Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

Inclusión de Cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado en la alimentación de cuyes y su efecto sobre los parámetros productivos

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

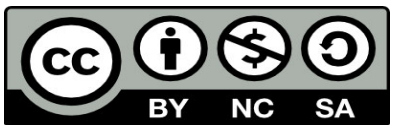
Nel Brandon QUEZADA MEZA

ASESOR

Sandra Gracia BEZADA QUINTANA

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Quezada N. Inclusión de Cushuro (Nostoc sphaericum) microencapsulado en la alimentación de cuyes y su efecto sobre los parámetros productivos [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2023.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	NEL BRANDON QUEZADA MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	7491059
URL de ORCID	----------
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Sandra Gracia Bezada Quintana
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40628304
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9516-0805
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Miguel Angel Ara Gómez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	00064196
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Victor Hernán Bazán Rodriguez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09535736
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Víctor Manuel Vélez Marroquín
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29633416
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.4.2.4. Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal.
Grupo de investigación	Grupo de Investigación de Nutrición y Alimentación Animal - GINAA
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Proyectos de Investigación para Grupo de Investigación con Finamiento. PCONFIGI. Código: A20080771

	Resolución: 01686-R-20
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: San Borja Dirección: Av. Circunvalación 2800. Latitud: -12.08348 Longitud: -76.984573
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2021 a junio 2021
URL de disciplinas OCDE	Ciencia veterinaria https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.03.00

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **viernes 21 de abril de 2023**, a las **12:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral **Nº 0022-EPMV/FMV-2023**, integrado por los siguientes profesores:

Ing. Agr. PhD.	**Ara Gómez, Miguel Angel**	**Presidente del Jurado**
MV. Mg.	**Bezada Quintana Sandra Gracia**	**Asesora de la Tesis**
MV. Mg.	**Bazán Rodriguez, Victor Hernán**	**Miembro del Jurado**
MV. Mg.	**Vélez Marroquín, Víctor Manuel**	**Miembro del Jurado**

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: **QUEZADA MEZA, NEL BRANDON** para optar el Título Profesional de Médico Veterinaria, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

"INCLUSIÓN DE CUSHURO (*Nostoc sphaericum*) MICROENCAPSULADO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES Y SU EFECTO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS"

Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Asesor de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECISÉIS (16)**.

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:20 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

UNMSM
Firmado digitalmente por ARA GOMEZ Miguel Angel FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 29.05.2023 14:07:51 -05:00

Ara Gómez, Miguel Angel: Ing. Agr. PhD. Prof. Principal DE

Bezada Quintana Sandra Gracia: MV. Mg. Prof. Asociado DE

Bazán Rodríguez, Víctor Hernán: MV. Mg. Prof. Asociado DE

Vélez Marroquín, Víctor Manuel: MV. Mg.Sc. Prof. Auxiliar TC

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria
ep.veterinaria@unmsm.edu.pe
"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario

1. Facultad: Medicina Veterinaria
2. Escuela: Medicina Veterinaria
3. Autoridad académica que emite el informe de originalidad: Escuela Profesional de Medicina Veterinaria.
4. Apellidos y Nombres de la Autoridad Académica: Santiani Acosta, Alexei Vicent
5. Operador del Programa Informático de similitudes: Sandoval Monzón Rocío Silvia.
6. Documento evaluado: "Inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado en la alimentación de cuyes y su efecto sobre los parámetros productivos"
7. Autor del documento: NEL BRANDON QUEZADA MEZA
8. Fecha de recepción del documento: 29 de enero del 2023
9. Fecha de aplicación del programa informático: 30 de enero del 2023
10. Software utilizado
    - Turnitin
11. Configuración del programa detector de similitudes:
    - Excluye textos entrecomillados
    - Excluye bibliografía
    - Excluye cadenas menores de 40 palabras
    - Exclusión de fuentes para buscar similitud
12. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes: 7%
13. Fuentes originales de similitudes encontradas:
    - cybertesis.unmsm.edu.pe 3%
    - hdl.handle.net 2%
    - www.entornointeligente.com <1%
    - es.scribd.com <1%
    - dev.scielo.org.pe <1%
    - cybertesis.uach.cl <1%
    - repositorio.lamolina.edu.pe <1%
14. Observaciones: el mayor porcentaje de las similitudes halladas en la tesis evaluada se encuentra en la sección revisión bibliográfica.
15. Calificación de originalidad:
    DOCUMENTO CUMPLE CRITERIOS DE ORIGINALIDAD, SIN OBSERVACIONES.

Fecha del informe: 06 de feberero del 2022

UNMSM
Firmado digitalmente por SANTIANI ACOSTA Alexei Vicent FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.06.2023 10:34:12 -05:00

Dr. Alexei Vicent Santiani Acosta
Director EPMV

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis amados padres Nel Quezada Lucio y Nancy Meza Arteaga por su amor incondicional, por su sacrificio, por la motivación constante y sobre todo por los consejos que me brindaron. Gracias a ustedes, he podido completar todas mis metas y he podido convertirme en la persona que soy.

A mis queridos hermanos Benjamín y Lucas, por su cariño incondicional y por permitirme ser su ejemplo a seguir.

A mi abuela Francisca Lucio por su cariño y afecto incondicional.

A mi pareja Jazmín Giraldo, por ser mi compañera quien siempre brindo su amor, compresión y apoyo en todo momento.

A la Dra Sandra Bezada, por su apoyo constante, por confiar en mí y por permitirme realizar este maravilloso trabajo de investigación.

A mis amigos en general, por su apoyo y motivación a seguir este camino.

A mis mascotas, especialmente a Rocky y Michu por ser mi motivación para estudiar esta maravillosa carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme tener una maravillosa familia que siempre me apoyo en todo momento a cumplir mis metas.

A mi asesora de tesis Dra. Sandra Bezada por permitirme desarrollar este trabajo de investigación, especialmente por brindarme de su tiempo, asesoría y apoyo durante todas las etapas del proyecto.

Al Laboratorio de Bioquímica Nutrición y Alimentación Animal, especialmente a la Dra. Sofía López y al Dr. Fernando Carcelén, por brindarme el apoyo necesario para poder ejecutar este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Facultad de Medicina Veterinaria por ser mi alma máter en toda mi etapa universitaria profesional.

Contenido

RESUMEN 6
ABSTRACT 7
LISTA DE FIGURAS 8
LISTA DE CUADROS 8
I. INTRODUCCIÓN 9
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 11
2.1 La crianza de cuy en el Perú: 11
2.2 Características de la carne de cuy: 11
2.3 Problemas durante la crianza: 13
2.4 Aditivos alimentarios funcionales: 13
2.5 Cushuro: 14
2.5.1 Características Morfológicas: 15
2.5.2 Hábitat: 15
2.5.3 Taxonomía: 15
2.5.4 Mecanismo de nutrición: 16
2.5.5 Valor nutricional y usos: 16
2.6 Cushuro como aditivo alimenticio funcional: 17
2.7 La técnica de microencapsulación y su ventaja en la alimentación: 18
2.7.1 Materiales de encapsulación: 20
2.7.2. Quitosano: 21
2.7.3 Técnicas de microencapsulado: 21
2.7.4 Método de secado por aspersión: 22
III. MATERIALES Y MÉTODOS 24
3.1 Lugar de ejecución y periodo de experimentación 24
3.2 Material biológico 24
3.3 Instalaciones y materiales 24
3.4 Tratamientos: 25
3.5 Dietas experimentales y composición nutricional: 25
3.5.1 Elaboración de las dietas: 28
3.6 Toma de muestras para el análisis de parámetros productivos y análisis químico proximal de la carcasa: 30
3.7 Parámetros por evaluar: 30
3.7.1 Parámetros Productivos: 30
3.7.2 Rendimiento y análisis químico proximal de la carcasa: 31
3.8 Diseño experimental: 34
3.9. Cálculo del tamaño muestral: 35
3.10 Análisis estadístico: 35

IV. RESULTADOS 36
4.1 Parámetros productivos: 36
4.1.1 Ganancia de peso: 37
4.1.2 Consumo de Materia Seca: 37
4.1.3 Conversión Alimenticia (CA): 37
4.1.4 Rendimiento de carcasa: 37
4.2 Análisis químico proximal de la carcasa de cuy: 38
V. DISCUSIÓN 40
VI. CONCLUSIONES 46
VII. RECOMENDACIONES 47
VIII. LITERATURA CITADA 48
IX. ANEXOS 57

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado en la dieta de cuyes de engorde sobre los parámetros productivos. Para el presente estudio se realizó una crianza de 8 semanas con 50 cuyes machos destetados a los 15 días de edad mejorados genéticamente. Los animales fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar en cinco (05) tratamientos con 10 repeticiones por tratamiento: T1: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado; T2: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) seco y molido; T3: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) fresco hidratado; T4: Dieta base + APC (bacitracina de zinc al 0.05%) y T5: Dieta base. Se evaluaron parámetros productivos (ganancia de peso, consumo total de alimento e índice de conversión alimenticia), rendimiento de carcasa y se realizó un análisis químico proximal de la carne una vez finalizada la crianza. Se concluye que la inclusión de cushuro microencapsulado (*Nostoc sphaericum*) tiene un efecto positivo ($p<0,05$) sobre el comportamiento productivo (ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia) y el rendimiento de la canal en comparación con el grupo control. La inclusión de cushuro en la dieta no afectó ($p>0.05$) el contenido químico nutricional de la carne de cuy.

Palabras claves: *Cavia porcellus*, *Nostoc sphaericum*, microencapsulado, parámetros productivos.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of including microencapsulated cushuro (Nostoc sphaericum) in the diet of fattening guinea pigs on production parameters. For the present study, an 8-week breeding period was carried out with 50 genetically improved male guinea pigs weaned at 15 days of age were distributed by means of a completely random design in five (05) treatments with 10 repetitions per treatment: T1: Base diet + 2% microencapsulated cushuro (Nostoc sphaericum); T2: Base diet + 2% dried and ground cushuro (Nostoc sphaericum); T3: Base diet + 2% fresh hydrated cushuro (Nostoc sphaericum); T4: Base diet + APC (0.05% zinc bacitracin) and T5: Base diet. Productive parameters (weight gain, total feed intake and feed conversion rate), carcass yield at 8 weeks of rearing were evaluated, and a proximal analysis of meat was performed once rearing was completed. It is concluded that the inclusion of microencapsulated cushuro (*Nostoc sphaericum)* has a positive effect ($p<0.05$) on productive behaviour (weight gain, dry matter intake and feed conversion) and carcass yield compared to the control group. The inclusion of cushuro in the diet did not affect ($p>0.05$) the chemical nutritional content of the guinea pig meat.

Key words: *Cavia porcellus, Nostoc sphaericum*, microencapsulation, productive parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura1. Representación esquemática de una microcápsula.

Figura 2. Diferentes tipos de micropartículas y liposomas.

Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del cushuro microencapsulado

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de carne de cuy en una muestra de 100g.

Cuadro 2. Contenido de vitaminas y minerales en una muestra de 100g de carne de cuy.

Cuadro 3. Insumos y porcentajes utilizados para la elaboración de la dieta base

Cuadro 4. Análisis químico proximal porcentual y energía calculada de la dieta base.

Cuadro 5. Composición de las dietas experimentales con inclusión de cushuro.

Cuadro 6. Análisis químico proximal del *Nostoc sphaericum* empleado en el estudio.

Cuadro 7. Promedios de los parámetros productivos de cada tratamiento evaluado.

Cuadro 8. Promedios de los resultados obtenidos en el Análisis químico proximal de la carne de cada tratamiento evaluado.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes es una actividad tradicional realizada por muchas familias en nuestro país con el objetivo de obtener una fuente de alimento de bajo costo de producción. Suele ser realizada en áreas comunes del hogar como la cocina o traspatio y se suele utilizar como fuente de alimento desechos vegetales. No obstante, la demanda en el consumo de la carne de cuy se ha incrementado en los últimos años debido principalmente a que es un producto muy palatable y con un alto valor nutricional. Esta demanda no solo se limita al mercado interno, puesto que también se ha evidenciado un incremento en las exportaciones de este producto (MINAGRI, 2019). Como resultado, muchas de estas familias productoras han optado por adoptar un sistema de crianza intensiva convirtiéndose de esta manera en pequeños y medianos productores, quienes a nivel nacional son los que poseen una mayor cantidad de especímenes (INEI, 2017; INIA, 2020).

Abandonar la crianza tradicional para adoptar un sistema intensivo, implica una serie de cambios que el productor debe asumir. Como una mejora en la infraestructura de las granjas, la aplicación de medidas de bioseguridad e incluso una mayor inversión en la alimentación de los especímenes (INIA, 2019). Siendo este último el más importante para el productor, debido a que los costos de alimentación representan alrededor de un 70 % de los costos totales (Ponte y Quesquén, 2021). No obstante, en los últimos años se ha venido observando un incremento progresivo en el precio de los insumos utilizados para la elaboración de concentrados lo que ha ocasionado un aumento en los costos de producción (Zamora y Callacná, 2017). A raíz de este problema, los productores se han visto en la necesidad de buscar nuevas estrategias alimentarias para poder afrontar este incremento en los precios de los alimentos.

Una de las alternativas frecuentemente utilizadas son los aditivos alimentarios funcionales. Estos aditivos son productos añadidos intencionalmente a la dieta con el

objetivo de obtener mejores resultados en el rendimiento productivo (Ravindran, 2010). Existen diferentes tipo de aditivos, cada uno con diferentes propiedades entre ellos destacan los probióticos, prebióticos, simbióticos, enzimas y los antibióticos promotores de crecimiento (APC). Siendo estos últimos lo más utilizados por los productores. No obstante, en las últimas décadas se ha relacionado a los APC con el incremento en la resistencia microbiana a los antibióticos (Gadde *et al.,* 2017; Salim *et al.,* 2018). Por lo tanto, hay un gran interés en la búsqueda de nuevos aditivos alimentarios funcionales que cumplan la acción de los APC en producción animal.

Las microalgas cianófitas de la especie *Nostoc sphaericum* conocida comúnmente como "cushuro", se pueden consideran como un aditivo alimentario funcional debido a que contribuyen a la dieta con significativo contenido nutricional y una gran diversidad de compuesto bioactivos. A estos compuestos se les atribuye efectos antioxidantes, antinflamatorios y antimicrobianos (Petrova *et al.,* 2020; Ampofo y Abbey, 2022). Su uso y beneficio de las microalgas del género Nostoc en la alimentación de cuyes ya ha sido reportado con anterioridad donde se obtuvieron resultados óptimos en la ganancia de peso con la suplementación de harina de *Nostoc commune* (Carhuapoma *et al.,* 2015).

