

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“EFECTO BIOECONÓMICO DE CUYES EN FASE DE ACABADO
ALIMENTADOS CON RACIONES INTEGRALES
SUPLEMENTADOS CON HARINA DE ORUJO DE CERVECERIA
MÁS FITASA”**

Tesis

Para optar título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

TOLENTINO LOPEZ MARIA ELENA

Tingo María

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron, a las 08:00 p.m. del 27 de octubre de 2023, para calificar la Tesis titulada "EFECTO DE HARINA DE ORUJO DE CERVECERÍA Y FITASA SOBRE LA RESPUESTA BIOECONÓMICA EN CUYES MACHOS EN FASE DE ACABADO", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **MARIA ELENA TOLENTINO LOPEZ**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 09 de noviembre de 2023

Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE
Presidente

Dr. MEDARDO ANTONJO DÍAZ CÉSPEDES
Miembro

Ing. M. Sc. JUAN LAGO GONZÁLES
Miembro



Ing. WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA
Asesor

Ing. M. Sc. HUGO SAAVEDRA RODRÍGUEZ
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 063 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO BIOECONÓMICO DE CUYES EN FASE DE ACABADO ALIMENTADOS CON RACIONES INTEGRALES SUPLEMENTADOS CON HARINA DE ORUJO DE CERVECERIA MÁS FITASA	TOLENTINO LOPEZ MARIA ELENA	24 % Veinticuatro

Tingo María, 26 de febrero de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



**“EFECTO BIOECONÓMICO DE CUYES EN FASE DE ACABADO ALIMENTADOS
CON RACIONES INTEGRALES SUPLEMENTADOS CON HARINA DE ORUJO DE
CERVECERIA MÁS FITASA”**

Autor	: Maria Elena Tolentino Lopez.
Asesores	: Ing. M Sc. Hugo Saavedra Rodríguez. Ing. Walter Alberto Paredes Orellana.
Programa de investigación	: Producción Animal Sostenible
Línea de investigación	: Nutrición, Animal y Pastos
Eje temático	: Nutrición Animal y Pastos
Lugar de ejecución	: Granja Zootécnica - Universidad Nacional Agraria de la selva.
Duración	: Inicio: junio 2022. Término: octubre 2022.
Financiamiento	: Recursos propios S/ 1450.54

Tingo María – Perú

2023



T-ZOO Tolentino Lopez, Maria Elena.
636.98522 Efecto bioeconómico de cuyes en fase de acabado
T649 alimentados con raciones integrales suplementados con harina
2023 de orujo de cervecera más fitasa. / presentado por Maria
Elena Tolentino Lopez ; [Hugo Saavedra Rodríguez y Walter
Alberto Paredes Orellana, asesores.] Tingo María, Perú
Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de
Zootecnia 2023.
[12], 30 hojas : 4 tablas, 1 figuras ; 30 cm.
Tesis (Ingeniero Zootecnista.).
Literatura citada: hojas [24]-26. 30 referencias
1. Acido fítico. 2. conversión alimenticia.
3. Subproducto. 4. Rentabilidad.

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACION DOCENTE
Y TESISISTA**

(Resol.N°113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universiada Nacional Agraria de la Selva.
Facultad : Facultad de Zootecnia
Título de tesis : Efecto bioeconómico de cuyes en fase de acabado alimentados con raciones integrales suplementados con harina de orujo de cervecería más fitasa.
Programa de investigación : Producción Animal Sostenible
Línea de investigación : Nutrición, Animal y Pastos
Eje temático : Nutrición Animal y Pastos
Autor : Bach. Maria Elena Tolentino Lopez.
Asesores : Ing. M Sc. Hugo Saavedra Rodríguez.
Ing. Walter Alberto Paredes Orellana.
Lugar de ejecución : Granja Zootécnica - Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Duración : Inicio : junio 2022.
: Término : octubre 2022.
Financiamiento : FEDU : S/.0.00
: Propio: S/1450.54
: Otros :S/.0.00


Tingo María, Perú, enero 2024.



Maria Elena Tolentino Lopez
Tesisista



Ing. M Sc. Hugo Saavedra Rodríguez.
Asesor



Ing. Walter Alberto Paredes Orellana.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía y fortaleza
para poder continuar con la realización de este
trabajo de investigación

**A mis queridos Padres: Leonides
López Trinidad y Gerónimo
Tolentino Palomino que con su
fortaleza, paciencia y esfuerzo me ha
permitido llegar a cumplir hoy un
sueño más. Gracias por inculcar en
mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.**

Con todo mi amor y cariño a mí amado
esposo: Gianfranko Malpartida Madueño
por su sacrificio, esfuerzo y su apoyo
incondicional

A mi adorada hija: Gianele Alize
Malpartida Tolentino, por ser mi fuente
de motivación e inspiración para poder
superarme cada día más.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre a mi lado.

A mi alma máter, la Universidad Nacional Agraria de la Selva, especialmente a la Facultad de Zootecnia la cual me abrió las puertas para formarme profesionalmente.

Especial reconocimiento y agradecimiento al Ing. M. Sc. Hugo Saavedra Rodríguez y al Ing. Walter Alberto Paredes Orellana asesores de la presente Tesis, por sus sabios conocimientos, su don de gente, por su profesionalismo y sobre todo por su apoyo y confianza depositada en mi persona.

A mis jurados: Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate, Msc. Juan Lao Gonzales, Ph. D. Medardo Antonio Díaz Céspedes, por el interés, motivación, apoyo y críticas necesarias para la realización de este trabajo.

Eterno agradecimiento a los docentes de la Facultad de Zootecnia por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A mis hermanos William Tolentino López, Humberto Tolentino López y Luz Mery Tolentino López por el apoyo incondicional brindado y por estar siempre presente a lo largo de la conducción del trabajo.

A mi familia en general por el apoyo incondicional y por compartir sus sabios consejos, ánimo, respaldo que siempre me han brindado.

Al personal administrativos y trabajadores de la unidad de cuyes del Centro de Producción e Investigación Granja Zootecnia de la Facultad de Zootecnia por el apoyo brindado y las facilidades para la realización del trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. Harina de orujo de cervecería (Residuos de cervecería).....	5
2.2.2. Características generales de la enzima fitasa	6
2.2.3. Generalidades sobre el cuy (<i>Cavia porcellus</i> L.).....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Lugar y fecha de ejecución	9
3.2. Tipo de investigación	9
3.3. Animales en estudio	9
3.4. Instalaciones, equipos y materiales	9
3.5. Insumos en estudio	9
3.6. Raciones experimentales	10
3.7. Sanidad	10
3.8. Factores en estudio	10
3.9. Tratamientos	10
3.10. Raciones experimentales y alimentación.....	11
3.11. Distribución de tratamientos y repeticiones	11
3.12. Diseño experimental y análisis estadístico	13
3.13. Variables dependientes	13
3.14. Metodología.....	13
3.14.1. Ganancia diaria de peso	13
3.14.2. Consumo diario de alimento	14
3.14.3. Conversión alimenticia	14
3.14.4. Rendimiento de carcasa	14
3.14.5. Beneficio neto y mérito económico	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Índices productivos de cuyes	16

4.2. Índices económicos.....	19
V. CONCLUSIONES	22
VI. PROPUESTAS A FUTURO	23
VII. REFERENCIAS	24
VIII. ANEXO.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Raciones experimentales para cuyes en fase de acabado utilizando HOC y fitasa	12
2. Peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con raciones experimentales	16
3. Rendimiento de carcasa de cuyes alimentados con raciones integrales suplementados con harina de orujo de cervecería y fitasa, n=2	19
4. Beneficio neto y merito económico de cuyes alimentados con raciones integrales suplementados con harina de orujo de cervecería y fitasa.....	21

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Obtención del residuo de cervecería.....	5

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la unidad de cuyes de la Granja de la Facultad de Zootecnia, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Región Huánuco, con el objetivo de evaluar la respuesta bioeconómica de cuyes machos en fase de acabado alimentados con raciones suplementadas con harina de orujo de cervecería y fitasa. El estudio tuvo una duración de 30 días donde se utilizaron 56 cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado con 60 días de edad y 641.50 ± 70.11 g de peso vivo, los cuales fueron distribuidos en siete tratamientos, ocho repeticiones y cada repetición con un cuy, los niveles de inclusión de harina de orujo de cervecería fueron 0, 10, 20 y 30% y la enzima fitasa fue con y sin más un tratamiento control sin inclusión de ambos. El consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia, el peso y el rendimiento de carcasa ($p > 0.05$) no fueron afectados por la inclusión de HOC y fitasa; entretanto, económicamente los cuyes que consumieron raciones con 30% de HOC reportaron mejor mérito económico y cuando comparado la inclusión de fitasa se demuestra que las raciones con fitasa generan un 28.91% de mérito económico en relación con aquellos que consumieron raciones sin fitasa que reportó 25.77%. Se concluye rechazando la hipótesis nula, demostrando que la inclusión de 0, 10, 20 y 30% de HOC más fitasa no altera los índices productivos y económicos de cuyes machos en fase de acabado.

