeas Delgado, and D. Sánchez Macías, “A comparison of the growth performance, carcass traits, and behavior of guinea pigs reared in wire cages and floor pens for meat production,” *Meat Sci.*, vol. 152, pp. 38–40, 2019, doi: 10.1016/j.meatsci.2019.02.012.

[5] A. Francisco and E. Argote, “Agroindustrialización de la carne de cuy,” *Rev. Científica Guillermo Ockham*, vol. 10, no. 2, pp. 217–218, 2012, doi: 10.21500/22563202.2374.

[6] C. Duarte, “para utilizarla en la elaboración de un embutido fermentado Characterization of the guinea pig (Cavia porcellus),” vol. 14, no. 1, pp. 39–45, 2016.

[7] N. D. V. Kouakou *et al.*, “Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (Cavia porcellus L.),” *Meat Sci.*, vol. 93, no. 4, pp. 821–826, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.036>.

[8] M. Pascual, D. J. Cruz, and A. Blasco, “Modeling production functions and economic weights in intensive meat production of guinea pigs,” *Trop. Anim. Health Prod.*, vol. 49, no. 7, pp. 1361–1367, 2017, doi: 10.1007/s11250-017-1334-4.

[9] L. B. F. de Figueiredo *et al.*, “Effect of sex on carcass yield and meat quality of guinea pig,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 57, no. 8, pp. 3024–3030, 2020, doi: 10.1007/s13197-020-04335-3.

[10] A. M. M. Filho, M. R. Pirozi, J. T. D. S. Borges, H. M. Pinheiro Sant’Ana, J. B. P. Chaves, and J. S. D. R. Coimbra, “Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects,” *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 8, pp. 1618–1630, 2017, doi: 10.1080/10408398.2014.1001811.

[11] C. R. Spehar, “NOVAS CULTIVARES Quinoa BRS Piabiru : alternativa para diversificar,” *Pesq. agropec. bras.*, no. 1, pp. 889–893, 1998.

[12] G. Almeida and A. Correa, “Amaranto (Amaranthus Ssp) E Quinoa (Chenopodium Quinoa) Alimentos,” *Ensaio e Cienc.*, vol. 13, pp. 77–92, 2009.

[13] A. Bhargava, S. Shukla, and D. Ohri, “Chenopodium quinoa—An Indian perspective,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 23, no. 1, pp. 73–87, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.04.002>.

[14] R. Vilcacundo and B. Hernández-Ledesma, “Nutritional and biological value of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.),” *Curr. Opin. Food Sci.*, vol. 14, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1016/j.cofs.2016.11.007.

[15] V. Wahl, J. Khinast, and A. Paudel, *Lyophilized protein powders: A review of analytical tools for root cause analysis of lot-to-lot variability*, vol. 82. Elsevier B.V., 2016.

[16] A. Solari-Godiño, J. Córdova-Ramos, S. Pilco-Quesada, L. Cerrón-Mallqui, M. Albrecht-Ruiz, and J. Sánchez, “Proximal composition and functional properties of lyophilized surimi of *Dosidicus gigas* ‘jumbo squid,’” *Sci. Agropecu.*, vol. 8, no. 1, pp. 57–62, 2017, doi: 10.17268/sci.agropecu.2017.01.05.

[17] H. Kawasaki, T. Shimanouchi, and Y. Kimura, “Recent Development of Optimization of Lyophilization Process,” *J. Chem.*, vol. 2019, p. 9502856, 2019, doi: 10.1155/2019/9502856.

[18] J. L. Rosado *et al.*, “Desarrollo y evaluacion de suplementos alimenticios para el Programa de Educacion, Salud y Alimentacion,” *Salud Publica Mex.*, vol. 41, no. 3, pp. 153–162, 1999, doi: 10.1590/s0036-36341999000300003.

[19] D. A. Vera y Aragón Quintero and M. J. Cantalejo Díez, “Efecto del envasado en atmósfera modificada sobre la conservación de la carne de ternera liofilizada,” *Investig. Agrar.*, vol. 18, no. 1, pp. 15–21, 2016, doi: 10.18004/investig.agrar.2016.junio.15-21.

[20] I. Arruti, M. B. Fernández, and R. Martínez, “Diseño y Desarrollo de una barra energética para deportistas de triatlón .,” *Enfermería Cuid. Humaniz.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–31, 2015.