Una desventaja al emplear los aditivos alimenticios, incluyendo el cushuro, es su sensibilidad a condiciones adversas como contaminación, humedad, temperatura, pH, oxidación, luz, etc. Condiciones que suelen estar presentes durante el almacenamiento, procesamiento o también dentro del organismo, como por ejemplo durante la interacción con las barreras gastrointestinales. Esta exposición provoca una pérdida en la actividad biológica de los aditivos afectado en gran medida su propiedades benéficas. Ante este escenario la tecnología de microencapsulado actuaría como un método ideal para proteger a los aditivos alimentarios. Esta tecnología permite formar microcapsulas que otorgan una protección polimérica a los aditivos mejorando su estabilidad y viabilidad ante condiciones adversas. Al aplicar esta tecnología en las dietas, las microcápsulas podrían superar fácilmente las barreras gastrointestinal hasta llegar al intestino donde serán liberados y aprovechados adecuadamente (Parra, 2010; Luna *et al,* 2016).

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado sobre los parámetros productivos y composición químico proximal de la carcasa en cuyes de engorde.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La crianza de cuy en el Perú:

El cuy domesticado (*Cavia porcellus*) es un mamífero histricomorfo, monogástrico herbívoro, nativo de la zona andina de países sudamericanos como Perú, Ecuador, Bolivia y Colombia. (MINAGRI, 2020). Su crianza se caracteriza por ser una actividad familiar destinada a la producción de carne principalmente en la serranía peruana. No obstante, en la actualidad tanto su consumo como producción se han extendido a otras áreas de nuestro país, encontrando productores tanto en la costa como en selva alta. Para el año 2017 se reportó una producción anual de 21 mil toneladas de carne de cuy, alcanzando ese año un consumo per cápita de 0,66 kg por persona y se pronostica que esta cifra se incrementara con el pasar de los años. Además, en el 2018 se exportaron alrededor de casi 10 mil kg de carne de cuy al extranjero siendo el principal destino Estados Unidos (MINAGRI, 2019; INIA, 2020).

Esta creciente demanda ha generado que en el Perú exista una población superior a 17 millones de cuyes lo cual representa un 37 % más que la población registrada en el censo del año 2012 (INEI, 2017). Sin embargo, debido a que algunas zonas del país no han sido registradas, se estima que la población actual equivale a más de 22 millones. Los responsables de este crecimiento poblacional son los más de 800,000 pequeños productores, quienes, para satisfacer la creciente demanda de la carne de cuy, tanto nacional como internacional, realizan una crianza que es dependiente de recursos forrajeros y al manejo intensivo de su crianza (ANDINA, 2019; INIA, 2019).

2.2 Características de la carne de cuy:

La carne del cuy es un alimento palatable y tiene una óptima digestibilidad (MINAGRI, 2019). A nivel nutricional posee un elevado contenido proteico y bajos niveles de grasas (Cuadro 1), además de aportar minerales y vitaminas esenciales para la nutrición del ser humano (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición nutricional de carne de cuy en una muestra de 100g (MINSA, 2017; MINAGRI, 2019).

Conponente nutricional	Valor en %
Agua	78.10%
Proteínas	19.00%
Grasas totales	1.60%
Carbohidratos (totales y disponibles)	0.10%
Minerales	1.20%

Cuadro 2. Contenido de vitaminas y minerales en una muestra de 100g de carne de cuy (MINSA, 2017; MINAGRI, 2019).

Minerales	Contenido
Calcio	29 mg
Fosforo	258 mg
Zinc	1.57 mg
Hierro	1.90 mg
Vitaminas	**Contenido**
Tiamina	0.06 mg
Riboflavina	0.14 mg
Niacina	6.5 mg

Según lo reportado por Sarria (2005) la carne de cuy tiene un contenido proteico de 20.3%, (superior a lo reportado por el MIDAGRI, 2019), el cual es mayor al de otras especies como la del porcino (12.4%), vacuno (18.70%) e incluso la del pollo (18.20%). El contenido de grasas totales aportados es de 1,6% conteniendo bajos niveles de colesterol y triglicéridos; y además aporta ácidos grasos esenciales como el linoleico y linolénico de gran importancia para la nutrición del ser humano ya que no pueden ser sintetizados por el organismo. (MINSA, 2017; MINAGRI, 2019).

Los aportes nutricionales proporcionados por la carne de cuy lo convierten en un alimento de gran importancia para la salud de los seres humanos, es por esta razón que la popularidad de este alimento lo ha vuelto una alternativa ideal al consumo de otras carnes.

2.3 Problemas durante la crianza:

La popularidad de la carne de cuy ha ocasionado un incremento en el número de granjas productoras en nuestro país. Estas se caracterizan por ser en su mayoría pequeños o medianos productores (INEI, 2017). Sin embargo, el iniciar una producción intensiva implica una serie de cambio que el productor debe asumir. Como mejoras en la infraestructura de la granja, bioseguridad y alimentación de los animales (INIA, 2020).

Con respecto a la alimentación, esta representa entre un 65 - 70% de los costos totales (Guamán, 2021; Ponte y Quesquen, 2021). La razón de este valor es debido a que, si no se cubren las necesidades nutricionales de la especie durante la crianza, los cuyes no podrán expresar su potencial genético ocasionando un pobre desempeño productivo al finalizar la campaña (Yoplac *et al*., 2017). Por lo tanto, el productor debe invertir en la adquisición de forraje y/o concentrado de calidad con el fin de evitar pérdidas en la rentabilidad (Manrique, 2020). Sin embargo, en los últimos años el costo de las materias primas tradicionales, como el maíz o la soya, han incrementado exponencialmente ocasionando que sean de difícil acceso para los productores (Yoplac *et al.,* 2017; Guamán, 2021;). Como resultado de esta problemática, se observa un incremento en los costos de producción que afecta en gran medida a los pequeños o medianos productores, quienes son lo que manejan una mayor cantidad de cuyes a nivel nacional (Yoplac *et al.,* 2017; INEI, 2017). Por otro lado, si el productor no invierte en medidas de bioseguridad, existe la gran posibilidad de la aparición de enfermedades como la salmonelosis, linfadenitis, neumonías o bronconeumonías y parasitosis, que suelen generan pérdidas económicas (FONCODES, 2014; INIA, 2020).

Finalmente, debido a que los costos en alimentación son los más elevados y de mayor importancia para el productor. Se ha generado gran interés en la búsqueda de alternativas alimentarias que permitan satisfacer las necesidades nutritivas del cuy, que brinden mejoras sobre el rendimiento productivo y que sean de fácil acceso para el productor.

2.4 Aditivos alimentarios funcionales:

Los aditivos alimentarios funcionales son productos añadidos intencionalmente en la formulación de la dieta o en el agua con el objetivo de mejorar las características

nutricionales del pienso, mejorar el rendimiento productivo, favorecer el bienestar o la salud del animal y mitigar el impacto ambiental de la producción animal. En términos generales, estos aditivos buscan influenciar favorablemente la producción animal para obtener buenos resultados al final de la campaña (Ravindran, 2010). No obstante, la problemática que presentan estos aditivos proviene de los productores, quienes los utilizan de manera excesiva sin tener conocimientos en dosis ni los requerimientos de la especie, lo que puede traer consecuencias negativas a largo plazo (Valdizán, 2018). Entre los diferentes tipos de aditivos podemos encontrar a los acidificantes, los probióticos, prebióticos, simbióticos y enzimas (Gadde *et al.,* 2017).

Un caso aparte es el uso de aditivos sintéticos como son los antibióticos promotores de crecimientos (APC). Estos son añadidos a la dieta durante la producción con el objetivo de controlar o prevenir brotes de enfermedades, reducir la mortalidad, generar un incremento en la ganancia de peso y para obtener mejores índices de conversión alimenticia (Gaskins et al., 2002; Errecalde, 2004; Arenas y Moreno, 2017). Sin embargo, en las últimos años su uso viene siendo cuestionado por múltiples estudios debido a la existencia de una conexión entre el uso de APC y el incremento en la resistencia de las bacterias a los antibióticos (Cepero, 2006; Gadde *et al.,* 2017). Esta situación es de gran importancia para salud publica debido a que los fármacos utilizados para combatir bacterias patógenas estarían perdiendo su efectividad debido a la aparición de poblaciones de bacterias resistentes. Por este motivo la regulación y prohibición de los APC se ha incrementado con el pasar de los años alrededor del planeta (Espinoza, 2017).

Debido a esta problemática, surge un gran interés por la búsqueda de nuevos aditivos alimentarios funcionales de origen natural que permitan mejorar el desempeño productivo sin presentar consecuencias negativas por su utilización.

2.5 Cushuro:

El cushuro es un alimento de gran valor nutricional que está presente en la mayoría de los países andinos como Perú, Bolivia, Chile y Ecuador, en donde es consumido debido a sus bondades nutricionales. Es considerado como una fuente nutricional de bajo costo debido a que suelen ser recolectados de riachuelos o cuerpos de agua, donde pueden ser recolectados en grandes cantidades sobre todo durante las épocas de lluvias. Es conocido

en diferentes regiones con diferentes nombres como “cushuro”, “murmunta”, “llayta”, “llullucha”, “yoyo”, “luche” o “uvas de los ríos” (Cadena *et al*., 2013; Ponce, 2014).

2.5.1 Características Morfológicas:

Son algas Cianofitas formadas por colonias de cianobacterias en forma de esferas translucidas de aspecto gelatinoso que suelen crecer en épocas de lluvia formando una especie de racimos de uva. Presentan un color verde azulado con un tamaño aproximado de 10 a 25 mm de diámetro por esfera (Aldave, 1989; Ponce, 2014). El color verde azulado se debe al pigmento como la ficocianina (azul) y la clorofila (verde) (Ponce, 2014).

2.5.2 Hábitat:

El cushuro suele estar presente en regiones andinas con una altura superior a los 3000 msnm principalmente en ambientes con cuerpos de agua. En el Perú suelen habitar regiones como Áncash, Apurímac, Arequipa, Cajamarca, Cerro de pasco, Chachapoyas, Cusco, Junín y Puno (Aldave, 1989; Ponce, 2014). Suelen encontrarse en los bordes de lagos, lagunas, charcos de agua, puquios o riachuelos flotando libremente en forma de colonias gelatinosas (Roldán, 2015). Además, pueden permanecer en un estado latente ante condiciones inhóspitas, como una sequía, hasta ser nuevamente activadas gracias a la hidratación proporcionada durante las temporadas de lluvia (Ponce, 2014; Alvarado y Rodríguez, 2017).

2.5.3 Taxonomía:

El cushuro estudiado en este trabajo de investigación se clasifica dentro del Dominio Bacteria, Filum *Cyanobacteria*, Orden *Nostocales*, familia *Nostocaceae*, género *Nostoc* y especie *sphaericum* (Schoch *et al*., 2020) cuya constancia de identificación taxonómica se detalla en el Anexo 10. Es importante mencionar otras especies como: “*Nostoc indistiguenda, Nostoc cicadae, Nostoc desertorum, Nostoc calcícola, Nostoc flagelliforme, Nostoc lichenoides, Nostoc paludosum, Nostoc punctiforme, Nostoc*

commune, Nostoc piscinale, Nostoc muscorum" las cuales se vienen utilizando en la alimentación humana y en la industria.

2.5.4 Mecanismo de nutrición:

El cushuro es una cianobacteria que realiza fotosíntesis mediante el cual puede obtener los nutrientes necesarios para su supervivencia. Además, al igual que algunas bacterias comparten la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico y utilizarlo como sustrato, aunque este proceso solo sucede en ausencia de luz (Cadena *et al.,* 2013). Esta fijación se realiza gracias a los heterocistos que son células especializadas en captar el nitrógeno atmosférico (Ortiz, 2015). El nitrógeno fijado será transformado en precursores de aminoácidos, los que luego serán utilizados para generar proteínas (Ponce, 2014). Este proceso ocasionaría que se incremente el contenido proteico en el cushuro.

Es importante mencionar que gracias a los pigmentos fotosintéticos son capaces de resistir a la radiación ultravioleta, lo que favorece a la fotosíntesis y permite su supervivencia en ambientes extremos (Ponce, 2014). Además, gracias a la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico esta cianobacteria puede adaptarse en ambiente donde el nitrógeno es escaso o inexistente (Rubio, 2018).

2.5.5 Valor nutricional y usos:

La información nutricional de este producto indica que por cada 100 g de cushuro deshidratado se obtienen 242 kilocalorías, 29 g de proteínas, 0.5 g de grasas totales, 46.9 g de carbohidratos totales, 147 mg de calcio, 64 mg de fósforo, 83,60 mg de hierro, 0.20 mg de Tiamina, 0.41 mg de Riboflavina, 15.1 g de agua y 8.5 g de cenizas (MINSA, 2017). En relación con el análisis químico bromatológico, los resultados obtenidos indican 30 – 35% de proteínas, 50% de hidratos de carbono y 17% de lípidos. De los carbohidratos, los polisacáridos presentes son un 30% de ácido galacturónico y ácido glucónico; 10% ramnosa; 25% D-xilosa; 35% galactosa y glucosa (Gantar y Svirčev, 2008; Roldán, 2015). En nuestro estudio se realizó el análisis químico proximal del cushuro utilizado para la elaboración de las dietas experimentales, cuyo resultado se visualizan en la sección materiales y métodos y en el Anexo 11 del presente manuscrito.

El cushuro es una fuente importante de alimentación en diferentes partes del mundo, incluyendo al Perú, debido a sus propiedades nutricionales puede ser consumido fresco, seco, deshidratado y preparado en diferentes comidas como sopas, guisos, postres, etc. (Roldán, 2015). Además, los pobladores de Huancavelica suelen emplear el cushuro como insumo alimenticio para sus animales en determinadas épocas del año, en temporada de lluvia, bajo dos formas de presentación: el fresco hidratado y seco molido (Carhuapoma *et al.,* 2015).

2.6 Cushuro como aditivo alimenticio funcional:

El cushuro puede ser considerado como un alimento funcional debido a que posee una gran variedad de nutrientes y compuestos bioactivos, como los polifenoles, pigmentos fotosintéticos o acido linoleico, son algunos de los múltiples ingredientes funcionales que posee esta cianobacteria (Lozada, 2018). Diferentes estudios señalan que, al ser añadidos al alimento, contribuyen con la nutrición y además ejercen efectos beneficios sobre la salud del espécimen (Ampofo y Abbey, 2022).

Se postula que los compuestos bioactivos como los polifenoles, carotenoides, ficocianina, antocianinas o catequinas actuarían como antioxidantes, ayudando a reducir el deterioro celular ocasionado por el estrés oxidativo (Chávez, 2014; Fernández y Suyón, 2018; Bejarano y Huamani, 2022). De igual manera, la ficocianina, escitonemina, acido linoleico y también los carotenoides serian, responsables de ejercer efectos antinflamatorios en el organismo (Gouveia *et al*., 2010; Ampofo y Abbey, 2022). Además, Según lo reportado por Li y Guo (2019) los polisacáridos extracelulares, además de atribuirle propiedades antioxidantes, presentaron la capacidad de poder restaurar la microbiota intestinal alterada en ratones por lo podría considerarse como un posible prebiótico.