Palabras clave: Ácido fítico, conversión alimenticia, subproducto, rentabilidad.

The Bioeconomic Effect of Guinea Pigs During the Finishing Phase When Fed with Integral Rations Supplemented with Flour from Brewer's Grains and Phytase

Abstract

The present research work was done in the guinea pig unit of the Zootechnic Faculty's farm at the Universidad Nacional Agraria de la Selva in the Huánuco region [of Peru], with the objective of evaluating the bioeconomic response of male guinea pigs during the finishing phase, when fed with rations that were supplemented with flour from brewer's grains and phytase. The study lasted for thirty days, where fifty six male guinea pigs of the Peru breed, during the finishing phase, at sixty days of age, and 641.50 ± 70.11 g of live weight were used. They were distributed into seven treatments with eight repetitions and each repetition had one guinea pig. The levels of inclusion for the flour from brewer's grain were 0, 10, 20, and 30%, and for the phytase enzyme, it was with or without; plus one control treatment that did not include either. The feed consumption, daily weight gain, feed conversion, weight, and carcass yield were not affected by the inclusion of the HOC (acronym in Spanish) and the phytase ($p > 0.05$). Meanwhile, economically, the guinea pigs that consumed rations with 30% HOC were reported to have better economic merit, and when the inclusion of phytase was compared, it was shown that the rations with phytase generated an economic merit of 28.91%, in relation to those which consumed rations without phytase, for which 25.77% was reported. It was concluded that the null hypothesis be rejected, demonstrating that the inclusion of 0, 10, 20, and 30% HOC plus phytase did not alter the productive and economic indices of the male guinea pigs during the finishing phase.

Keywords: phytic acid, feed conversion, by-product, profitability

I. INTRODUCCIÓN

En la pecuaria uno de los elementos fundamentales económicamente es la alimentación porque es el rubro que más influye en los costos de producción, principalmente a la dependencia de los dos principales ingredientes de los monogástricos como son el maíz y la soja, son importados y muchas veces elevan sus precios en función al mercado global. Sin embargo, a nivel nacional y regional se generan subproductos agroindustriales que muy bien pueden ser incluidos en las raciones de los monogástricos previa evaluación nutricional biológica, de digestibilidad, de palatabilidad y estudios de sus factores antinutricionales (FANs).

La crianza de cuy (*Cavia porcellus* L.) en el Perú, se viene escalando cada vez más, debido a que aporta una opción nutricional y económica; en función a sus características de crianza, así como también por su capacidad del cuy de adaptarse a ecosistemas diversos como lo hace en el trópico, manteniendo su desempeño productivo, reproductivo y culinario. Dichas ventajas, facilita contrarrestar los costos elevados que significa hoy en día criar cualquier especie animal doméstica, entendiendo que para obtener un producto terminado, este significa un costo promedio de un 70 por ciento, situación que se acentúa mucho más en la actualidad, porque varios de los insumos convencionales que se utiliza en la formulación de las raciones, están siendo derivados a otras industrias como la de procesar biocombustibles, limitando su consecución y encareciéndolo.

En función a ello, es importante consolidar el uso técnico y eficiente de insumos no tradicionales como la harina de orujo de cervecería en la alimentación de cuyes, buscando respuestas que signifiquen una opción complementaria y alternativo a lo ya existente, pero que a su vez, podría orientar al planteamiento de innovaciones, que faciliten el desarrollo de conocimientos y tecnologías adecuadas en la cual se incluya los insumos no tradicionales y que se encuentre en volúmenes considerables en la región, como es el orujo que es un residuo de la industria cervecera que al ser utilizado en la formulación de raciones para monogástricos complementado con fitasa podríamos disminuir los costos y generar una eficiente respuesta productiva.

Las fitasas son enzimas que hidrolizan los ácidos fílicos que se encuentran en los vegetales y debido a ello se liberan principalmente el fósforo fítico o indisponible, otros macro y micro elementos, proteína y energía, promoviendo mayor uso del fósforo presente en los vegetales; otra ventaja del uso de las fitasas es que evita la contaminación ambiental reduciendo la excreción del fósforo fítico de los vegetales que en promedio están entre 60 a 70% del total

de fósforo en los vegetales; también, se conoce con amplitud que el fósforo es uno de los minerales y a la vez nutriente indispensable en la alimentación animal, pero a la vez se torna como contaminante principalmente en el medio acuático y en función a ello nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Cuál será la respuesta bioeconómica de los cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado alimentados con raciones integrales incluidos con 0, 10, 20 y 30% de harina de orujo de cervecería (HOC) con la suplementación de 100 ppm de fitasa en el trópico?. Como respuesta a la interrogante, se plantea la siguiente hipótesis: La suplementación de harina de orujo de cervecería más fitasa en la ración para cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado, mejora la respuesta bioeconómica.

1.1. Objetivo general

- Evaluar la respuesta bioeconómica de cuyes machos alimentados con raciones suplementadas con harina de orujo de cervecería y fitasa.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de cuyes machos en fase de acabado alimentados con raciones suplementadas con harina de orujo de cervecería y fitasa.
- Determinar el beneficio y mérito económico de cuyes machos en fase de acabado alimentados con raciones suplementadas con harina de orujo de cervecería y fitasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Klinger et al. (2022) estudiaron la digestibilidad y el desempeño productivo en conejos en crecimiento alimentados con raciones conteniendo diversos niveles de residuos de cervecería en sustitución al heno de alfalfa (1, 25, 50 y 75% de sustitución) y concluyeron que en base a la variable conversión alimenticia que agrupa dos variables productiva, recomendaron sustituir hasta un 50% de heno de alfalfa por el residuo de cervecería en la alimentación de conejos en fase de crecimiento sin comprometer el desempeño productivo.

Quispe-Gutierrez (2019) estudió tres tratamientos: T1 alimento balanceada más orujo seco, T2 alimento balanceado más raíz de malta y T3 alimento balanceado más alfalfa (Testigo) en cuyes de 17 días de edad en fases de crecimiento y acabado durante 63 días, dónde se reporta mejor ganancia de peso con 848 y 807 g para los cuyes de los tratamientos 1 y 3, entretanto el mayor consumo de alimento en materia seca fue para los cuyes del tratamiento 1 con 3851 g en relación con los otros tratamientos. Sin embargo, la conversión alimenticia de los cuyes no fue influenciado ($p>0.05$) por los diferentes tratamientos. En cuanto a la retribución económica se reportó mejor retribución en los cuyes alimentados con alimento balanceado más raíz de malta con un valor de 74.09%, concluyendo que el uso de orujo de cervecería reportó mejor ganancia de peso y mayor consumo de alimento.

Beltran (2018) investigó la inclusión de 0, 10, 20, 30 y 40% de HOC en raciones integrales de cuyes en fases de crecimiento y acabado, quien reportó semejante ($p>0.05$) incremento de peso, ingesta de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa con los diferentes tratamientos. Entretanto, económicamente determinó mejor beneficio neto y mérito económico cuando se incrementó la adición de HOC en las raciones.

Cruz-Llumiquinga (2016) evaluó la adición de bagazo de cerveza (25% de proteína bruta, 6% de extracto etéreo, 40% de FDN, 20% de FDA, 5% de lignina, 7% de materia mineral, 0.6% de fósforo total, 0.3% de calcio y 2860 kcal/kg de energía digestible) en la alimentación de cuyes desde el destete hasta el engorde, proponiendo los tratamientos: T1 Testigo solo alfalfa, T2 1% de bagazo más alfalfa, T3 2% de bagazo más alfalfa y T4 3% de bagazo más alfalfa; donde observó mejor incremento de peso, mayor consumo de alimento y eficiente conversión alimenticia en cuyes alimentados con raciones con 3% de bagazo más alfalfa en referencia a los otros tratamientos con inclusión de bagazo de cerveza y control.

Lafuente-Arraya (2014) estudió la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento y acabado con la adición de orujo de cervecería (91.1% de materia seca, 3200 kcal/kg de ED, 13.29% de fibra bruta, 41.37% de ELN, 24.44% de proteína total, 2.8% de materia mineral, 0.3% de calcio, 0.5% de fósforo total, 0.22% de sodio, 0.88% de lisina, 0.45% de metionina, 0.37% de triptófano y 1.30% de arginina) en la alimentación de cuyes del destete al engorde, proponiendo los siguientes tratamientos: T1 Testigo sin orujo de cervecería, T2 ración con inclusión de 10% de HOC, T3 ración con 15% de inclusión de HOC y T4 ración con inclusión de 20% de HOC; donde observó mayor consumo de alimento y ganancia de peso en cuyes alimentados con raciones incluidas con 15% de HOC; entretanto, la conversión alimenticia no fue alterada por los diferentes tratamientos. Asimismo, el autor concluye que el uso de HOC reduce los costos de producción principalmente en referencia a los costos por alimentación.

Romero-Tito (2019) estudió la suplementación de 0, 100, 150 y 200 ppm de la enzima fitasa en alimento balanceado de cuyes machos mejorados en crecimiento y acabado, donde reportó ($p > 0.05$) semejante incremento de peso, ingesta de alimento y conversión alimenticia frente a los tratamientos propuestos. Entretanto, el rendimiento de carcasa fue mayor en los cuyes suplementados con 150 y 200 ppm y menor rendimiento en cuyes sin suplementación de fitasa y con 100 ppm. Además, mostró mayor mérito económico en los tratamientos con 100, 200 y 300 ppm de fitasa (62.82, 67.57 y 65.26%, respectivamente), en comparación al tratamiento control que reportó menor mérito económico (42.12%).

Martins et al. (2013) estudiaron la digestibilidad y los índices productivos de conejos en crecimiento suplementados con 0, 100, 200, 300 y 400 ppm de fitasa. El desempeño productivo de los conejos no fue influenciado por las diferentes dosis de la fitasa, a excepción de la conversión alimenticia que fue mejor en los conejos suplementados con dosis altas de la enzima fitasa; también, la digestibilidad de las raciones no fue alterada por la adición de la enzima fitasa.

Arce-Villavicencio (2019) estudió la suplementación de 200 ppm de fitasa en la alimentación de cuyes en crecimiento y acabado y reportó mejor conversión alimenticia (3.97) de cuyes suplementados con fitasa en comparación de los cuyes sin suplementación de fitasa, también, concluye que el rendimiento de carcasa no fue alterado por la suplementación de la fitasa.

Según Rosales (2018) estudió la inclusión de 0, 4, 8 y 12% de HOC en raciones de pollos parrilleros y observó ($p > 0.05$) semejante consumo de alimento, conversión alimenticia

y rendimiento de carcasa; entretanto, la ganancia diaria de peso tuvo ($p < 0.05$) una tendencia de decremento cada vez que se adicionó mayor nivel de HOC y en cuanto a la evaluación económica, los pollos alimentados con raciones incluidas con 4% de harina de orujo reportaron mejor beneficio económico.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Harina de orujo de cervecería (Residuos de cervecería)

Una extensa gama de subproductos agroindustriales presentan un potencial ingrediente para la formulación de raciones para cuyes, entre ellos tenemos a los residuos de cervecería en este caso al orujo, que es un subproducto de la industria cervecera generado en mayor cantidad en referencia a otros subproductos como la levadura, que emplea granos de cereales como materia prima, en la que el almidón es inicialmente usado en el desarrollo de la elaboración de la cerveza, resultando que el orujo es un ingrediente con alto contenido de proteínas, carbohidratos, minerales y aminoácidos (De Blas et al., 2019)

Existen diversos subproductos procedentes de la industria cervecera y entre los más importantes están la malta, el orujo y la levadura. En el caso del uso del orujo por ser un subproducto con alta humedad se recomienda realizar y adecuado almacenamiento, pero es mejor reducir la cantidad de humedad para lograr un almacenamiento por más días (Gonzales, 2010), en la Figura 1 se detalla el proceso de obtención de los residuos de cervecería.

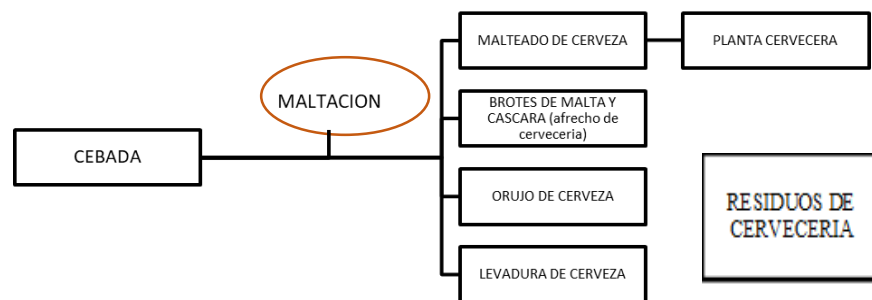


Figura 1. Obtención del residuo de cervecería

Para la fabricación de la cerveza se hace uso de la malta el cual es la cebada germinada tostada y molida, lúpulo que es una planta que se caracteriza por ser un conservante natural porque protege a la cerveza de hongo y bacterias, levadura que se encarga de la fermentación y el agua, durante la fermentación el almidón de la malta es transformada en

alcohol y los otros componentes de la malta quedan como residuos principalmente los polisacáridos no amiláceos que se denomina orujo de cervecería que contiene aproximadamente 80% de agua, este subproducto se comercializa en forma húmeda y muy poco deshidratado (Lucero, 2016).

De acuerdo con Sauvant et al. (2004) la composición química del orujo de cervecería es: materia seca 91.9%, proteína total 24.1%, fibra total 15.3%, extracto etéreo 6.7%, ceniza 3.9%, fibra detergente neutro (FDN) 52.8%, fibra detergente ácida (FAD) 20.4%, almidón 6.9%, azufre 2.8 g/kg, potasio 3.4 g/kg, cobre 0.18 g/kg, molibdeno 1.3 g/kg, energía bruta 4500 kcal/kg, calcio 2.1 g/kg, fósforo 5.8 g/kg, magnesio 0.24 g/kg, sodio 0.2 g/kg y selenio 0.38 g/kg.

También, De Blas et al. (2019) reportaron los siguientes nutrientes en la HOC: materia seca 91.5%, proteína bruta 24.3%, extracto etéreo 7.2%, fibra bruta 14%, FDN 48.9%, FDA 20.5%, calcio 0.3%, fósforo total 0.4%, fósforo fítico 0.26%, fósforo disponible 0.18%, sodio 0.05%, energía digestible 2500 kcal/kg, lisina 0.77%, metionina 0.43%, treonina 0.8%, triptófano 0.29%, valina 1.22% y arginina 1.08%. Entretanto, Beltran (2018) reportó el análisis nutricional de la HOC siendo: materia seca 80.31%, ceniza 4.84%, proteína total 10.10%, extracto etéreo 0.96%, fibra total 13.91%, extracto libre de nitrógeno 58.77% y energía bruta 4151 kcal/kg.

2.2.2. Características generales de la enzima fitasa

Las especies monogástricas como el cerdo, aves, cuy, conejo y otros presentan actividad de las fitasas procedentes de enzimas internas producidas por la mucosa intestinal, procedentes de la actividad intrínseca de los ingredientes vegetales que consumen los animales y las enzimas exógenas producidas a partir de microorganismos como la *Escherichia coli* (Vashishth et al., 2017). La actividad de las fitasas es muy dependiente del medio dónde accionarán como el pH, temperatura y humedad (Romano y Kumar, 2018). Las fitasas generadas por los microorganismos los cuales son en mayor cantidad comercializadas tienen el objetivo de aumentar la liberación del fósforo quelado en el ácido fítico de los vegetales, otra característica de estas enzimas es que son resistentes a proteasas, son afines al sustrato y temperatura (Balwani et al., 2017).