Por otro lado, según lo señalado por Ampofo y Abbey (2022) al cushuro se le atribuye propiedades antimicrobianas. Gupta y Vyas (2021) reportaron un componente bioactivo denominado “Nostophycin” quien actuaría como antibiótico contra *Staphylococcus sp.* y *Escherichia coli*. De igual manera Li y Guo (2017) señalaron al “Noscomin” como responsable de ejercer actividad antibacteriana contra las bacterias anteriormente mencionadas. Sin embargo, los estudios anteriormente señalados fueron realizados en

pruebas *in-vitro* por lo que es necesario realizar otros estudios para comprobar la veracidad de estas propiedades en animales de experimentación.

Con respecto a utilización de cianobacterias como aditivos alimentarios funcionales, estudios como el de Taipe (2021) demostraron que la administración de estos aditivos ejerce efectos sobre el peso final y tasa de crecimiento de *Litopenaeus vannamei* que es una especie de camarón. Con respecto a cuyes, se han reportado resultados óptimos en la ganancia de peso con dietas que contenían harina de *Nostoc commune* (Carhuapoma *et al.,* 2015).

Si bien la suministración de cushuro en forma de harina presentó resultados favorables en cuyes de engorde, en la actualidad aún no existen estudios sobre otras formas de administración de este aditivo alimenticio. Por lo tanto, se recomienda la utilización de técnicas modernas empleadas en la industria alimentaria como el microencapsulado el cual ha demostrado buenos resultados permitiendo el mejor aprovechamiento de los nutrientes y compuestos bioactivos presentes en el aditivo alimentario encapsulado.

2.7 La técnica de microencapsulación y su ventaja en la alimentación:

La microencapsulación es una técnica utilizada para el recubrimiento de sustancias bioactivas con una matriz semipermeable esférica, delgada, fuerte y de naturaleza polimérica con el objetivo de otorgarles protección contra condiciones no deseables como la humedad, temperatura, pH o reacciones de oxidación producidos por el contacto con luz u oxígeno (Montes *et al.,* 2006; Valenzuela *et al.,* 2013; Arroyo, 2015).

La estructura formada con esta tecnología se define como microcápsula **(Figura 1).** Esta estructura tiene la particularidad de estar formada por un núcleo recubierto por un agente encapsulante. Este núcleo es el material por encapsular que puede encontrase en estado sólido o líquido, también se le denomina fase interna o principio activo. Y el agente encapsulante, también denominado capa externa, matriz o pared; puede estar formada de diferentes biopolímeros que usualmente no reacciona con el material a encapsular (Pedroza, 2002; Arroyo, 2015).

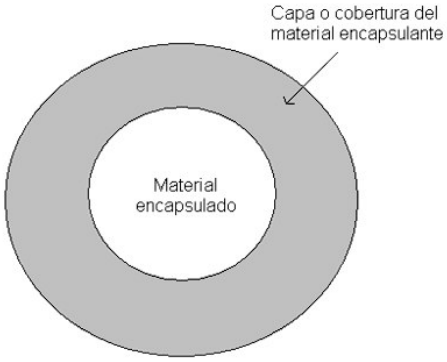


Figura1. Representación esquemática de una microcápsula. Imagen obtenida de Castañeta *et al.,*2011.

La tecnología del microencapsulado permite diseñar una amplia variedad de estructuras, quienes varían en la forma, numero de membranas o núcleos y tamaño **(Figura 2)**. Las microcápsulas pueden ser esféricas o irregulares, con una (monocubierta) o múltiples capas (multicubierta) e incluso núcleos múltiples (multinúcleos) que contiene una combinación de varios materiales. Además, el tamaño puede variar desde nm a pocos mm (Pedroza, 2002; Arroyo, 2015).

Es importante mencionar a los liposomas, que son otro tipo de estructuras comúnmente usados en ciencias veterinarias, son formaciones micelares que pueden ser pequeños liposomas unilamelares (SUV), grandes (LUV) y compuestos por múltiples bicapas concéntricas (MLV) (Pedroza, 2002; Valenzuela *et al.,* 2013).

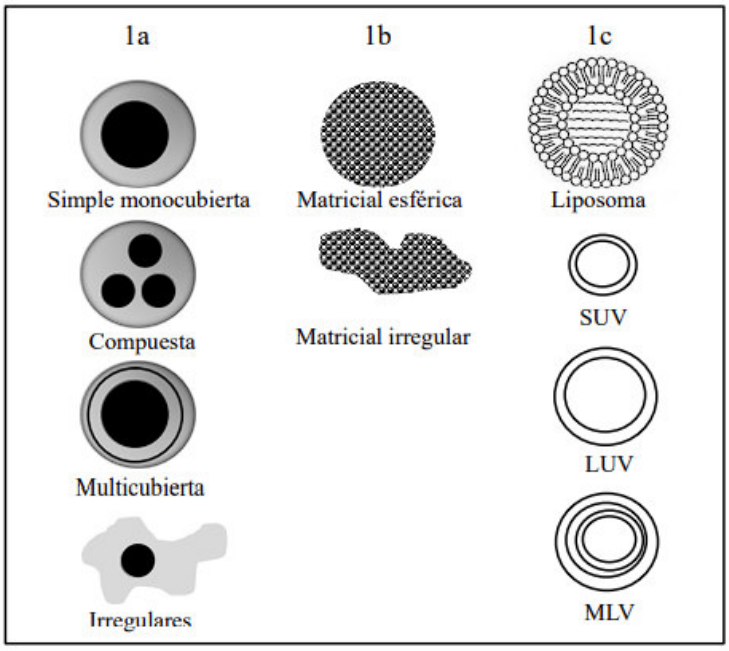


Figura 2. Diferentes tipos de micropartículas y liposomas. Imagen obtenida de Valenzuela *et al*., 2013.

Esta tecnología otorga a los materiales encapsulados una protección que les permite ser más estables y viables ante condiciones adversas. Es por este motivo que es utilizado en materiales frágiles o sensibles a ambientes adversos como es el caso de antioxidantes, pigmentos, aceites poliinsaturados, vitaminas, minerales, prebióticos, probióticos, medicamentos, vacunas, entre otros (Augustin y Hemar, 2009; Valenzuela *et al.,* 2013). De igual manera, este método otorga a los materiales encapsulados una mejora en sus características nutricionales y sensoriales como el sabor, aroma y apariencia; lo que mejoraría la palatabilidad y aceptación por parte de los animales (Betoret *et al.,* 2011; Castañeta *et al.,* 2011; Luna *et al.,* 2016). Otras ventajas de tecnología es la capacidad de superar las barreras gastrointestinales y liberar el contenido encapsulado en un sitio específico del intestino de manera controlada; lo que permite incrementar el tiempo de actividad de la sustancia encapsulada en el organismo (Parra, 2010; Arroyo, 2015; Luna *et al.,* 2016).

2.7.1 Materiales de encapsulación:

Los biopolímeros son los materiales utilizados para encapsular sustancias. Existen una gran variedad de estos materiales que poseen tanto características como propiedades variadas; además de existir una compatibilidad o rechazo entre cada uno ellos. Estos materiales influyen en la eficiencia de la encapsulación, la estabilidad, tamaño o forma, propiedades funcionales y el cómo se pueden utilizar estas microcápsulas (Luna *et al*., 2016). Es por esta razón que los materiales de encapsulación deben ser escogidos antes de realizar el proceso de microencapsulado. Sobre todo, cuando se desea diseñar una microcápsula con más de una capa (Pedroza, 2002; Arroyo, 2015). Entre las principales características que debe tener el biopolímero ideal; están la propiedad de ser inocuo para el organismo, tener propiedades emulsificantes, resistente al tracto intestinal, baja higroscopicidad, proteger correctamente al núcleo, no ser reactivo con el núcleo, biodegradables, carecer de características organolépticas indeseables y ser viablemente económico (Valenzuela *et al.,* 2013; Luna *et al.,* 2016).

Los biopolímeros utilizados suelen ser de origen natural como el colágeno, quitosano, polisacáridos o polihidroxialcanoatos que son de origen animal, marino, vegetal y microbiano respectivamente. También se pueden utilizar polímeros sintéticos, derivados

del petróleo, siempre y cuando sean seguros para la alimentación animal (Valenzuela *et al*., 2013; Arroyo, 2015).

Cada material presenta características únicas y son utilizados según se requiera. Por ejemplo, los polisacáridos aportan viscosidad a la mezcla, poseen una buena solubilidad en el agua, y tiene una excelente capacidad para formar películas. Por otro lado, los lípidos proveen una barrera protectora contra el vapor de agua y permite el transporte de las cápsulas en medios liposolubles. Además, para mejorar las propiedades de estos materiales se realizan combinaciones como ocurren entre los carbohidratos y proteínas (Valenzuela *et al.,* 2013; Luna *et al.,* 2016).

2.7.2. Quitosano:

El quitosano es polisacárido natural derivado de la quitina (Pulido y Beristain, 2010). Es utilizado como biopolímero natural debido a su alta biocompatibilidad con otros componentes, a su baja toxicidad, baja viscosidad a altos contenidos de sólidos y otras propiedades ideales para ser utilizado como capsula de sustancias bioactivas (Aguirre, 2011; Arroyo J, 2015). Entre ellas destaca la capacidad de actuar como un protector coloidal lo que impide que la solución (material a encapsular con quitosano) se aglutinen o sedimenten (Pulido y Beristain, 2010). Además, puede inmovilizar compuestos por acción química y atrapamiento físico. Al forma la microcápsula tiene la característica de no ser soluble en agua, pero si en soluciones acidas lo que le permite llegar al intestino donde puede ser fácilmente degradado por la microbiota intestinal (Arroyo J, 2015).

2.7.3 Técnicas de microencapsulado:

Los métodos de encapsulación se clasifican en dos grupos los físicos o mecánicos y los químicos. En los métodos químicos podemos citar a la coacervación, polimerización interfacial, gelificación iónica, incompatibilidad polimérica y atrapamiento en liposomas. Mientras en los físicos, los método comúnmente utilizados son el secado por aspersión, liofilización, extrusión, emulsión y lecho fluidificado (Pedroza, 2002; Parra, 2010; Luna *et al,* 2016).

2.7.4 Método de secado por aspersión:

Es un proceso de encapsulación muy utilizado para proteger sustancias debido a la simplicidad del proceso y su bajo costo. El objetivo de este método es lograr que un fluido sea transformado en un material sólido, para esto primero se atomizará el fluido en forma de gotas minúsculas que serán expuesta a un medio de secado en caliente y el resultado de esta interacción dará como resultado una microcápsula cubierta por una matriz de naturaleza polimérica (Pedroza, 2002). Una ventaja de este proceso es que se pueden encapsular materiales sensibles al calor, debido a que el tiempo de exposición a las altas temperaturas presentes en este método es relativamente corto permitiendo así una adecuada conservación. Además, este método posee una eficiencia de encapsulación elevada encontrándose entre el 96 y 100%, superando a otros métodos de encapsulado (Parra, 2010; Arroyo, 2015).

Este proceso se caracteriza por presentar tres etapas; la preparación de la emulsión o dispersión, homogenización y atomización. La primera consiste en la preparación de una emulsión o dispersión del material a encapsular en una solución de encapsulante, luego se atomizará este material formándose finas gotas que será expuestas a un medio de secado en caliente lo que ocasionará una rápida evaporación del solvente formándose una fina película del material de recubrimiento que recubrirá al material a encapsular. Durante este proceso es importante controlar parámetros como las temperaturas del aire de secado (entrada y salida), el flujo de alimentación del producto a secar, el tiempo de permanencia en el secado y que la materia prima este debidamente acondicionada (Pedroza, 2002; Parra, 2010). Los materiales por utilizar influirán en la estabilidad de la emulsión antes de iniciar con el proceso de secado, en el tamaño de partícula deseado, en las propiedades de flujo, en las mecánicas y en la vida útil del material a deshidratar. En este estudio se empleará el quitosano, biopolímero que ha demostrado un buena actividad como microcápsula al proteger sustancias bioactivas como prebióticos (Pulido y Beristain, 2010; Arroyo J, 2015).

Finalmente, la microencapsulación es una tecnología que se ha desarrollado enormemente en las últimas décadas, debido a sus múltiples ventajas se puede utilizar en diferentes áreas como la industria alimenticia, ciencias biomédicas, ciencias veterinarias, agricultura, ingeniería, industria textil y cosmética (Parra, 2010; Valenzuela *et al.,* 2013). En alimentación animal se ha logrado emplear la microencapsulación por método de

secado por aspersión para proteger e incrementar la estabilidad de los carotenoides suministrados en la dieta de aves de corral y peces (Larroza y Zerlotti, 2007). Además, en el estudio realizado por Jurado y Zambrano (2020) se evidencio una mejora con respecto a los parámetros productivos e inmunológicos de pollos de engorde alimentados con *Lactobacillus casei* microencapsulado. De igual manera Gutiérrez et al. (2016) obtuvo resultados optimo con respecto a el peso y la talla de los alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) alimentados con probióticos microencapsulados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución y periodo de experimentación

La fase experimental se realizó en la "*Unidad de crianza de Cuyes*" del "*Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal*" (LBNAA) de la "*FMV-UNMSM*", ubicada en el distrito de San Borja, Lima. Finalizada la crianza se colectaron las muestras de carcasa y se procesaron en LBNAA. La fase experimental (periodo de engorde) tuvo una duración de 8 semanas. El periodo de experimentación se realizó durante los meses de enero a junio del 2021.

3.2 Material biológico

Se utilizaron 50 cuyes (*Cavia porcellus*) machos destetados de 15 días de edad cruces de las líneas genéticas "*Perú*" y "*Andina*", con peso vivo promedio de 290 gramos. Los cuyes se repartieron aleatoriamente en cinco tratamientos con diez repeticiones por cada tratamiento.

3.3 Instalaciones y materiales

Los cuyes se alojaron en 50 pozas individuales de 0.20 m^2 de área. Las pozas utilizadas poseían las mismas características: piso y paredes de cemento, techo protegido con malla. Antes de empezar con la crianza las pozas se limpiaron y desinfectaron con glutaraldehído al 20%.

Para el suministro de agua y alimento se emplearon comederos y bebederos de arcilla revestidos con esmalte blanco, los cuales fueron previamente lavados y desinfectados antes de su uso con amonio cuaternario. Además, se utilizaron múltiples materiales para

trabajo en la granja como: guantes descartables, mascarillas, mandil, balanza digital Coretto® para registro de peso de los animales y peso de los alimentos, jabas de plástico por 40 x 30 x 25cm, material de disección. Para el análisis químico proximal de la carne se utilizaron los siguientes equipos: digestor y destilador de proteínas marca Labconco®, balanza analítica marca Biobase®, digestor de fibra marca Labconco® y mufla de incineración Nabertherm®, estufa de laboratorio Biobase®.