El trabajo eficiente de las fitasas exógenas es evaluado en primer lugar por su capacidad de resistir a su degradación en la luz intestinal, su capacidad de resistir a diferentes temperaturas y el pH el cual debería ser óptimo para su trabajo eficaz; Ribeiro et al. (2016) estudió la comparación de fitasas de dos fuentes distintas una de *E. coli* y otra de *Citrobacter*

braakii y observaron que las fitasas de la *E. coli* liberaron 20% más de fósforo cuando se probaron con 500, 1000 y 2000 U/kg; por tanto, esto comprueba que con el uso de las fitasas se debe reducir el uso de los fosfatos en la formulación de las raciones para monogástricos.

Se considera en promedio que el pH del estómago de los monogástricos es menor a 5.5, también se considera que las fitasas microbianas requieren un pH de 2.5 a 5.7 para su actuación óptima (Dersjant et al., 2015). Entretanto la temperatura óptima para las fitasas es de 44 a 60 °C, considerando que las temperaturas extremas desnaturalizan a las enzimas muy similar a las proteínas, que generalmente sucede por los procesos de peletizado y extrusión. También Morales et al. (2011) estudiaron las fitasas procedentes de *E. coli* y *Peniophora lycii* con la pepsina y luego de una hora de incubación la actividad de la enzima de *P. lycii* disminuyó significativamente en relación con la enzima de la *E. coli*.

Cada especie animal monogástrico presenta un pH gastrointestinal diferente, el cual depende de la edad, estado fisiológico y sobre todo de su anatomía y fisiología digestiva, por ejemplo, en animales adultos el tiempo de retención del bolo alimentar y los valores de pH gastrointestinal son más favorables para la acción eficiente de las enzimas en comparación a los animales jóvenes; a pesar de que la eficiencia de la absorción disminuye con la edad del animal. En cuanto a aves por ejemplo las de postura son 35% más eficientes que los pollos de engorde (Rebollar et al., 2005).

2.2.3. Generalidades sobre el cuy (*Cavia porcellus* L.)

En Perú se denomina cuyes y en otros países tienen otras denominaciones como cobayos, Guinea Pigs, Cavia, Conejillos de Indias, Acure y Curí, estos mamíferos, monogástricos y herbívoros son originarios de Sudamérica, con una producción en escala en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia; antiguamente fueron criados en un sistema extensivo luego paso a una crianza familiar y actualmente su crianza es intensiva e incluso con alimento integral sin la presencia de forraje fresco (Fao, 1994, Aliaga, 1996). El cuy fue reconocido desde muchos años atrás como un alimento de alta calidad, buen perfil de aminoácidos, además que es una especie cosmopolita se adapta a diferentes pisos ecológicos, de rápido crecimiento, altamente prolífico y con rendimientos de carcasa de hasta 66% (Zaldivar, 1976)

El rubro de la alimentación en la cuyecultura como en otras especies cobra una real importancia debido a que se le atribuye entre 60 a 70% de los costos totales, de esta forma, en un sistema de crianza debe considerarse económicamente el mejor sistema de alimentación los cuales son alimentación solo con forraje, alimentación mixta forraje más concentrado y la

alimentación integral (Aliaga, 2001). Sarria (2011) comenta que en el sistema de alimentación integral es obligatorio el uso de vitamina C.

Los cuyes como otras especies, para una óptima respuesta productiva, y reproductiva exigen nutrientes adecuados para su anatomía y fisiología digestiva los cuales son los aminoácidos, fibra detergente neutra, carbohidratos, minerales y vitaminas (Aliaga, 1993). Vergara (2008) propone un plan nutricional de los cuyes en cinco categorías, Inicio de 15 a 29 días de edad, crecimiento de 30 a 49 días de edad, acabado de 54 a 70 día de edad, gestación y lactación y encada una de las fases los cuyes exigen diferentes concentraciones de los nutrientes; así sugiere que en la fase de acabado la energía digestible debe ser 2700 kcal/kg, fibra bruta 10% proteína total 17%, lisina 0.78%, metionina 0.34%, metionina + cistina 0.70%, arginina 1.1%, treonina 0.56% y triptófano 0.17%. También, Acosta (2012) comenta que los valores de fibra en las raciones alimenticias son muy importantes en la fisiología digestiva del cuy y tiene la ventaja de mejorar la digestión y absorción de otros nutrientes debido a que el FDN y FDA modulan la tasa de pasaje del bolo alimentar por el tracto digestivo del cuy.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución

El estudio se ejecutó en la Granja Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado - Huánuco; geográficamente está a 9°17'46" de latitud sur y 75°59'53" de longitud oeste con una altitud de 660 msnm, con un promedio anual de humedad relativa de 84.09%, siendo la temperatura promedio de 24.00 °C y la precipitación pluvial de 3200 mm, (SENAMHI, 2016). El ensayo fue de un mes, entre junio a octubre del 2022, con una evaluación de campo de 30 días (días del 60 a 90) etapa de acabado.

3.2. Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue experimental.

3.3. Animales en estudio

Se utilizaron 56 cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado con 60 días de edad, con peso vivo de 641.50 ± 70.11 g, estos animales fueron evaluados 60 a 90 días de edad, los cuyes fueron adquiridos de la granja Núñez situado en del distrito de Pueblo Nuevo, Tingo María.

3.4. Instalaciones, equipos y materiales

El experimento se ejecutó en un galpón con techo de aluzin de dos aguas más claraboya, piso y zócalo de material noble, paredes con mallas galvanizadas y cortinas de polietileno. En el galpón se ubicaron cuatro baterías de dos pisos de fierro y malla metálica, cada batería con dieciocho jaulas con dimensiones de 0.40, 0.35 y 0.80 cm de largo, altura y ancho, respectivamente; en cada jaula se albergó un cuy con un comedero y bebedero. Además, se utilizó una balanza digital con capacidad de 3000 g, y con una sensibilidad de 1 g.

3.5. Insumos en estudio

Para la elaboración de las raciones experimentales se utilizaron la harina de orujo de cervecería (HOC), dicho producto fue adquirido de la empresa Orujo SAC ubicado en la ciudad

de Pucallpa, además este orujo es un subproducto de la industria cervecera San Juan y se adquirió por un costo de 0.60 soles/kg. El análisis químico proximal del orujo fue: Materia seca: 86.74%, ceniza: 7.34%, proteína total: 26.37%, grasa: 1.16%, fibra cruda: 19.10% y extracto libre de nitrógeno: 32.77% (Laboratorio de Nutrición Animal – Universidad Nacional Agraria de la Selva).

También se utilizó la enzima fitasa de nombre comercial FITASA PREMIUM, es una enzima desarrollada especialmente para su uso en la alimentación de monogástricos que incrementa la digestibilidad del fósforo ligado al fitato y de otros nutrientes, presenta un color blanco, no presenta un olor característico y su dosis recomendada es 100 g por tonelada de alimento balanceado o 100 ppm o 0.01%.

3.6. Raciones experimentales

Las siete raciones experimentales se presentan en la Tabla 1, estas raciones fueron formuladas de acuerdo con las propuestas de Vergara (2008) utilizando el programa lineal Mixit-5 y fueron preparadas en la Planta de Alimentos Balanceados El Granjerito de la Facultad de Zootecnia, haciendo uso de una mezcladora horizontal con capacidad de 50 kg. Todos los micro ingredientes excepto la fitasa fue mezclada en una pequeña mezcladora horizontal, en seguida nuevamente se mezcló con la enzima fitasa para obtener una mezcla uniforme y finalmente esta premezcla se unió a la mezcla de los macro ingredientes.

3.7. Sanidad

Antes de iniciar el experimento las jaulas, el galpón, comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados con detergente de tipo industrial y formol en seguida se dejó en vacío por cinco días y posteriormente se pintó las paredes y piso con cal viva.

3.8. Factores en estudio

- Harina de orujo de cervecería (0, 10, 20 y 30%).
- Enzima Fitasa

3.9. Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron:

T1: Ración balanceada con 0% de harina de orujo de cervecería y sin fitasa.

T2: Ración balanceada con 10% de harina de orujo de cervecería y sin fitasa.

- T3: Ración balanceada con 20% de harina de orujo de cervecería y sin fitasa.
 T4: Ración balanceada con 30% de harina de orujo de cervecería y sin fitasa.
 T5: Ración balanceada con 10% de harina de orujo de cervecería más 100 ppm de fitasa.
 T6: Ración balanceada con 20% de harina de orujo de cervecería más 100 ppm de fitasa.
 T7: Ración balanceada con 30% de harina de orujo de cervecería más 100 ppm de fitasa.

3.10. Raciones experimentales y alimentación

Las raciones experimentales (Tabla 1) fueron formuladas con el software Mixit-5, haciendo uso de ingredientes tradicionales como harina de alfalfa, gluten de maíz, maíz amarillo, afrecho de trigo y los micronutrientes, más la adición de diferentes niveles de HOC y la enzima fitasa. Las exigencias nutricionales para cuyes en acabado fueron de acuerdo con la propuesta de Vergara (2008). Las raciones fueron elaboradas en la Planta de Alimentos de la Facultad de Zootecnia, haciendo uso de un molino de granos tipo martillo y una mezcladora horizontal con capacidad de 100 kg. Los cuyes fueron alimentados con una ración integral sin pasto y las raciones fueron ofrecidas en forma libre sin restricciones.

3.11. Distribución de tratamientos y repeticiones

Tratamientos	Orujo sin Fitasa			Orujo con Fitasa		
	10%	20%	30%	10%	20%	30%
T1R1	T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T6R1	T7R1
T1R2	T2R2	T3R2	T4R2	T5R2	T6R2	T7R2
T1R3	T2R3	T3R3	T4R3	T5R3	T6R3	T7R3
T1R4	T2R4	T3R4	T4R4	T5R4	T6R4	T7R4
T1R5	T2R5	T3R5	T4R5	T5R5	T6R5	T7R5
T1R6	T2R6	T3R6	T4R6	T5R6	T6R6	T7R6
T1R7	T2R7	T3R7	T4R7	T5R7	T6R7	T7R7
T1R8	T2R8	T3R8	T4R8	T5R8	T6R8	T7R8

Trat.: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7.

Repet.: r1, r2, r3, r4, r5, r6, r7, r8.

Unidad Experimental: 1 cuy.

Tabla 1. Raciones experimentales para cuyes en fase de acabado utilizando HOC y fitasa

Ingredientes, %	Orujo sin fitasa				Orujo con Fitasa		
	0%	10%	20%	30%	10%	20%	T30%
Harina de alfalfa	19.9	14.85	9.66	4.80	14.85	9.66	4.80
Gluten de maíz	25.16	21.08	16.78	9.64	21.07	16.77	9.64
Maíz grano	35.83	37.54	39.42	41.55	37.54	39.42	41.54
Torta de soya	8.09	5.87	3.65	2.11	5.87	3.65	2.11
Afrecho de trigo	0.000	0.00	0.00	1.91	0.00	0.00	1.91
Pasta de algodón	7.09	6.43	5.93	5.17	6.43	5.93	5.17
Carbonato de calcio	1.10	1.27	1.45	1.61	1.27	1.45	1.61
Sal común	0.11	0.13	0.15	0.19	0.13	0.151	0.19
Premezcla vit+min.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cloruro de colina	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Hna. de orujo de cerv.	0.00	10.00	20.00	30.00	10.00	20.00	30.00
Lisina	0.20	0.26	0.32	0.36	0.26	0.32	0.36
Metionina	0.10	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08
Aceite de palma	1.94	2.04	2.11	2.12	2.04	2.11	2.12
Fitasa, ppm	----	----	----	----	100.0	100.0	100.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Costo S/./kg	2.37	2.21	2.04	1.87	2.22	2.05	1.88
Valores Nutricionales¹							
Materia seca, %	89.81	89.52	89.22	88.93	89.52	89.22	88.93
Proteína bruta, %	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Fibra bruta, %	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Extracto etéreo, %	4.70	4.70	4.674	4.60	4.70	4.67	4.60
Energía Dig., kcal/kg	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Sodio, %	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Calcio, %	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
Fósforo disponible, %	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Lisina total, %	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Metionina total, %	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36

¹: Vergara (2008)

3.12. Diseño experimental y análisis estadístico

Los cobayos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ (2 niveles de fitasa x 3 niveles de orujo + un tratamiento testigo) con 8 repeticiones; cada unidad experimental con un cuy y el modelo lineal aditivo fue:

Donde:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Dato observado que corresponde al i-esimo tratamiento.

μ = Media.

A_i = Efecto de los niveles del orujo ($i= 1, 2,3$)

B_j = Efecto de los niveles de fitasa ($j= 1, 2$)

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el orujo x fitasa.

E_{ijk} = Error experimental.

Los promedios de los tratamientos se compararon con la prueba de Student Newman Keuls (SNK) con nivel de confianza 95% (0.05 de p-valor).

3.13. Variables dependientes

Índices productivos

- Ganancia diaria de peso (g).
- Consumo diario de alimento (g).
- Conversión alimenticia (g/g).
- Rendimiento de carcasa (%).

Índices económicos

- Beneficio neto (S/.)
- Mérito económico (%).

3.14. Metodología

3.14.1. Ganancia diaria de peso

La ganancia diaria de peso se calculó por diferencia del peso final con el peso inicial de cada cuy divididos entre el número de días evaluados. El control de los pesos se realizó haciendo uso de una balanza digital con capacidad de 5 kg y una sensibilidad de 1 g.

3.14.2. Consumo diario de alimento

El consumo diario de alimento se halló por la diferencia de la cantidad ofrecida menos el sobrante y dividido entre el número de días de evaluación. El control de los pesos de las raciones ofrecidas y sobrantes de cada repetición se realizó haciendo uso de una balanza digital con capacidad de 5 kg y una sensibilidad de 1 g.

3.14.3. Conversión alimenticia

Esta variable se calculó con la división del consumo diario de alimento integral por cada cuy sobre la ganancia diaria de peso de cada cuy.

3.14.4. Rendimiento de carcasa

Al final del estudio los cuyes fueron sometidos a un ayuno alimentar durante 24 horas, posteriormente dos cuyes de cada tratamiento fueron pesados, sacrificados por desangramiento, pelados con agua caliente 85 °C, eviscerados (tracto gastro intestinal), oreados y pesados como carcasa. El control de peso de la carcasa se realizó con una balanza con capacidad de 5 kg y una sensibilidad de 1 g. Para determinar se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Rendimiento de carcasa \%} = (\text{Peso de carcasa, g}) / (\text{Peso vivo, g}) \times 100$$

3.14.5. Beneficio neto y mérito económico

Para esta variable se calculó el costo de producción de los cuyes mediante los costos fijos y variables más los ingresos por la venta de los cuyes. Para determinar el beneficio económico se utilizó la siguiente ecuación:

$$BN = PY - (CV + CF)$$

Dónde:

BN = Beneficio neto en S/.

PY = Precio del cuy (S/)

CV = Costo variable

CF = Costo fijo

El mérito económico se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$ME(\%) = (BN/CT) \times 100$$

Dónde:

ME = Mérito económico.

BN = Beneficio neto.

CT = Costo total (Costo fijo + costo variable)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Índices productivos de cuyes

En la Tabla 2 se detalla los índices productivos de los cuyes de la línea Perú, machos en fase de acabado que fueron alimentados con raciones integrales incluidos con HOC y fitasa.