3.4 Tratamientos:

Se evaluaron cinco tratamientos con diez repeticiones cada uno. A cada tratamiento le corresponde una dieta en específico:

- T1: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado.
- T2: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) seco y molido.
- T3: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) fresco hidratado.
- T4: Dieta base + APC (bacitracina de zinc al 0.05%).
- T5: Dieta base.

Los tratamientos se iniciaron inmediatamente culminado el periodo de adaptación que fue una semana desde su llegada a la "Unidad de crianza".

3.5 Dietas experimentales y composición nutricional:

La alimentación suministrada fue mixta, a base de alimento concentrado (según el tratamiento correspondiente) y alfalfa fresca (*Medicago sativa*). Diariamente por las mañanas se suministró la ración correspondiente a cada tratamiento en proporción al 10% del peso vivo en materia seca, además se suministró la alfalfa en proporción al 10% de peso vivo. El contenido de nutrientes de la alfalfa, en base seca, realizado en el LBNAA fue: proteína 18.50%, fibra cruda 23.20%, extracto etéreo 3.50%, cenizas 8.40%, extracto libre de nitrógeno (ELN) 46.40% (AOAC, 2007). Para calcular la cantidad de alimento a administrar se utilizó el peso vivo semanal promedio correspondiente a cada tratamiento. El agua fresca fue ofrecida diariamente en bebederos de 300ml de capacidad. El alimento concentrado y agua se suministró en horas de la mañana (8:00am) y la alfalfa en horas de la tarde (3pm).

La dieta base suministrada se elaboró considerando los requerimientos nutricionales para esta especie, utilizando el Programa Formulador de raciones para animales Dapp Nutrition® (2003). Los insumos utilizados se detallan en el "cuadro 3" y el análisis químico proximal en el "cuadro 4". La metodología utilizada para el análisis químico proximal fue para proteína cruda el método AOAC 976.05, para análisis de extracto etéreo el método AOAC 954.02, para determinación de cenizas el método AOAC 942.05, para la determinación de fibra cruda el método AOAC 991.413 modificado y el cálculo de ELN se realizó por diferencia (en base seca) mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{ELN = 100 - (\%Proteina + \%\ Extracto\ Etéreo + \%\ Ceniza)}$$

La misma metodología de la AOAC se utilizó para el análisis proximal de la carcasa de los cuyes con excepción del método de fibra cruda el cual no se realizó en la carne. En el ítem 3.7.2. se describe en detalle la metodología AOAC empleada para el análisis de la carne de cuyes.

Cuadro 3. Insumos y porcentajes utilizados para la elaboración de la dieta base[1].

Insumos	**Porcentajes (%)**
Subproducto de trigo molido	69.495
Harina integral de soya	12.348
Torta de Soya	8.000
Maíz nacional	8.000
Carbonato de calcio	0.981
Fosfato bicálcico dihidratado	0.676
Sal común	0.500
TOTAL	100.000

[1]DAPP-Nutrition. 2003. Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal (LBNAA). FMV. UNMSM.

Cuadro 4. Análisis químico proximal porcentual y energía calculada de la dieta base (tal como ofrecido)[1].

Nutriente	Media
Humedad %	11.61
Proteína (N x 6.25) %	18.65
Grasa %	5.10
Fibra cruda %	7.88
Cenizas %	5.70
ELN %	51.06
Energía Digestible Mcal/Kg	2.89

[1]Análisis químico proximal realizado en el LBNAA. FMV. UNMSM. Método AOAC, 2007.

En el "cuadro 5" se describen la composición de las dietas pertenecientes a cada tratamiento.

Cuadro 5. Composición de las dietas experimentales con inclusión de cushuro[1].

Insumos	Dieta con 2% de cushuro microencapsulado (%)	Dieta con 2% de cushuro seco y molido (%)	Dieta con 2% de cushuro fresco (%)
Subproducto de trigo molido	66.209	66.209	67.483
Harina integral de soya	13.501	13.501	12.350
Torta de Soya	8.000	8.000	8.000
Maíz nacional	8.000	8.000	8.000
Carbonato de calcio	1.000	1.000	0.981
Fosfato bicálcico dihidratado	0.740	0.740	0.676
Sal común	0.550	0.550	0.510
Cushuro (Nostoc sphaericum)	2.000	2.000	2.000
TOTAL	100.000	100.000	100.000

[1]DAPP-Nutrition. 2003. LBNAA. FMV. UNMSM. Método AOAC, 2007.

El cushuro suministrado provenía de la región Junín, el cual era adquirido a un proveedor particular. En análisis químico proximal del cushuro se detalla en el "cuadro 6" y en el Anexo 11. La metodología utilizada para el análisis químico proximal fue similar a la utilizada en el análisis de las dietas experimentales y alfalfa, para proteína cruda se empleó el método AOAC 976.05, para análisis de extracto etéreo el método AOAC 954.02, para determinación de cenizas el método AOAC 942.05, para la determinación de fibra cruda el método AOAC 991.413 modificado y el cálculo de ELN se realizó por diferencia (en base seca).

Cuadro 6. Análisis químico proximal[1] del *Nostoc sphaericum* empleado en el estudio.

Cushuro *(Nostoc sphaericum)*	**Base húmeda %**	**Base seca %**
Humedad %	97.53	…..
Base seca %	….	2.47
Proteínas %	1.08	43.6
Grasas %	0.004	0.15
Fibra cruda %	0.15	6.1
Cenizas %	0.1	4.1
ELN %	1.14	46.06
Total	100.00	100.0

[1]Análisis químico proximal realizado en el LBNAA**.** FMV.UNMSM. Método AOC, 2007.

3.5.1 Elaboración de las dietas:

Para el tratamiento T1 se realizó la microencapsulación mediante el método de secado por atomización o aspersión, siguiendo el diagrama de flujo que se detalla en la figura 3.

Una vez obtenido el insumo microencapsulado se procedió a añadirlo a la dieta base del tratamiento T1 gracias a la ayuda de la mezcladora de alimento y fueron almacenados en costales de 20kg de capacidad.

La preparación de las raciones se realizó en el área del molino del "*Laboratorio de Producción Avícola y Especies Menores de la FMV*" con la ayuda de una mezcladora de insumos y se almacenaron en sacos de 20 kg.

Para preparación de la dieta T2, se procedió a deshidratar el insumo (cushuro) en una estufa convencional durante 72h a una temperatura de 55-70°C, seguidamente se molió con ayuda de un mortero y pilón. Este insumo fue añadido a la mezcladora de alimento para preparar la ración correspondiente al T2.

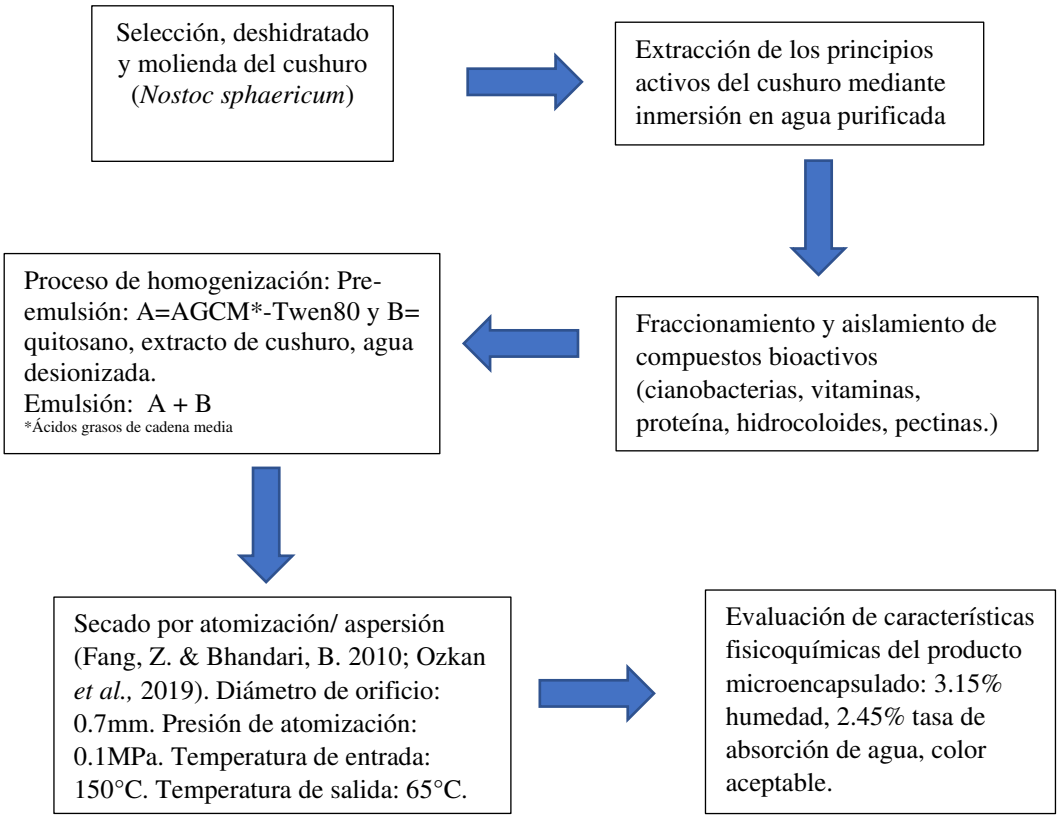


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado.

Para la elaboración de la dieta T3, se agregó el cushuro fresco lavado a la ración correspondiente, la mezcla se hacía en forma manual en la cantidad de alimento a suministrar en el día, procurando obtener una mezcla homogénea, este procedimiento se realizó en forma diaria antes de ofrecer a los animales del tratamiento.

Para elaborar la dieta T4 (APC), se utilizó como insumo zinc bacitracina en dosis de 50 ppm. Se empleó 5g /10kg de alimento de un producto comercial que contenía 10% de

zinc bacitracina. De igual manera, este insumo fue agregado a la dieta base con ayuda de la mezcladora de alimentos para obtener la dieta de T4.

3.6 Toma de muestras para el análisis de parámetros productivos y análisis químico proximal de la carcasa:

Una vez finalizado el periodo de engorde se procedió a realizar el pesado del animal en ayuno previo mínimo de 8h. Se continuó con el beneficio de todos los animales empleando anestésico inhalatorio volátil (halotano) hasta obtener un estado de sedación y acto seguido se procedió inmediatamente con el sacrificio mediante el método de "insensibilización cervical" y "degüello". Los animales se evisceraron y se realizó el registro del peso de la carcasa. Luego se eligieron al azar 05 carcasas de cada tratamiento, se extrajo del lado derecho la región femoral, brazuelo y costillar para realizar una mezcla homogénea de la carne y piel. Luego con la muestra obtenida se ejecutó el protocolo de análisis químico proximal siguiendo el método de la AOAC (2007). Los datos obtenidos en esta última fase, al igual que el consumo de materia seca, fueron recolectados en un libro de datos el cual fue digitalizado para su posterior análisis.

3.7 Parámetros por evaluar:

Para este presente estudio se evaluaron parámetros productivos y análisis químico proximal de la carcasa.

3.7.1 Parámetros Productivos:

En el presente estudio las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Ganancia total de peso:
  Para obtener la ganancia total se realizó la diferencia entre el peso cuando inicio la crianza (peso al destete) y el peso vivo en ayunas a la octava semana de crianza.

$$Ganacia\ de\ peso\ (g) = peso\ final\ (g) - peso\ inicial\ (g)$$

- Consumo de alimento en materia seca:

  Se determino el consumo total de materia seca consumido por los animales de experimentación en forma semanal. Luego se realizó el consolidado de datos para obtener el consumo de alimento total (materia seca) al finalizar la octava semana de la crianza. Para la obtención del consumo de alimento se utilizó la siguiente formula:

$$Consumo\ de\ alimento = Alimento\ suministrado - Alimento\ rechazado$$

- Conversión alimenticia (CA):

  Para obtener este dato se realizó la división entre el consumo total de la materia seca consumida de cada cobayo, expresado en gramos (g), y la ganancia de peso total expresado en gramos (g) en el mismo periodo de tiempo. Para obtener este dato se utilizó la siguiente formula:

$$Conversión\ alimenticia = \frac{Consumo\ total\ de\ materi\ seca\ (g)}{Ganancia\ total\ de\ peso\ vivo\ (g)}$$

3.7.2 Rendimiento y análisis químico proximal de la carcasa:

- **Rendimiento de carcasa:** Para la obtención de este dato al finalizar el periodo de engorde se sometieron a los animales a un periodo de ayuno por 8h aproximadamente antes del beneficio, se pesaron y luego del beneficio se realizó otro pesado de la carcasa del animal (sin órganos internos). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\boldsymbol{Rendimiento\ de\ carcasa}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{Peso\ de\ carcasa\ (g)}}{\boldsymbol{Peso\ vivo\ en\ ayunas\ (g)}} \times \mathbf{100}$$

- **Composición nutricional de la carne:** las muestras obtenidas de la carcasa se procesaron siguiendo la metodología actual del "LBNAA-FMV" que utiliza el protocolo de la Official Methods of Analysis-AOAC (2007) para determinar los siguientes valores:

- **Determinación de materia seca:** se realizó la deshidratación de las muestras, para esto se utilizó la muestra de carne y piel obtenida de la región femoral, brazuelo y costillar de cada carcasa. Esta muestra se picó hasta obtener un tamaño de 0.5cm de diámetro y se procedió a realizar un pesado inicial analítico de la muestra (PIM), luego las muestras se colocaron en un platillo de aluminio y fueron llevadas a una estufa con una temperatura de 55-60°C durante 48- 72 horas. Culminado el tiempo se volvieron a pesar cada una de las muestras y de esta manera se obtuvo el dato del peso final de la muestra (PFM). Se aplicará la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de humedad de cada muestra:

$$\%Humedad = \frac{(PIM - PFM)}{PIM} \times 100\%$$

Donde:
PIM = Peso inicial de la muestra
PFM= Peso final de la muestra

Luego se obtendrá el valor de la Materia seca (MS) mediante la siguiente formula:

%MS=100-%Humedad

- **Proteína cruda:** Para obtención de este dato se realizó con la carne deshidratada y molida un análisis químico empleando el método Kjeldahl (AOAC 976.05). EL primer paso consistió en la digestión, para esto se utilizó 300 mg de la muestra seca y molida, luego se colocaron en un tubo de digestión con ácido sulfúrico (6ml) y rápidamente fueron colocadas en un digestor de proteínas por un lapso de 6 horas añadiéndole un catalizador; cuando el procedimiento finalizó se realizó la destilación en donde se colocó hidróxido de sodio al 40% acompañado de ácido bórico al 3% en la muestra digerida y se destilo durante 2.5 minutos para de esta manera obtener borato de amonio. Para finalizar se realizó la titulación en donde al destilado se le agregó 3 gotas del indicador "Tashiro" para posteriormente realizar una titulación con ácido sulfúrico al 0.1N. Durante la titulación se registró el gasto desde el inicio hasta que se obtuvo una coloración azulada en el medio, obtenido este dato se calculó el porcentaje de proteína con la siguiente formula:

$$\%Proteina = \frac{(Volumen\ gastado) \times 14 \times 0.1 \times 6.25}{(Muestra\ problema) \times 10}$$

Donde:

14= Peso molecular del nitrógeno.

0,1 = Normalidad del ácido sulfúrico.

6.25= Factor de conversión de nitrógeno a proteínas

- **Extracto etéreo:** Para determinar este valor se empleó el método de inmersión (AOAC 954.02). En esta prueba se utilizaron 2g de carne seca y molida que fueron colocados en un porta dedal de vidrio y se realizó el fijado bajo el condensador del aparato de extracción "Goldsfich". Luego se sumergió en un matraz de vidrio limpio, previamente pesado y secado, con 60 ml de éter. Se dejo macerar por un lapso de 48 horas, para luego retirar el matraz del aparato de extracción "Goldfish" y posteriormente colocarlo en una estufa convencional por un tiempo de 48 horas con el objetivo de evaporar el éter. Se realizo el pesado del matraz y mediante la diferencia entre el pesado inicial y final se pudo calcular el contendió de grasa presente en la muestra.

- **Ceniza:** Para determinar este valor se realizó una incineración de la muestra, utilizando 2g de carne seca y molida que se depositó en un crisol limpio, previamente pesado, fue colocado en una mufla de incineración a temperatura de 500°C durante un periodo de 3 horas. Se dejo enfriar hasta una temperatura de 100°C luego se transfirió a un desecador hasta que llego a una temperatura ambiente. Se pesó el peso del crisol y la ceniza se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$C\left(\frac{mg}{g}\right) = \frac{(M_2 - M_0)}{M_1} \times 1000$$

Donde:

C (mg/g) = Ceniza expresado en miligramo por gramo de tejido húmedo.

M0= Masa en gramos del crisol.

M1= Masa en gramos de la muestra.

M2= Masa en gramos del crisol y el residuo después del calcinamiento.

- **Extracto libre de nitrógeno (ELN):** Para determinar este valor se calculó la diferencia entre el 100% y los demás porcentajes que se obtuvieron en la determinación previa en el análisis químico proximal. La siguiente formula expresa lo indicado anteriormente:

$$ELN\ en\ Base\ Seca = 100 - (\%Proteina + \%Extracto\ Etéreo + \%Ceniza)$$

3.8 Diseño experimental:

En esta investigación se realizó un diseño experimental unifactorial con 5 niveles de tratamientos. El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Yij = \mu + Ti + \varepsilon ij$$

Dónde:

Yij = Es la j-esima observación del i- esimo tratamiento.

μ = Media general.

Ti= Es el efecto del i-ésimo tratamiento

εij = Efecto del error experimental de la j-ésima observación y el i- ésimo del tratamiento.

3.9. Cálculo del tamaño muestral:

El tamaño mínimo de animales requeridos para el estudio se obtuvo usando la fórmula de diferencia de medias.

Fòrmula: $N = \left(\frac{(Z_\alpha + Z_\beta) * 2\,Ơ}{(m1 - m2)} \right)^2$ N=9.55= 10 cuyes/tto

Donde:

Z_α=1.96 ; Z_β=1.78 ; Ơ (varianza) = 0.405; m1= 6.29 valor de Indice de Conversiòn Alimenticia (ICA) ; m2= 5.39 valor ICA. Valores de ICA tomados de la tesis de Bazan, V. (2019).

3.10 Análisis estadístico:

Los datos obtenidos de los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de materia seca e índice de conversión alimenticia), rendimiento de carcasa y análisis químico proximal de la carne de cuy, fueron organizados y almacenados en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2016. Posteriormente estos datos se analizaron mediante el programa SPSS versión 21.0; realizando la prueba de ANOVA y la prueba de Duncan para la comparación de los promedios con un nivel de significancia de $P<0.05$.

IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros productivos:

A continuación, se muestran los promedios de los resultados obtenidos de los parámetros productivos de los tratamientos evaluados en el presente estudio.

Cuadro 7. Promedios de los parámetros productivos de cada tratamiento evaluado.

Parámetros	**Tratamientos** (*)					
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	*p*-valor
Peso inicial (g)	300.6	298.8	299.5	295.5	296.5	0.8866
Peso final (g)	949.5^{a}	921.5^{ab}	859.4^{bc}	815.3^{c}	822.7^{c}	0.0033
Ganancia de peso total (g)	648.9^{a}	622.7^{ab}	559.9^{bc}	519.8^{c}	526.2^{c}	0.0031
Consumo total de alimento (g MS)	3661.81^{a}	3637.54^{a}	3582.64^{ab}	3470.70^{c}	3495.17^{bc}	0.0008
Conversión alimenticia	5.72^{b}	5.99^{ab}	6.44^{a}	6.93^{a}	6.72^{a}	0.0432
Peso de la carcasa (g)	675.5^{a}	646.6^{a}	600.0^{bc}	559.5^{c}	552.5^{c}	0.0003
Rendimiento de carcasa (%)	71.09^{a}	70.01^{ab}	69.82^{b}	68.61^{c}	67.19^{d}	<0.0001

(*) Promedios en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p<0.05$). T1: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado. T2: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) seco y molido. T3: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) fresco hidratado. T4: Dieta base + APC (bacitracina de zinc al 0.05%). T5: Dieta base. La columna p-valor es resultado de la prueba ANOVA.

En el Cuadro 7 se muestra un resumen con los promedios de los parámetros productivos pertenecientes a los cinco tratamientos evaluados en este estudio. Los resultados señalan que, para el peso final, ganancia de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa se observa diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados ($p<0.05$). No se halló diferencia significativa en el peso inicial de los animales, lo que confirma que el estudio comenzó con animales que poseían pesos similares ($p>0.05$).

4.1.1 Ganancia de peso:

El resultado del análisis estadístico señala una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p<0.05$), donde el tratamiento a base de cushuro microencapsulado (T1) tiene una mayor ganancia de peso en comparación con los demás tratamientos, pero es estadísticamente similar al tratamiento T2 con cushuro seco y molido. En los tratamientos restantes: Cushuro fresco (T3), con APC (T4) y Control (T5) se observa una menor ganancia de peso principalmente en T4, pero no se diferencian estadísticamente entre ellos.

4.1.2 Consumo de Materia Seca:

Respecto al consumo total de materia seca se observa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p<0.05$). El tratamiento a base de "Cushuro microencapsulado" (T1) tiene un mayor consumo total de materia seca, seguido del tratamiento con cushuro seco y molido (T2) y tratamiento con cushuro fresco (T3). No obstante, no existe diferencia significativa entre estos tratamientos (T1 a T3). Además, el tratamiento con menor consumo fue el T4, pero este no se diferencia estadísticamente del tratamiento control (T5).

4.1.3 Conversión Alimenticia (CA):

En la conversión alimenticia se observa diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p<0.05$). Siendo el T1 (cushuro microencapsulado) el que presentó un mejor índice de conversión alimenticia seguido por T2 (Cushuro seco y molido) existiendo diferencia significativa entre T1 y T3 (Cushuro fresco). Los tratamientos T3, T4 y T5 no presentaron diferencia significativa entre sí.

4.1.4 Rendimiento de carcasa:

El resultado de los análisis estadísticos del rendimiento de carcasa indica que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p<0.05$). Como se puede

observar el tratamiento a base de "cushuro microencapsulado" (T1) obtuvo un mejor rendimiento de carcasa (71.09%), pero es estadísticamente similar al tratamiento con "cushuro freso" (T2). Con respecto al tratamiento control (T5), este tuvo el rendimiento de carcasa más bajo (67.19%).

4.2 Análisis químico proximal de la carcasa de cuy:

A continuación, en el cuadro 8, se muestran los promedios de los resultados obtenidos del análisis químico proximal de los tratamientos evaluados en el presente estudio.

Cuadro 8. Promedios de los resultados obtenidos en el Análisis químico proximal de carne (c/piel) de cada tratamiento evaluado.

Parametros		Tratamiento					
		T1	T2	T3	T4	T5	p-valor
Humedad (%)		68.4560	68.4900	68.2360	68.6880	68.4280	0.999
Materia Seca (%)		31.5440	31.5100	31.7640	31.3120	31.5720	0.099
Proteína Cruda (%)	BH	21.1464	21.3818	20.7982	20.8142	20.7646	0.979
	BS	66.9300	67.8760	65.4800	66.4460	65.6540	0.430
Extracto Etéreo (%)	BH	9.0822	8.9160	8.7994	8.9746	9.2582	0.913
	BS	28.8180	28.2540	27.8400	28.6740	29.2960	0.802
Ceniza (%)	BH	0.9660	0.9140	0.8774	0.8782	0.9244	0.566
	BS	3.0580	2.9020	2.7660	2.8100	2.9180	0.183
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	BH	0.3494	0.2980	1.2892	0.6450	0.6252	0.254
	BS	1.1940	0.9680	3.9140	2.0700	2.1320	0.327

Promedios en la misma fila con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p<0.05$). T1: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado. T2: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) seco y molido. T3: Dieta base + 2% cushuro (*Nostoc sphaericum*) fresco hidratado. T4: Dieta base + APC (bacitracina de zinc al 0.05%). T5: Dieta base.BH: base húmeda. BS: base seca. La columna P-valor es resultado de la prueba ANOVA.

El resultado del análisis estadístico señala que, para la humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y extracto libre nitrogenado (tanto en base húmeda como base seca) no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p>0,05$). Con respecto a los valores obtenidos en el porcentaje de humedad presente en cada tratamiento, se observó que el tratamiento con antibiótico promotor de crecimiento (T4) obtuvo un mayor valor con 68.68%, mientras que el tratamiento con cushuro fresco (T3) obtuvo el menor valor con 68.24%. En relación con los valores obtenidos en el porcentaje de materia seca presente en cada tratamiento, el mayor calor se obtuvo en el T3 con 31.76%, por otro

lado, el menor valor se obtuvo en el T4 con 31.31%. En cuanto a los valores obtenidos en el porcentaje de proteína en base húmeda, de estos valores el mayor fue tratamiento con cushuro seco y molido (T2) con 21.38% y el menor valor se obtuvo en el tratamiento control (T5) con un valor de 20.76%.

Para los valores obtenidos en el porcentaje de extracto etéreo en base húmeda, el máximo valor lo obtuvo el T5 con 9.26% y el menor lo obtuvo el T3 con 8.80%. Para el caso de los porcentajes de ceniza obtenidos en cada tratamiento en base húmeda, el mayor valor lo obtuvo el tratamiento con cushuro micro encapsulado (T1) con 0.97 % y el menor lo obtuvo el T3 con 0.87%. Finalmente, con respectos a los porcentajes de extracto libre de nitrógeno obtenidos en cada tratamiento, el mayor valor obtenido fue en el T3 con 1.29% y el menor en el T2 con 0.30%.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a la ganancia de peso, podemos observar que el tratamiento con cushuro microencapsulado (T1) obtuvo mejores valores, pero es estadísticamente similar a al tratamiento con cushuro seco y molido (T2). Esta ganancia de peso en ambos tratamientos podría deberse a los beneficios aportados por los componentes bioactivos presentes en el cushuro. A estos componentes se le asocia propiedades antioxidantes, antinflamatorias, antimicrobianas e incluso pueden actuar como como prebióticos (Ampofo y Abbey, 2022; Guo y Li, 2019). Estos beneficios repercuten sobre la salud y bienestar del individuo ya que los nutrientes son mejor absorbidos a nivel del enterocito, lo que podría explicar la ganancia de peso en ambos tratamientos.

Por otro lado, el tratamiento T3 (cushuro fresco) obtuvo valores inferiores en comparación con T1 (microencapsulado) y T2 (seco molido), esto podría ocurrir debido a que la presentación "fresca" presenta algunos componentes, como los carbohidratos, en menor medida en comparación con la presentación "Seca" (Fernández y Suyón, 2018). De igual manera, el estudio de Fernández y Suyón (2018) evaluó la capacidad antioxidante de muestras de cushuro expuesto a diferentes temperaturas de secado, obteniendo un incremento significativo de la actividad antioxidante en las muestras expuesta a temperaturas de secado mayores a 50°C. Por lo tanto, podemos suponer que la actividad antioxidante en T3 fue inferior al T2 y T1, lo cual se vio reflejado en un menor ganancia de peso. Además, un factor importante a considera fue que el porcentaje de inclusión del cushuro fresco fue de 2%, el cual no es porcentaje alto lo que podría expresarse en menor aprovechamiento de los nutrientes y componentes bioactivos.

Con respecto al T4 (APC), versus el tratamiento T5 (Control) observamos un resultado similar en la ganancia de peso y los demás parámetros productivos con excepción del rendimiento de carcasa. Esto podría deberse a que el experimento se realizó en condiciones de bioseguridad maximizadas durante la etapa de crianza. Además, los cuyes

utilizados pasaron por un examen físico para verificar su estado de buena salud antes del inicio del estudio, por lo que la bioseguridad utilizada no expuso a los cuyes a la presencia de microorganismos que pudieran ocasionarles patologías o merma energética que afectara su ganancia de peso diario, por lo tanto, el tratamiento T4 (APC) no tuvo un escenario propicio donde demostrar ventaja productiva frente al control (T5).

Con respecto a otros estudios, Carhuapoma *et al.* (2015) reporta valores superiores a 1992.42 g en ganancia de peso en cuyes alimentados con *Nostoc commune* en forma de harina. Estos valores son superiores a lo observado en nuestros tratamientos alimentados con cushuro especialmente en T2 (seco molido). Y podría explicarse debido a que posiblemente exista una diferencia nutricional entre las dos especies de *Nostoc spp*. utilizadas en ambos experimentos. Ya que algunas cianobacterias podrían varían su composición nutricional debido a su interacción con el ambiente y los componentes químicos presentes en los recursos hídricos donde habitan (Acleto y Zuñiga, 1998; Carhuapoma *et al.,* 2015). También por el tiempo de crianza utilizada, ya que en el estudio de Carhuapoma la crianza duro 12 semanas a diferencia de nuestro estudio que duro solo 8 semanas.

Alvarado y Rodríguez (2017) al evaluar el efecto del consumo de hierro contenido en *Nostoc sphaericum* en la recuperación de ratas con anemia, se puedo observar que los especímenes que recibieron cushuro en su dieta obtuvieron mayores pesos. Los tratamientos fueron un blanco a quien solo se administró dieta base, un tratamiento control con 1 mg/kg/día de sulfato ferroso, tratamiento experimental 1 con 2.0 g/kg/día de cushuro y experimental 2 con 1.0 g/kg/día. En este estudio también se pudo observar una mayor ganancia de peso en los tratamientos experimentales con cushuro encontrando 59.1 g de ganancia de peso para el tratamiento experimental 2 y 58.6 g para el tratamiento experimental 1, mientras que en los tratamientos blanco y control ganaron menos peso con 48.3 g y 56.6 g respectivamente.