Tabla 2. Peso inicial (PI), peso final (PF), consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de cuyes alimentados con raciones experimentales

Factores	PI, g	PF, g	CDA, g	GDP, g	CA
Niveles de harina de orujo de cervecería					
0%	641.13	835.00	45.80	6.46	7.66
10 %	641.63	854.50	48.59	7.10	7.36
20 %	641.69	873.00	48.04	7.71	6.41
30 %	641.25	860.00	48.09	7.29	6.81
Niveles de la enzima fitasa					
Con fitasa	641.79	859.00	47.60	7.24	6.83
Sin fitasa	641.22	858.25	48.11	7.23	7.08
p-valores					
Niveles de HOC	-----	-----	0.6622	0.2931	0.4675
Niveles de enzima	-----	-----	0.7562	0.9901	0.6634
Inter. NOC X NE	-----	-----	0.3106	0.1990	0.4405
cv, %	-----	-----	12.80	21.79	29.46

En la Tabla 2 se verifica que la adición de 0, 10, 20 y 30% de HOC en raciones integrales de cuyes en acabado no influenció ($p>0.05$) el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia; Asimismo la suplementación de la fitasa en las raciones integrales no afectó los índices productivos de los cuyes acabado, de forma similar ($p>0.05$) no hubo interacción entre niveles de harina orujo y niveles de fitasa.

En la Tabla 2 se muestra el resultado del consumo diario de alimento de cuyes machos de la línea Perú de 60 a 90 días de edad, donde se puede observar que los resultados no fue influenciado ($p>0.05$) por la inclusión de diferentes niveles de harina de residuos de cervecería (0%,10% 20% y 30%), pudiendo brindarle este alimento sin que altere su consumo o que haya mayor consumo de alimento ya que los resultados son similares, pero con un mayor resultado de orujo al 10% con 48.59 g y menor consumo al 0% de orujo con 45.80 g; los cuales

concuerdan con los resultados obtenidos por Beltran (2018) quien utilizó raciones para cuyes suplementadas con 0, 10, 20, 30 y 40% de HOC y los consumos de alimento no fueron influenciados ($p>0.05$). Sin embargo, Quispe-Gutiérrez (2019) estudió la alimentación de cuyes en fase de acabado con raciones incluidas con residuos de cervecería y reportó mayor ingestión de alimento en cuyes suplementados con HOC.

En cuanto a la ganancia de peso (Tabla 2) se verifica que el incremento diario de peso de cuyes machos de la línea Perú de 60 a 90 días de edad, no fueron influenciados ($p>0.05$) por la inclusión de HOC (0%,10%, 20%, 30%), estos resultados son semejantes al reportado por Beltran (2018) quién estudió raciones para cuyes suplementadas con 0, 10, 20, 30 y 40% de HOC y las ganancias diarias de peso no fueron influenciados ($p>0.05$). Sin embargo, Lafuente-Arraya (2014) observó mejor incremento de peso de cuyes en fases de crecimiento y acabado alimentados con raciones adicionadas con 15% de HOC, en relación con los tratamientos control, 10 y 20% de inclusión. Asimismo, Quispe-Gutiérrez (2019) estudió la alimentación de cuyes en fase de acabado con raciones incluidas con residuos de cervecería y reportó mejor ganancia de peso en cuyes suplementados con HOC, en relación con los cuyes alimentados con raíz de malta y sin orujo.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la conversión alimenticia de cuyes machos de la línea Perú de 60 a 90 días de edad, alimentados con raciones suplementadas con 0%,10 %, 20% y 30% HOC, donde la conversión alimenticia no fue alterada ($p>0.05$) por los diferentes tratamientos; estos resultados son semejantes al reportado por Beltran (2018) y Lafuente-Arraya (2014) quienes estudiaron el desempeño productivo de cuyes en crecimiento y acabado alimentados con raciones adicionadas con cantidades crecientes de HOC y las conversiones alimenticias no fueron influenciados ($p>0.05$); asimismo, Quispe-Gutiérrez (2019) estudió la alimentación de cuyes en acabado con raciones adicionadas con residuos de cervecería y reportó semejante conversión alimenticia en cuyes suplementados con HOC, raíz de malta y una ración control sin orujo de cervecería.

Los resultados nos muestran que la suplementación de HOC en raciones integrales para cuyes en acabado no influenció ($p>0.05$) sobre el incremento de peso, ingesta de alimento y conversión alimenticia, indicando que los cuyes pueden ser alimentados con dietas incluidas hasta un 30% de HOC sin alterar el desempeño productivo. Sin embargo, Cruz-Llumiquinga (2016) reportó mejor aumento de peso, mayor ingesta de alimento y eficiente conversión alimenticia en cuyes suplementados con 3% de bagazo de cerveza con relación a 0, 1 y 2% de inclusión, probablemente se debe a que este autor apenas utilizó los dos

ingredientes en las raciones alfalfa y el bagazo, resultado el bagazo mejor utilizado por sus componentes nutricionales principalmente de su proteína (25%).

En la Tabla 2 también se muestran que el desempeño productivo de cuyes en crecimiento suplementados con fitasa ($p>0.05$) no fueron influenciados, observándose semejante incremento de peso, ingesta de alimento y conversión alimenticia entre los cuyes que fueron alimentados con dietas sin suplementación de fitasa y con 100 ppm de fitasa; estos resultados son parecidos al trabajo de Hurtado (2014) quién reportó semejante ingesta de alimento, incremento de peso y conversión alimenticia en el grupo de cuyes suplementados con 100 ppm de la enzima fitasa versus sin suplementación de fitasa; Asimismo, Romero-Tito (2019) evaluó el incremento de peso, el ingesta de alimento y la conversión alimenticia los cuales ($p>0.05$) no fueron alterados por la suplementación de 0, 100, 150 y 200 ppm de fitasa en raciones de cuyes en acabado.

Entretanto, Arce-Villavicencio (2019) observó mejor conversión alimenticia en cuyes en crecimiento y acabado alimentados con dietas suplementadas con fitasa en relación con aquellos cuyes sin suplementación de fitasa. Asimismo, Martins et al. (2013) investigaron la digestibilidad y el performance productivo de conejos en crecimiento suplementados con 0, 100, 200, 300 y 400 ppm de fitasa, donde el desempeño productivo de los conejos no fue influenciado por las diferentes dosis de la fitasa, a excepción de la conversión alimenticia que fue mejor en los conejos suplementados con dosis altas de la enzima fitasa; pero, la digestibilidad de las raciones no fue alterada por la suplementación de la enzima fitasa.

En la Tabla 3 se detallan el peso vivo (PV), peso de carcasa (PC) y rendimiento de carcasa (RC) de cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado alimentados con raciones suplementadas con HOC y fitasa.

En la Tabla 3 se detalla los resultados de peso de carcasa y rendimiento de carcasa de cuyes machos de la línea Perú, de 60 a 90 días de edad alimentados con una ración balanceada integral adicionadas con diversos niveles de HOC y fitasa, dónde se reporta que, no fueron alterados ($p>0.05$) por la adición de diversos niveles de HOC, por la suplementación de 100 ppm de fitasa como también no presentó interacción entre los factores propuestos (adición de HOC y suplementación de fitasa).

Estos resultados, concuerdan con Beltran (2018) quien determinó el rendimiento de carcasa de cuyes en acabado alimentados con raciones incluidas con 0, 10, 20, 30 y 40% de HOC, dónde reportó ($p>0.05$) semejante peso de carcasa y rendimiento de carcasa. Asimismo, Arce-Villavicencio (2019) quien estudió la suplementación de 200 ppm de fitasa en la

alimentación de cuyes en crecimiento y acabado y reportó ($p>0.05$) semejante rendimiento de carcasa en comparación con el grupo de cuyes alimentados con raciones sin suplementación de fitasa. Entretanto, Cerna (1997) estudió cuatro proporciones 0, 15, 30 y 45 % de residuo de cervecería seco en la etapa de engorde en cuyes, donde mostraron que el rendimiento de carcasa con 15% y 30% tuvieron las mejores respuestas (72.64% y 72.72%, respectivamente).

Tabla 3. Rendimiento de carcasa de cuyes alimentados con raciones integrales suplementados con harina de orujo de cervecería y fitasa, $n=2$

Factores	PV, g	PC, g	RC, %
Niveles de harina de orujo de cervecería (NOC)			
0%	866.50	628.00	72.47
10 %	871.25	622.50	71.46
20 %	857.75	611.75	71.33
30 %	885.50	632.25	71.42
Niveles de la enzima fitasa (NE)			
Con fitasa	878.00	627.67	71.50
Sin fitasa	865.38	619.50	71.59
p-valores			
Niveles de harina de orujo de cervecería	-----	0.5013	0.3606
Niveles de enzima fitasa	-----	0.3394	0.6404
Inter. NOC X NE	-----	0.4009	0.0946
cv, %	-----	2.98	1.02

Entretanto, Romero-Tito (2019) estudió la suplementación de 0, 100, 150 y 200 ppm de la enzima fitasa en raciones de cuyes machos mejorados en crecimiento y acabado, donde reportó ($p<0.05$) mayor rendimiento de carcasa en los cuyes suplementados con 150 y 200 ppm y menor rendimiento de carcasa en cuyes suplementados con 100 ppm y sin suplementación de fitasa.