Con respecto al consumo de materia seca (CMS), podemos observar que el T1 tuvo mayor CMS en comparación con los otros tratamientos, sin embargo, este valor es estadísticamente similar al T2 y T3 por lo que el microencapsulado no influyo en el CMS de alimento en los tratamiento donde se incluyó cushuro. Sin embargo, comparando con los resultado de T4 (APC) y T5 (control), se puede observar que el cushuro como aditivo alimenticio si incrementa el CMS. Este incremento en el CMS puede deberse a diferentes

factores como el grado de aceptación, aspecto y composición nutritiva (Meza et al., 2014). Por lo que se puede suponer que tanto T1 como T2 y T3 poseen los mismo factores.

Según lo reportado por Carhuapoma *et al.* (2015) el valor más alto con respecto al consumo de alimento en cuyes machos alimentados con *Nostoc commune* fue de 17.97 kg para el tratamiento al 10% de *Nostoc commune,* seguido por 17.21 kg para el tratamiento al 20% y 16.93 kg para el tratamiento al 15% que en comparación al tratamiento control quien obtuvo 13.15 kg obtuvieron resultados superiores. De estos valores, podemos observar que al igual que en nuestro estudio el consumo de alimento en los tratamientos con cushuro supera al tratamiento control. Por otro lado, estos valores son superiores a lo reportado en nuestro estudio, sin embargo, esto podría deberse a que el estudio de Carhuapoma la crianza, como se ha señalado, duro 12 semanas y que empleó mayor cantidad de forraje en sus cuyes, tal como se señaló en párrafos anteriores.

Con respecto a la conversión alimenticia (ICA), el tratamiento con cushuro microencapsulado (T1) obtuvo un valor de 5.72, sin embargo, es estadísticamente similar a lo obtenido en el T2 (5.99). Por lo que podemos suponer que las dietas donde se suministró cushuro en la forma seca molida y microencapsulada permitiría un mayor aprovechamiento de los nutrientes además del aporte nutricional del cushuro en sí mismo (proteína, fibra, minerales, vitaminas, polifenoles) obteniéndose mejores ICA. Esto se confirma con la ganancia de peso ya que los tratamientos T1 y T2 obtuvieron los mejores resultados. Nuevamente se observar que el T1 no influyo sobre la conversión alimenticia en los tratamientos donde se incluyó cushuro. Esto puede deberse a que el cuy estaría aprovechando de igual manera el alimento administrado en estos tres tratamiento, sin embargo, este resultado no es concluyente ya que sería necesario realizar más estudios sometiendo a los especímenes a un desafío para evaluar cómo beneficiaria adecuadamente esta tecnología en el ICA.

Carhuapoma *et al.* (2015) también evaluó el ICA, comparando sus resultados con los obtenidos por nosotros podemos observar valores superiores en ese estudio, destacando el tratamiento con *Nostoc commune* al 15% que obtuvo un valor 3.9 mientras que el tratamiento que obtuvo un peor resultado fue el tratamiento control con 5.2. Estos resultados son mejores a lo reportado en nuestro estudio, lo que se podría interpretar que ocurrió un eficiente aprovechamiento del alimento en los cuyes del estudio de Carhuapoma *et al.* (2015) posiblemente a una mejora en la línea genética o factores de crianza empleados.

Con respecto al rendimiento de carcasa, podemos observar que el mejor resultado se obtuvo en el T1 (71.09%) y T2 (70.01), siendo ambos estadísticamente similares. El menor resultado lo podemos encontrar en el tratamiento control T5 quien obtuvo un 67.19%. Esta diferencia entre los valores podría deberse a que la suplementación de cushuro en las dietas experimentales otorga un contenido adicional de antioxidantes polifenoles, carotenoides. Ácido linoleico, ficocianina y demás compuestos bioactivos (Gouveia *et al*., 2010; Ampofo y Abbey, 2022;) permitiéndole obtener un mejor acabado lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de rendimiento de carcasa; destacando sobre todo el tratamiento con "cushuro microencapsulado" ya que esta técnica permite conservar de mejor manera las características nutricionales de esta cianobacteria.

De igual manera en el estudio de Quispe y Rentería (2019), empleando bacterias probióticas, se reporta que los tratamientos experimentales superan al control quien obtuvo un 69% de rendimiento de carcasa, mientras el tratamiento con probiótico natural obtuvo un 72%. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a nuestros resultados, por lo que se puede suponer que mientras se administre un suplemento alimenticio a la dieta animal que supere las necesidades nutricionales que necesita el cuy se podría obtener valores superiores con respecto al rendimiento de carcasa.

Respecto del análisis proximal de la carcasa los resultados obtenidos son estadísticamente similares lo que nos llevaría a suponer que las dietas proporcionadas a los cuyes no afectarían el contenido nutricional de su carne.

Los resultado obtenidos con respecto al contenido de humedad son inferiores a lo reportado por el MINSA (2017) donde indica un valor de 78.1%, mientras que en nuestro estudio el máximo valor lo obtuvo el T4 con 68.68%. Aunque no se detalla el método utilizado para determinar humedad en el reporte del MINSA (2017) esta diferencia tan alta en humedad podría deberse a que la carne analizada haya provenido de cobayos de menor edad y que el dato sea sólo de la carne, mientras que en nuestro estudio el dato obtenido es del análisis de la carne más la piel del cuy, ya que es de esta manera como se comercializa la carcasa en nuestro país.

Para tener en consideración en este aspecto tenemos además lo reportado por Enríquez (2019) que reportó el porcentaje de humedad de la carcasa que fue obtenido en un tratamiento evaluando un simbiótico y una dieta a base de antibiótico promotor de crecimiento (APC) y cuyos resultados fueron de 69.99% (APC) y 68.55% (simbiótico);

estos valores son similares a los obtenidos en nuestro estudio. Por otro lado, lo reportado por De la Rosa (2018) indica valores inferiores a los obtenido en este estudio con un 65.86% de humedad en un tratamiento con APC, 67.08% en probióticos y 67.26% en el control. Esta diferencia entre los valores porcentual en la humedad puede deberse a que tanto en el estudio de De la Rosa (2018), el análisis proximal de la carne se realizó con muestras que fueron almacenadas en frio por un determinado periodo de tiempo. Este tipo de conservación acompañado del tiempo que pasaron las carcasas almacenadas, podrían afectar la capacidad de retención de agua y por lo tanto los valores de humedad pueden verse afectados. Este supuesto se respaldaría en el estudio realizado por Quispe y Rentería (2019), en donde los valores obtenidos en el análisis próximas realizado después del beneficio indicaban valores de humedad entre los 70.85% y 75.85%. Por otro lado, los valores obtenidos luego de 30 días de conservación varían entre los 51.08% y 61.06%.

Con respecto a la materia seca los valores reportados por Quispe y Rentería (2019) indican que en el análisis químico proximal realizado en la carne fresca de cuy los porcentajes de materia seca variaban entre el 24.15% y 29.15%. Por otro lado, en lo estudios donde se realizó el análisis proximal después de ser almacenados en frio los valores resultaron ser mayores, como lo reportado por Enríquez (2019) donde el porcentaje en el tratamiento control fue de 34.49 % y lo reportado por De la Rosa (2018) donde el porcentaje fue de 32.75% en el tratamiento control. Estos resultados se asemejan a los datos obtenidos en el presente estudio donde encontramos valores que varían entre el 31.31% y 31.76%. Por lo tanto, existe una relación inversamente proporcional entre la humedad y la materia seca.

Los resultados obtenidos para el **porcentaje de proteína** indican valores superiores a lo reportado por el MINSA (2017), quienes reporta un valor de 19 %. Por otro lado, Enríquez (2019) reporta valores ligeramente inferiores con respecto al porcentaje de proteínas, indicando valores de 18.90% para el tratamiento con APC, 19.72% para el tratamiento con simbiótico y 21.76% para el tratamiento control. Por lo que podemos suponer que esta diferencia entre los tratamientos se debe posiblemente al contenido nutricional de las dietas administradas y al tipo de crianza utilizado. En el estudio De la Rosa (2018) se reportan valores de 19.42% para el tratamiento control, 21.14% para el tratamiento con APC y 21.63% para el tratamiento con probiótico, siendo similares a los valores encontrados en el análisis químico proximal de nuestro estudio; pero si hacemos una comparación numérica podemos observar una ligera diferencia con el tratamiento control,

esto puede ocurrir ya que en el en el estudio De la Rosa (2018) los cuyes fueron desafiados a *Salmonella* y al no estar protegido frente a este desafío se obtuvo un valor inferior, sin embargo, recibiendo la dieta base se obtuvieron porcentajes de proteína adecuados.

De igual manera los resultados de **extracto etéreo** son similares a los reportado por Enríquez (2019) y De la Rosa (2018). Donde podemos encontrar valores de 9.62% para el tratamiento con probiótico, 9.90% para el tratamiento con APC y 10.2% para el control para el primero; y valores de 9.42% para el tratamiento con antibiótico, 9.56% para el control y 10.01% para el tratamiento con el simbiótico para el segundo estudio. Esta similitud puede deberse a la calidad de dieta suministrada. Aunque si hacemos una comparación numérica podemos observar que lo tratamientos con cushuro (T1, T2 y T3) obtuvieron mejores valores con respecto a la grasa presente en las carcasas por lo que se podría suponer que estas dietas afectarían el contenido de grasa en la carcasa de cuyes el cual estaría afectado a su vez por el contenido de grasa de la piel y el tejido subcutáneo de la carcasa.

Con respecto a los valores de ceniza, podemos mencionar al estudio realizado por Guevara *et al,* (2016) que reporta valores de 0.9% a 1.3% que son ligeramente superiores a lo obtenido en nuestro estudio; por otro lado, De la Rosa (2018), reporta valores de entre 0.8% a 1.09% similares a nuestros resultados lo cual podría ser causado por los insumos utilizados en la dieta.

VI. CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio se concluye:

- La inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado en la dieta de cuyes de engorde tuvo un efecto positivo significativo sobre el desempeño productivo (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa) comparado con el grupo control.
- La forma de presentación de cushuro microencapsulado tuvo un efecto superior significativo frente a la presentación fresca en ganancia de peso, rendimiento de carcasa e índice de conversión alimenticia.
- El contenido nutricional de la carne de cuyes no se vio afectado por la inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en ninguna de las presentaciones utilizadas en este estudio (microencapsulado, seco molido y fresco hidratado).

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar el efecto de la inclusión de cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado sobre los parámetros productivos, retribución económica, morfometría intestinal y valores sanguíneos en cuyes desafiados con agentes patógenos responsables de mortalidad y de bajo rendimiento en cuyes de crianza comercial.
- Evaluar el efecto del cushuro (*Nostoc sphaericum*) microencapsulado en condiciones de almacenaje para comprobar su efectividad en el tiempo sobre el desempeño productivo en cuyes de crianza comercial.

VIII. LITERATURA CITADA

1. ***Acleto, C., Zuñiga, R. 1998***. Introducción a las Algas Serie Didáctica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Pp -22-26.
2. ***Aguirre P. 2011.*** Preparación de micropartículas de quitosano para microencapsulación de biomoléculas. [Internet], [07 de septiembre 2022]. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131946/Preparaci%c3%b3n-de-micropart%c3%adculas-de-quitosano-para-microencapsulaci%c3%b3n-de-biomol%c3%a9culas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. ***Aldave A. 1989.*** Algas. 1ª ed. Trujillo: Editorial Libertad. 459 p.
4. ***Alvarado S, Rodríguez B. 2017***. Efecto del consumo de hierro contenido en la murmunta (*Nostoc sphaericum*) en la recuperación de ratas con anemia inducida. Tesis de Bachiller en Medicina Veterinaria. Univ. Nac. San Agustín de Arequipa. 100 p. [INTERNET]. Disponible en: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4782
5. ***ANDINA. 2019***. Día Nacional del Cuy: población creció 37% en últimos años y ahora suma más de 17 millones. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: https://andina.pe/agencia/noticia-dia-nacional-del-cuy-poblacion-crecio-37-ultimos-anos-y-ahora-suma-mas-17-millones-769455.aspx#:~:text=El%20cuy%20es%20una%20especie,unidades%20agropecuarias%20a%20nivel%20naciona
6. ***Ampofo J, Abbey L. 2022.*** Microalgae: Bioactive Composition, Health Benefits, Safety and Prospects as Potential High-Value Ingredients for the Functional Food Industry. Foods 2022, 11, 1744. DOI: https://doi.org/10.3390/foods11121744
7. ***Association of Official Analytical Chemists (AOAC)***. 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th. Ed. Washington, DC. On line: https://www.aoac.org/scientific-solutions/standards-and-official-methods/ 01/02/2020.
8. ***Arenas E, Moreno V. 2017.*** Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. Infectio 2018 22: 110-119. [INTERNET]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v22n2/0123-9392-inf-22-02-00110.pdf

9. ***Arroyo J. 2015.*** Conservación de alimentos mediante microencapsulación por emulsificación. Tesis De Ingeniero De Alimentos. Córdoba: Universidad De Córdoba. 68p. [INTERNET]. Disponible en: https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/1057/TRABAJO%20DE%20GRADO%20%20JOE%20ARROYO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20microencapsulaci%C3%B3n%20protege%20a%20los,mantener%20su%20estabilidad%20y%20viabilidad.
10. ***Augustin M, Hemar Y. 2009.*** Nano- and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. Chem. Soc. Rev. 38: 902–912. DOI: https://doi.org/10.1039/b801739p
11. ***Bejarano J, Huamani W. 2022.*** Efecto hepatoprotector del consumo de *Nostoc commune* (cushuro) frente al daño inducido por dietas ricas en sacarosa en ratones. Tesis de Licenciado en Nutrición. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 84p. [INTERNET]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17916/Bejarano_cj.pdf?sequence=3
12. ***Betoret E, Betoret N, Vidal N. Fito P. 2011.*** Functional foods development: Trends and technologies. Trends in Food Science & Technology 22: 498-508. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.05.004
13. ***Cadena M, Molina D, Carvajal A, Ontaneda D, Morales E. 2013.*** Bioprospección de macrocolonias de *Nostoc sp.* en los andes ecuatorianos. ACTA BOT. VENEZ. 36 (2): 287-307. 201. [INTERNET]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/862/86238659013.pdf
14. ***Carhuapoma D, Valencia N, Mayhua P, Sánchez A. 2015.*** Niveles de harina de algas *Nostoc commune* en el incremento de peso vivo en cuyes (*Cavia porcellus*) destetados. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 9: 01-06. DOI: https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2015.v9.n2.49588
15. ***Castañeta H, Gemio R,Yapu W, Nogales J. 2011.*** Microencapsulacion, un método para la conservación de propiedades fisicoquímicas y biológicas de sustancias químicas. Revista boliviana de química. 28: (2). [INTERNET]. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339676015.pdf
16. ***Cepero R. 2006.*** Retirada de los antibióticos promotores de crecimiento en la unión europea: causas y consecuencias. [Internet], [12 agosto 2021]. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1142587453a.pdf