4.2. Índices económicos

En la Tabla 4 se muestra el incremento de peso de los cuyes, el precio de venta, los costos fijos, variables y totales y el beneficio neto y mérito económico de cuyes machos de la línea Perú en acabado alimentados con raciones integrales suplementados con HOC y fitasa.

En Tabla 4 se muestra el beneficio neto y el mérito económico de cuyes machos de la línea Perú de 60 a 90 días de edad, alimentados con la adición de diversos niveles de HOC (0%, 10, 20, 30%); en dietas integrales; donde se puede observar una mejor retribución económica

en el tratamiento con el 30% nivel de orujo con 1.64 soles y 37.13% de beneficio neto y mérito económico, respectivamente; el cual es concordante con los resultados de Beltran (2018) que evaluó cinco niveles de orujo de cervecería en alimento integral de cuyes en acabado, obteniendo mayor beneficio neto y mérito económico en cuanto se aumentó mayor nivel de HOC. Como también Cerna (1997), investigó cuatro proporciones 0, 15, 30 y 45 % de residuo de cervecería seco en engorde de cuyes, donde se observa mayor retribución económica 9.12 soles por animal, con un nivel del de 15% de residuo de cervecería seco en la dieta.

Asimismo, Quispe-Gutierrez (2019) estudió tres tratamientos: T1 alimento balanceada más orujo seco, T2 alimento balanceado más raíz de malta y T3 alimento balanceado más alfalfa (Testigo) en cuyes de 17 días de edad en crecimiento y acabado durante 63 días, donde reporta una mejor retribución económica en los cuyes alimentados con alimento balanceado más raíz de malta con un valor de 74.09%.

También, Lafuente-Arraya (2014) estudió la alimentación de cuyes mejorados en crecimiento y acabado con la adición de orujo de cervecería (91.1% de materia seca, 3.2 Mcal/kg de energía digestible, 13.29% de fibra total, 41.37% de extracto libre de nitrógeno, 24.44% de proteína bruta, 2.8% de ceniza, 0.3% de calcio, 0.5% de fósforo total, 0.22% de sodio, 0.88% de lisina, 0.45% de metionina 0.37% de triptófano y 1.30% de arginina) en la alimentación de cuyes desde el destete hasta el engorde, proponiendo los siguientes tratamientos: T1 Testigo sin orujo de cervecería, T2 ración con adición de 10% de HOC, T3 ración con 15% de adición de HOC y T4 ración con adición de 20% de HOC; donde observó reducción de los costos de producción principalmente en referencia a los costos por alimentación en el grupo de cuyes con 15% de HOC.

Entretanto, Romero-Tito (2019) estudió la suplementación de 0, 100, 150 y 200 ppm de la enzima fitasa en raciones de cuyes machos mejorados en crecimiento y acabado, donde reportó ($p > 0.05$) mayor mérito económico en los tratamientos con 100, 200 y 300 ppm de fitasa (62.82, 67.57 y 65.26%, respectivamente), en comparación al tratamiento control que reportó menor mérito económico (42.12%).

De acuerdo con Hurtado (2014) se observa que las variables económicas de la alimentación de cuyes en crecimiento y acabado con raciones suplementadas con 100 ppm de fitasa reportó menor beneficio neto (1.35 soles) y mérito económico (6.85%) frente al grupo de cuyes alimentados sin suplementación de fitasa (2.32 soles) y (12.68%), respectivamente. Probablemente estas diferencias se concretan por el precio de la enzima fitasa que en aquellos años se cotizaba a 80 soles el kg.

Tabla 4. Beneficio neto y merito económico de cuyes alimentados con raciones integrales suplementados con harina de orujo de cervecería y fitasa

Niveles de Orujo	GP kg	Precio, S././cuy	GPxP, S/.	CF S/.	CV S/.	CT S/.	BN, S/.	ME, %
Orujo 0%	0.19	25	4.85	1.30	3.26	4.56	0.29	8.91
Orujo 10 %	0.21	25	5.32	1.30	3.23	4.53	0.79	17.47
Orujo 20 %	0.23	25	5.79	1.30	2.95	4.25	1.54	35.84
Orujo 30 %	0.22	25	5.47	1.30	2.70	4.00	1.46	37.13
Niveles de enzima								
Con fitasa	0.22	25	5.43	1.30	2.92	4.22	1.21	28.91
Sin fitasa	0.22	25	5.43	1.30	3.06	4.36	1.06	25.77

Orujo 0%: niveles de orujo al 0%; 10%: niveles de orujo al 10%; ORUJO 20%: niveles de orujo al 20%; ORUJO 30%: niveles de orujo al 30%; GP (kg): ganancia de peso en 30 días; Precio: precio de venta de 1 kg de cuy (25.00 soles); GP x P: Ingreso por la venta del cuy; C.F S/: costo fijo; C.V S/: costo variable; C.T S/: costo total; BN S/: beneficio neto; M.E %: merito económico.

V. CONCLUSIONES

- Se rechaza la hipótesis nula, demostrando que la inclusión de 0, 10, 20 y 30% de harina de orujo de cervecería más fitasa no altera los índices productivos y económicos de la alimentación de cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado criados en condiciones tropicales.
- Se reafirma que los índices productivos de los cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado criados en condiciones ambientales tropicales, pueden ser alimentados con raciones incluidas hasta un 30% de harina de orujo de cervecería sin suplementación de fitasa.
- El beneficio neto y mérito económico de cuyes machos de la línea Perú en fase de acabado criados en condiciones ambientales tropicales y alimentados con raciones integrales incluidos con 20% y 30% de inclusión de harina de orujo de cervecería reportan mejor respuesta económica.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Continuar con trabajos de investigación haciendo uso de la harina de orujo de cervecería que se muestra un insumo afín a la alimentación del cuy que es un monogástrico herbívoro que aprovecha muy bien las fracciones fibrosas de los ingredientes.
- Proponer trabajos de coeficientes digestibles de orujo de cervecería en cuyes para formular raciones en base a nutrientes digestibles.
- Continuar proponiendo trabajos de investigación con el uso de diferentes dosis de la enzima fitasa para evaluar las retenciones y excreciones de fósforo.

VII. REFERENCIAS

- Acosta, A. (2012). Evaluación de tres Concentrados Comerciales en la Etapa de Crecimiento - Engorde de Cuyes. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. De la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Aliaga, L. (1996). Crianza de cuyes. Lima, Perú, INIA. 5 p.
- Aliaga, L. (2001). Crianza de cuyes: Proyecto de sistemas de producción. Lima, PE. INIA. p. 23 – 55.
- Arce-Villavicencio, S. L. (2019). Evaluación de tres enzimas (6-fitasa, endoxilanasas y xilanasas - α amilasa), sobre el comportamiento productivo en la etapa de crecimiento y engorde del cuy (*Cavia porcellus*) en la granja Piedra Blanca, Tacna – 2019. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Tacna, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 84 p.
- Balwani, I.; Chakravarty, K.; Gaur, S. (2017). Role of phytase producing microorganisms towards agricultural sustainability. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 2017, 12, 23-29, <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.08.010>.
- Beltrán, M. (2018). Inclusión de diferentes niveles de harina de orujo de cervecería en dietas de cuyes (*cavia porcellus* L.) de la línea mejorada Perú en las fases de crecimiento y acabado. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 77 p.
- Cerna, M. (1997). Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecería seco en el crecimiento- engorde de cuyes. Tesis para optar el grado de ingeniero zootecnista. UNA La Molina, Lima, Perú. 84 págs.
- Cruz-Llumiquinga, E. Y. (2016). Evaluación de la adición del bagazo de cerveza en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) desde el destete al engorde en la provincia de Pichincha, Cantón Mejía parroquia Tambillo. Tesis de Grado Médico Veterinario. Latacunga, Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. 116 p.
- De Blas, C., García-Rebollar, P. Gorrachategui, M., Mateos, M. M. (2019). Tablas FEDNA FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal) de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos, 4ta edición. Madrid 604 p.
- Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., Patridge, G. (2015). Phytase in non-ruminant animal nutrition: A critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and