17. ***DAPP-NUTRITION***. Software para formulación de raciones a mínimo costo. Versión 2.0. Argentina. 2003. On Line: http://www.dapp.com.ar/nut_home.htm. 05-05-2019.
18. ***De la Rosa E. 2018.*** Efecto de la suplementación de probióticos de flora natural sobre la calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) desafiada con Salmonella. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Lima: Univ. Nac. Mayor De San Marcos. 87p. [INTERNET]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15393
19. ***Enríquez K. 2019.*** Evaluación de la calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Lima: Univ. Nac. Mayor De San Marcos. 113p. [INTERNET]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11520
20. ***Errecalde J. 2004.*** Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Incidencia del desarrollo de resistencias en salud pública. Roma: FAO. Estudios FAO: Producción y sanidad animal. [INTERNET]. Disponible en: https://www.fao.org/publications/card/es/c/811c0de8-2ed0-5692-8258-ca6f7c6cb29e/
21. ***Espinoza S. 2017.*** Comparación del rendimiento productivo de pollos de engorde suplementados con tylosina fosfato versus enramicina como promotores de crecimiento. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 77p. [INTERNET]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7237
22. ***Fang, Z. & Bhandari, B. 2010***. Encapsulation of polyphenols – a review, Trends in Fod Science & Technology, Volume 21, Issoue 10, Pages 510-523,ISSN 0924-2244, https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.08.003.
23. ***Fernández W, Suyón S. 2018.*** Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornest & Flahault "cushuro" procedente de Recuay. Tesis de Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 109p. [INTERNET]. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/323344849.pdf

24. ***FONCODES. 2014.*** Crianza de cuyes. [Internet], [22 de octubre del 2021] Disponible en: https://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Crianza%20de%20cuyes.pdf
25. ***Gadde U, Kim W, Oh S, Lillehoj H. 2017***. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. Animal Health Research Reviews 18: 26–45. DOI: 10.1017/S1466252316000207
26. ***Gantar M, Svirčev Z. 2008.*** Microalgae and cyanobacteria: food for thought. J. Phycol. 44: 260–268. DOI: 10.1111/j.1529-8817.2008.00469.x
27. ***Gaskins H, Collier C, Anderson D. 2002.*** Antibiotics as growth promotants: mode of action. Animal Biotechnology 13: 29-42. DOI: 10.1081/ABIO-120005768
28. ***Gouveia L, Marques A, Sousa J, Moura P, Bandarra N. 2010***. Microalgae – source of natural bioactive molecules as functional ingredients. Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods. 7. 21-37. 10.1616/1476-2137.15884. DOI: 10.1616/1476-2137.15884
29. ***Guamán C. 2021.*** La harina de cascarilla de cacao en la alimentación de cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 79p. [INTERNET]. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16268/1/17T01683.pdf
30. ***Guevara J, Carcelén F, Bezada S, López R, Vergaray R, Guerrero A. 2016.*** Uso de la inulina en reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento sobre la calidad de la carne de cuy. Revista Peruana De Química E Ingeniería Química, 19(2), 69–75. [INTERNET]. Disponible en: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/13096/11621
31. ***Guo M. Li Z. 2019.*** Polysaccharides isolated from *Nostoc commune* Vaucher inhibit colitis-associated colon tumorigenesis in mice and modulate gut microbiota. Food & function, 2019 10(10), 6873-6881. DOI: https://doi.org/10.1039/C9FO00296K
32. ***Gupta V, Vyas D. 2021.*** Antimicrobial effect of a cyclic peptide Nostophycin isolated from wastewater cyanobacteria, *Nostoc calcicola*. Current Botany. 94-101. DOI: 10.25081/cb.2021.v12.6612.

33. ***Gutiérrez L, David C, Montoya O, Betancur E. 2016.*** Efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Rev Salud Anim. 2016, vol.38, n.2. 112-119. [INTERNET]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v38n2/rsa07216.pdf
34. ***Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2017.*** Encuesta Nacional Agropecuaria 2017. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593/
35. ***Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2019.*** Manual: BIOSEGURIDAD Y SANIDAD EN CUYES. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/936/1/Huam%C3%A1n-Manual_de_Bioseguridad_y_Sanidad_en_cuyes.pdf
36. ***Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2020.*** Manual de crianza de cuyes. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/1077/1/Manual%20de%20Crianza%20de%20Cuyes-Versio%CC%81n%20Final.pdf
37. Jurado H, Zambrano E. 2020. Efecto de *Lactobacillus casei* microencapsulado sobre la salud intestinal y parámetros bioquímicos y productivos en pollo de engorde. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 23(2):e1480. DOI: http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1480
38. ***Larroza I, Mercadante A. 2007.*** Encapsulation of lycopene using spray-drying and molecular inclusion processes. Braz. arch. biol. technol. vol. 50: 893-900. [INTERNET]. Disponible en: https://www.scielo.br/j/babt/a/Ytb5MwcjmRG9cZP6p7pNwkm/?format=pdf&lang=en
39. ***Lozada C. 2018.*** Estudio comparativo de la actividad antioxidante de los polisacáridos extracelulares de *Nostoc sphaericum* y *Nostoc commune*. Tesis de Químico Farmacéutico. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. [INTERNET]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7587
40. ***Li Z, Guo M. 2017.*** Healthy efficacy of Nostoc commune Vaucher. Oncotarget, 9(18), 14669–14679. DOI: https://doi.org/10.18632/oncotarget.23620

41. ***Luna J, López J, Jiménez O, Luna L. 2016.*** Microencapsulación de algunos compuestos bioactivos mediante secado por aspersión. CIBA Revista Iberoamericana De Las Ciencias Biológicas Y Agropecuarias 5: 39 - 49. [INTERNET]. Disponible en: https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/56#:~:text=Resumen,materiales%20incluyendo%20aceites%20y%20microorganismos.
42. ***Manrique K. 2020.*** Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza andina. Tesis de Médico Veterinario. Cajamarca: Univ. Nac. De Cajamarca. 37p. [INTERNET]. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3960
43. ***Meza G, Cabrera R, Moran J, Meza F, Cabrera-Verdesoto C, Bone C, Bone J, Campos M, López F, Jiménez J, Barros T, Dicado J. 2014.*** Mejora de engorde de cuyes (Cavia porcellus L.) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. Idesia (Arica). 32. 75-80. DOI: 10.4067/S0718-34292014000300010.
44. ***Ministerio de Agricultura Y Riego (MINAGRI). 2019.*** Potencial del mercado internacional para la carne de cuy. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/l-ciencia/l01/mercado_interno_carne_cuy.pdf
45. ***Ministerio De Agricultura Y Riego (MINAGRI). 2020.*** Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. [Internet], [07 de septiembre 2020]. Disponible en: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/produccion-comercializacion-avicola-ene2020-100320_1.pdf
46. ***Ministerio De Salud Del Perú (MINSA). 2017.*** Tablas peruanas de composición de alimentos. [Internet], [20 noviembre 2021]. Disponible en: https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y
47. ***Montes E, De Paula C, Ortega F. 2006.*** Determinación de las condiciones óptimas de encapsulamiento por co-cristalización de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*). REVISTA TEMAS AGRARIOS - Vol. 12: 5-12. DOI: https://doi.org/10.21897/rta.v12i1.64

48. ***Ortiz G. 2015.*** Evaluación del valor como biofertilizantes de *Nostoc sp*. y *Anabaena sp*. en plántulas de menta (*Mentha spicata*). Tesis de Ingeniero Ambiental. Bogota: Univ. Santo Tomas. 73p.
49. ***Ozkan, G., Franco, P., De Marco, Y., Xiao, J., & Caponoglu, E. 2019.*** A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. Food Chemistry, 272, 494-506.
50. ***Parra R. 2010.*** Revisión: Microencapsulación de Alimentos. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 63: 5669-5684. [INTERNET]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0304-28472010000200020&script=sci_abstract&tlng=es
51. ***Pedroza R. 2002.*** Alimentos Microencapsulados: Particularidades de los Procesos para la Microencapsulación de Alimentos para Larvas de Especies Acuícolas. En: Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. México: Universidad Iberoamericana. [INTERNET]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228544375_Alimentos_Microencapsulados_Particularidades_de_los_Procesos_para_la_Microencapsulacion_de_Alimentos_para_Larvas_de_Especies_Acuicolas
52. ***Petrova D, Yocheva L, Petrova M, Georgieva Z, Karcheva Z, Toshkova-Yotova T, Pilarski P, Chaneva G. 2020.*** ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF MICROALGAL EXTRACTS. Oxidation Communications 43, No 1, 103–116 (2020).
53. ***Ponce E. 2014.*** *Nostoc:* un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. IDESIA (Chile) Volumen 32: 119-121. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000200015
54. ***Ponte C, Quesquen R. 2021.*** Incremento de la productividad en la crianza del cuy mediante la sustitución de torta de soya por ensilado de resto de pescado en el alimento balanceado. Tesis de Maestro en Gestión Pesquera. Callao: Univ. Nac. Del Callao. 107p. [INTERNET]. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5863/Quesquen_Ponte_FIPA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
55. ***Pulido A, Beristain C. 2010.*** Encapsulación de ácido ascórbico mediante secado por aspersión, utilizando quitosano como material de pared. Revista Mexicana de Ingenier´ıa Qu´ımica Vol. 9, No. 2 (2010) 189-195. [INTERNET]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v9n2/v9n2a7.pdf

56. ***Quispe E, Rentería G. 2019.*** Uso del ácido láctico y aceite esencial de orégano (*Origanum Vulgare*) en la conservación de carne precocida de cuy, suplementada con probióticos. Tesis de Ingeniero Agroindustrial. Lima: Univ. Nac. Mayor De San Marcos. 128p. [INTERNET]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15316
57. ***Ravindran V. 2010.*** Aditivos y Alimentación Animal: Presente y futuro. En: XXVI CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. [INTERNET]. Disponible en: https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf
58. ***Roldán W. 2015.*** Caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del Nostoc (*Nostoc sphaericum V.*). Tesis Para Optar El Grado De Magister Scientiae En Tecnología De Alimentos. Univ. Nac. Agraria La Molina. 93p. [INTERNET]. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1823
59. ***Rubio R. 2018.*** Evaluación de la producción de *Nostoc sp* (cushuro) en cochas construídas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema de humedal, en el sector carpa, distrito de Cátac - Ancash, 2017-2018. Tesis de Ingeniero Ambiental. Huaraz: Univ. Nac. Santiago Antúnez de Mayolo. 90p. [INTERNET]. Disponible en: https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2364
60. ***Salim HM, Huque KS, Kamaruddin KM, Beg MDAH. 2018.*** Global restriction of using antibiotic growth promoters and alternative strategies in poultry production. Sci Prog. 1;101(1):52-75. DOI: 10.3184/003685018X15173975498947
61. ***Sarria J. 2005.*** Producción comercial de cuyes. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
62. ***Schoch CL, Ciufo S, Domrachev M, Hotton CL, Kannan S, Khovanskaya R, Leipe D, Mcveigh R, O'Neill K, Robbertse B, Sharma S, Soussov V, Sullivan JP, Sun L, Turner S, Karsch-Mizrachi I. 2020***. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Database (Oxford). 2020: baaa062. DOI: 10.1093/database/baaa062
63. ***Taipe N. 2021.*** Adición de Arthrospira platensis (*Cyanobacteria: Cyanophyceae*) como alimento funcional en la dieta de postlarvas y juveniles de Litopenaeus vannamei. Tesis de Bióloga en Hidrobiología y Pesquería. Lima: Univ. Nac.

Mayor de San Marcos. 74p. [INTERNET]. Disponible en: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16797/Taipe_an.pdf?sequence=1&isAllowed=y

64. ***Valdizán C. 2018.*** Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta del cuy (*Cavia porcellus*) sobre parámetros productivos. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 66p. [INTERNET]. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/323350807.pdf
65. ***Valenzuela V, Hernández G, Rodríguez S, Carrillo G. 2013.*** Tecnología de Encapsulación y su Aplicación en Ciencias Veterinarias. Revista Avances en Ciencias Veterinarias 28: 58-75. [INTERNET]. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/122625
66. ***Yoplac I, Yalta1 J, Vásquez H, Maicelo J. 2017.*** Efecto de la Alimentación con Pulpa de Café (*Coffea arabica*) en los Índices Productivos de Cuyes (*Cavia porcellus L*) Raza Perú. Rev Inv Vet Perú 2017; 28(3): 549-561. DOI: http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13362.
67. ***Zamora S, Callacná M. 2017.*** Parámetros productivos de cuyes (Cavia porcellus) suplementados con harina de sangre bovina. Revista RICBA 1(1): 47-52, 2017 · ISSN: 2521-5485. DOI: 10.25127/ricba.201701.006

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos obtenidos de cada tratamiento para los parámetros productivos.

TTO	PESOINICIO	PESOFIN	GANPESO	CONSUMOMS	ICA	PC	RC
T1	280	865	585.0	3439.2	5.88	610	70.52
T1	290	850	560.0	3483.2	6.22	600	70.59
T1	305	960	655.0	3852.8	5.88	680	70.83
T1	295	925	630.0	3756.0	5.96	660	71.35
T1	310	930	620.0	3791.2	6.11	660	70.97
T1	320	1140	820.0	3791.2	4.62	815	71.49
T1	288	1000.00	712.0	3747.2	5.26	710	71.00
T1	305	865	560.0	3483.2	6.22	620	71.68
T1	303	860	557.0	3527.2	6.33	600	69.77
T1	310	1100	790.0	3746.9	4.74	800	72.73
T2	278	740	462.0	3548.4	7.68	500	67.57
T2	275	750	475.0	3553.3	7.48	505	67.33
T2	310	1050	740.0	3700.7	5.00	755	71.90
T2	295	990	695.0	3671.2	5.28	690	69.70
T2	312	995	683.0	3673.7	5.38	710	71.36
T2	320	950	630.0	3651.6	5.80	690	72.63
T2	288	995	707.0	3673.7	5.20	700	70.35
T2	302	990	688.0	3671.2	5.34	690	69.70
T2	303	810	507.0	3582.8	7.07	560.8	69.23
T2	305	945	640.0	3649.1	5.70	665	70.37
T3	285	860	575.0	3617.0	6.29	600	69.77
T3	280	855	575.0	3595.0	6.25	610	71.35
T3	305	805	500.0	3699.7	7.40	560	69.57
T3	305	912	607.0	3631.9	5.98	620	67.98
T3	310	874	564.0	3614.3	6.41	600	68.65
T3	315	803	488.0	3595.0	7.37	565	70.36
T3	305	935	630.0	3614.3	5.74	660	70.59
T3	305	860	555.0	3338.0	6.01	600	69.77
T3	300	900	600.0	3538.6	5.90	635	70.56
T3	285	790	505.0	3582.6	7.09	550	69.62
T4	290	900	610.0	3562.4	5.84	620	68.89
T4	280	885	605.0	3521.0	5.82	600	67.80
T4	300	674	374.0	3526.3	9.43	450	66.77
T4	305	685	380.0	3325.7	8.75	470	68.61
T4	305	950	645.0	3323.0	5.15	660	69.47
T4	290	894	604.0	3439.2	5.69	600	67.11
T4	305	715	410.0	3489.4	8.51	500	69.93
T4	305	805	500.0	3658.3	7.32	545	67.70
T4	290	835	545.0	3502.6	6.43	580	69.46
T4	285	810	525.0	3359.1	6.40	570	70.37
T5	285	805	520.0	3657.4	7.03	540	67.08
T5	275	900	625.0	3221.0	5.15	600	66.67
T5	305	860	555.0	3445.4	6.21	570	66.28
T5	305	880	575.0	3574.7	6.22	575	65.34
T5	310	890	580.0	3534.2	6.09	600	67.42
T5	315	820	505.0	3529.0	6.99	555	67.68
T5	305	843	538.0	3546.6	6.59	575	68.21
T5	300	738	438.0	3437.4	7.85	500	67.75
T5	280	755	475.0	3543.9	7.46	500	66.23
T5	285	736	451.0	3462.1	7.68	510	69.29

Anexo 2. Análisis de varianza de los parámetros productivos.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso Inicial	Inter-grupos	179.880	4	44.970	.284	.887
	Intra-grupos	7117.500	45	158.167		
	Total	7297.380	49			
Peso Final	Inter-grupos	142465.280	4	35616.320	4.605	.003
	Intra-grupos	348027.600	45	7733.947		
	Total	490492.880	49			
Ganancia de Peso	Inter-grupos	133917.400	4	33479.350	4.654	.003
	Intra-grupos	323733.100	45	7194.069		
	Total	457650.500	49			
Consumo Total de MS	Inter-grupos	286136.791	4	71534.198	5.720	.001
	Intra-grupos	562778.235	45	12506.183		
	Total	848915.026	49			
Indice de Conversion Alimenticia	Inter-grupos	10.129	4	2.532	2.688	.043
	Intra-grupos	42.398	45	.942		
	Total	52.527	49			
Peso de Carcasa	Inter-grupos	115341.571	4	28835.393	6.681	.000
	Intra-grupos	194222.176	45	4316.048		
	Total	309563.747	49			
Rendimiento de Carcasa	Inter-grupos	88.901	4	22.225	15.205	.000
	Intra-grupos	65.776	45	1.462		
	Total	154.678	49			

Anexo 3. Prueba de Duncan para la ganancia de peso.

Ganancia de Peso

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	4	10	519.8000		
	5	10	526.2000		
	3	10	559.9000	559.9000	
	2	10		622.7000	622.7000
	1	10			648.9000
	Sig.		.326	.105	.493

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

Anexo 4. Prueba de Duncan para el consumo total de materia seca.

Consumo Total de MS

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan[a]	4	10	3470.7000		
	5	10	3495.1700	3495.1700	
	3	10		3582.6400	3582.6400
	2	10			3637.5700
	1	10			3661.8100
	Sig.		.627	.087	.142

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

Anexo 5. Prueba de Duncan para el índice de conversión alimenticia.

Indice de Conversion Alimenticia

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan[a]	1	10	5.7220	
	2	10	5.9930	5.9930
	3	10	6.4440	6.4440
	5	10		6.7270
	4	10		6.9340
	Sig.		.123	.052

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

Anexo 6. Prueba de Duncan para el rendimiento de carcasa.

Rendimiento de Carcasa

	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan[a]	5	10	67.19441475			
	4	10		68.61153761		
	3	10			69.82026618	
	2	10			70.01446621	70.01446621
	1	10				71.09231364
	Sig.		1.000	1.000	.721	.052

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

Anexo 7. Análisis químico proximal de cada muestra procesada perteneciente a cada

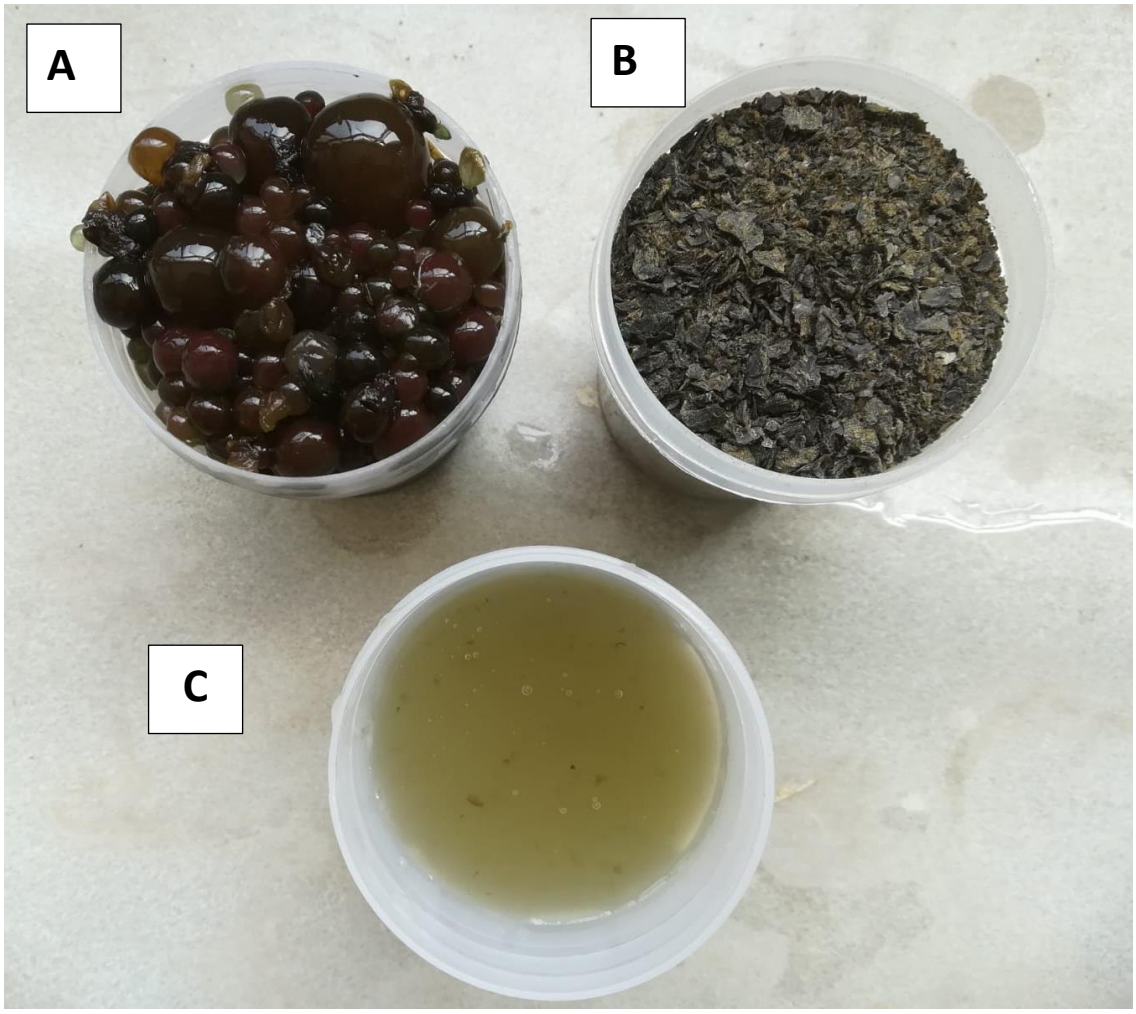
TTO	HUM	MS	PCBH	PCBS	EEBH	EEBS	CZBH	CZBS	ELNBH	ELNBS
T1	67.300	32.700	22.530	68.900	9.123	27.900	1.014	3.100	0.033	0.100
T1	71.150	28.850	18.204	63.100	8.465	29.340	0.831	2.880	1.350	4.680
T1	67.460	32.540	22.970	70.590	8.591	26.400	0.976	3.000	0.003	0.010
T1	70.470	29.530	19.413	65.740	8.930	30.240	0.918	3.110	0.269	0.910
T1	65.900	34.100	22.615	66.320	10.302	30.210	1.091	3.200	0.092	0.270
T2	67.060	32.940	22.063	66.980	9.579	29.080	0.962	2.920	0.336	1.020
T2	67.290	32.710	22.125	67.640	9.352	28.590	1.014	3.100	0.219	0.670
T2	69.040	30.960	19.932	64.380	9.591	30.980	0.910	2.940	0.526	1.700
T2	66.900	33.100	23.329	70.480	8.864	26.780	0.874	2.640	0.033	0.100
T2	72.160	27.840	19.460	69.900	7.194	25.840	0.810	2.910	0.376	1.350
T3	69.760	30.240	19.898	65.800	9.148	30.250	0.892	2.950	0.302	1.000
T3	65.900	34.100	21.766	63.830	8.566	25.120	1.009	2.960	2.759	8.090
T3	67.420	32.580	22.330	68.540	8.986	27.580	0.759	2.330	0.505	1.550
T3	66.390	33.610	21.719	64.620	8.739	26.000	0.921	2.740	2.232	6.640
T3	71.710	28.290	18.278	64.610	8.558	30.250	0.806	2.850	0.648	2.290
T4	67.400	32.600	21.415	65.690	10.077	30.910	0.906	2.780	0.202	0.620
T4	66.430	33.570	23.006	68.530	9.292	27.680	0.937	2.790	0.336	1.000
T4	68.200	31.800	20.778	65.340	8.805	27.690	0.855	2.690	1.361	4.280
T4	71.300	28.700	18.905	65.870	8.805	30.680	0.904	3.150	0.086	0.300
T4	70.110	29.890	19.967	66.800	7.894	26.410	0.789	2.640	1.240	4.150
T5	71.400	28.600	18.087	63.240	7.716	26.980	0.766	2.680	2.031	7.100
T5	70.130	29.870	19.159	64.140	9.131	30.570	0.833	2.790	0.747	2.500
T5	68.360	31.640	20.718	65.480	9.761	30.850	0.962	3.040	0.199	0.630
T5	65.350	34.650	23.195	66.940	10.236	29.540	1.088	3.140	0.132	0.380
T5	66.900	33.100	22.664	68.470	9.447	28.540	0.973	2.940	0.017	0.050

Anexo 8. Análisis de varianza del análisis químico proximal.

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Humedad	Inter-grupos	.520	4	.130	.025	.999
	Intra-grupos	103.265	20	5.163		
	Total	103.785	24			
Materia Seca	Inter-grupos	.520	4	.130	.025	.999
	Intra-grupos	103.265	20	5.163		
	Total	103.785	24			
Proteina Cruda Base Humeda	Inter-grupos	1.480	4	.370	.106	.979
	Intra-grupos	69.748	20	3.487		
	Total	71.229	24			
Proteina Cruda Base Seca	Inter-grupos	19.174	4	4.793	1.002	.430
	Intra-grupos	95.705	20	4.785		
	Total	114.879	24			
Extacto Etereo Base Humeda	Inter-grupos	.606	4	.151	.240	.913
	Intra-grupos	12.641	20	.632		
	Total	13.247	24			
Extacto Etereo Base Seca	Inter-grupos	6.160	4	1.540	.407	.802
	Intra-grupos	75.754	20	3.788		
	Total	81.914	24			
Ceniza Base Humeda	Inter-grupos	.027	4	.007	.755	.566
	Intra-grupos	.179	20	.009		
	Total	.206	24			
Ceniza Base Seca	Inter-grupos	.255	4	.064	1.728	.183
	Intra-grupos	.737	20	.037		
	Total	.991	24			
Extracto Libre de Nitrogenado Base Humeda	Inter-grupos	3.116	4	.779	1.451	.254
	Intra-grupos	10.737	20	.537		
	Total	13.852	24			
Extracto Libre de Nitrogenado Base Seca	Inter-grupos	26.925	4	6.731	1.237	.327
	Intra-grupos	108.867	20	5.443		
	Total	135.791	24			

Anexo 9 Cushuro (*Nostoc sphaericum*) en tres presentaciones: A) fresco hidratado, B) seco molido y, C) microencapsulado.



Anexo 10 Identificación taxonómica del cushuro (*Nostoc sphaericum*).

CONSTANCIA

Yo, Sofía López Guerra, bióloga microbióloga especialista en trabajo con microalgas y cianobacterias y su identificación taxonómica, he recibido la muestra húmeda de "cushuro" por parte de Nel Brandon Quezada Meza, identificado con DNI 72491059, procediendo a identificar a la especie como: ***Nostoc sphaericum*** **Vaucher ex Bornet & Flahault**, con la consiguiente clasificación taxonómica:

CATEGORÍA TAXONÓMICA	NOMBRE
DIVISIÓN	*Cyanobacteria*
CLASE	*Cyanophyceae*
SUB CLASE	*Nostocophycidae*
ORDEN	*Nostocales*
FAMILIA	*Nostocaceae*
GÉNERO	*Nostoc*
ESPECIE	*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault

Nombre común: "cushuro", "murmunta"

El sistema de clasificación usado es el de Komárek *et al.* (2014), confrmándose la posición taxonómica y nomenclatura con Algaebase (Guiry & Guiry (2020) y CyanoDB (Hauer & Komárek, 2020).

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Lima, 10 de junio del 2020



Mg. Sofía López Guerra
CBP N° 7704

Anexo 11 Análisis proximal de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en el LBNAA.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
LABORATORIO DE BIOQUIMICA, NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL

"Año de la universalización de la salud"

ANÁLISIS REQUERIDO : ANÁLISIS PROXIMAL
MUESTRA : ESFERAS DE CUSHURO (*Nostoc sphaericum)*
REMITENTE : NEL QUEZADA MEZA
PROCEDENCIA : JUNIN
FECHA DE ADMISIÓN : AGOSTO /2020
OBSERVACIONES :

RESULTADOS(*)

	BASE HÚMEDA %	BASE SECA %
HUMEDAD	97.53	-------
MATERIA SECA	--------	2.47
PROTEÍNA	1.08	43.6
EXT. ETÉREO	0.004	0.15
FIBRA CRUDA	0.15	6.1
CENIZAS	0.1	4.1
EXTRACTO NO NITROGENADO	1.14	46.06

(*): Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.2007

San Borja, 15 de agosto de 2020

MV Mg. SANDRA GRACIA BEZADA QUINTANA
RESPONSABLE DE LA SECCION: EVALUACIÓN QUÍMICO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE BIOQUIMICA, NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL

C.C. : ARCHIVO LBNAA