- influencing factors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(5), 878–896. doi: 10.1002/jsfa.6998
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1994). Producción de cuyes (*Cavia Porcellus*) unidad de producción y sanidad animal.
- González A, L. V. (2010). *Saccharomyces cerevisiae* Departamento De Genética Molecular, Instituto De Fisiología Celular. Universidad Nacional Autónoma De México. México.
- Hurtado-Visurraga, B. I. (2014). Inclusión de fitasa em la ración comercial de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fase de crecimiento. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 78 p.
- Klinger, A. C. K.; Falcone, D.; Toledo, G. S. P. de; Chimainski, M.; Beckmann, L. D.; Prates, L. de S. A.; Silva, L. P. (2022). Resíduo de cervejaria em dietas para coelhos de corte. *Ciência Animal*, v. 31, n. 3, p. 69–76, 2022.
- La Fuente-Arraya, L. (2014). Efecto de tres niveles de borra de cerveza en la dieta de cuyes mejorados (*Cavia porcellus* L.), provincia murillo del departamento de la Paz. Ing. Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 78 p
- Lucero-Parada, I. (2016). Las múltiples variables científicas que hacen a una buena cerveza. Comunicación de Divulgación Científica. Buenos Aires: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Martins, M. G., Machado, L. C., Geraldo, A., Ribeiro, B. P., Pinto, L. O. (2013). Utilização de fitase em rações para coelhos em crescimento. *Archives Veterinary Science*, v.18, n.1, p 54-58.
- Morales, G. A., Moyano, F. J., Márquez, L. (2011). In vitro assessment of the effects of phytate and phytase on nitrogen and phosphorus bioaccessibility within fish digestive tract. *Animal Feed Science and Technology*, 170 (3–4), 209–221. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.08.011.
- Quispe-Gutierrez, S. (2019). Evaluación de subproductos de la industria cervecera en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus* L.) en las fases de crecimiento engorde en la Granja K'AYRA. Resumen de Tesis Ing. Zootecnista. Cuzco, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. 77 p.
- Rebollar, P. G., & Mateos, G. G. (2005). «Materias Primas Y Mejora De La Disponibilidad». Disponible en: http://portal.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Fósforo_en_Alimentación_Animal.pdf

- Ribeiro, V., Salguero, S. C., Gomes, G., Barros, V. R. S. M., Silva, D. L., Barreto, S. L. T., Rostagno, H. S., Hannas, M. I., Albino, L. F. T. (2016). Efficacy and phosphorus equivalency values of two bacterial phytases (*Escherichia coli* and *Citrobacter braakii*) allow the partial reduction of dicalcium phosphate added to the diets of broiler chickens from 1 to 21 days of age. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 226–233. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2016.09.008.
- Romano, N., & Kumar, V. (2018). Phytase in animal feed. *Enzymes in Human and Animal Nutrition: and Perspectives*. doi: 10.1016/B978-0-12-805419-2.00004-6.
- Romero-Tito, D. (2019). Efecto de la inclusión de fitasa bacteriana en la alimentación de cuyes machos mejorados sobre los parámetros productivos. Tesis Ing. Agropecuario. Cusco, Perú. Universidad Nacional agraria de la Selva. 77 p.
- Rosales, M. (2018). Inclusión de diferentes niveles del residuo de cervecería (orujo) en la ración para pollos de carne en Tingo María – Huánuco. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. 68p.
- Sarria, J. (2011). El cuy crianza tecnificada. Manual técnico en cuyecultura N°1. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Sauvant, D., J. M. Pérez, G. Tran. (2004). Tablas de composición y valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero. Ed. Mudi-Prensa. Castello, Madrid España. P130.
- SENAMHI (2016). SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ 2018. Información del tiempo y clima en Tingo María.
- Vashishth, A., Ram, S., & Beniwal, V. (2017). Cereal phytases and their importance in improvement of micronutrients bioavailability. *Biotech*, 7(1), 1–7. doi: 10.1007/s13205-017-0698-5
- Vergara, V. (2008). Avances en Nutrición y Alimentación en cuyes. Resumen de presentaciones. Simposio de cuyes. APPA 2008.
- Zaldívar, A. (1976). Crianza de cuyes. Boletín n°22. Ministerio de agricultura.

VIII. ANEXO

Anexo 1. Resultado del análisis químico proximal más energía de la harina de orujo de cervecería



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA - UNAS
FACULTAD DE ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE NUTRICIÓN ANIMAL - LANA



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

INFORME DE ENSAYO LANA Nº 007/2022

CLIENTE : **GIAN WAGNER VILLACORTA DEL AGUILA**
 NOMBRE DEL PRODUCTO : **ORUJO DE CERVECERIA.**
 PROCEDENCIA : **PUCALLPA (BACKUS).**
 MUESTRA : **PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.**
 FECHA DE RECEPCIÓN : **26/04/2022.**
 FECHA DE ANÁLISIS : **Del 26/04/2022 al 28/04/2022.**
 CANTIDAD DE MUESTRA : **100 g.**
 PRESENTACIÓN : **BOLSA DE POLIETILENO.**
 IDENTIFICACION : **1**

RESULTADOS DE ANALISIS:

MUESTRAS	HUMEDAD, %	MATERIA SECA, %	CENIZA, %	PROTEINA TOTAL, %	GRASA, %	FIBRA CRUDA, %
ORUJO DE CERVECERIA	13.26	86.74	7.34	26.37	1.16	19.10

Atentamente,

Tingo María, 19 de mayo del 2022.

Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
 Jefe del Laboratorio de Nutricional Animal - LANA

Anexo 2. Análisis de variancia para la ganancia diaria de peso de los cuyes en la fase de acabado

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Enzima	3.9E-04	1	3.9E-04	1.6E-04	0.9901
Dosis	9.51	3	3.17	1.28	0.2931
Enzima*Dosis	8.3	2	4.15	1.67	0.1990
Error	121.83	49	2.49		
Total	139.64	55			

Anexo 3. Análisis de variancia para el consumo diario de alimento de los cuyes en la fase de acabado

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Enzima	3.66	1	3.66	0.10	0.7562
Dosis	60.02	3	20.01	0.53	0.6622
Enzima*Dosis	90.01	2	45.00	1.20	0.3106
Error	1841.44	49	37.58		
Total	1995.13	55			

Anexo 4. Análisis de variancia para la conversión alimenticia de los cuyes en la fase de acabado

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Enzima	0.81	1	0.81	0.19	0.6634
Dosis	10.90	3	3.63	0.86	0.4675
Enzima*Dosis	7.04	2	3.52	0.83	0.4405
Error	206.78	49	4.22		
Total	225.53	55			

Anexo 5. Análisis de variancia para el peso de carcasa de los cuyes en la fase de acabado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	899.50	3	299.83	0.87	0.5013
Enzima	363.00	1	363.00	1.05	0.3394
Dosis*Enzima	721.50	2	360.75	1.04	0.4009
Error	2418.00	7	345.43		
Total	4402.00	13			

Anexo 6. Análisis de variancia para el rendimiento de carcasa de los cuyes en la fase de acabado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Dosis	1.99	3	0.66	1.25	0.3606
Enzima	0.13	1	0.13	0.24	0.6404
Dosis*Enzima	3.57	2	1.79	3.38	0.0941
Error	3.70	7	0.53		
Total	9.40	13			

Anexo 7. Estructura de costos de la alimentación de cuyes machos en fase acabado, alimentados con raciones suplementadas con harina de orujo de cervecería más fitasa.

I.- COSTOS FIJOS	UNID. MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANT.	IMPORTE	Sin fitasa				Con fitasa		
					T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Animales	UNID	18	56	1008	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Mano de obra	JORNAL	30	3.75	112.5	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
Alquiler del galpón	UNID	80	1	80	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
Sanidad	UNID	31.9	1	31.9	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Otros imprevistos				50	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
TOTAL					1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
II.- COSTO VARIABLE											
		PRECIO S./kg	CONSUMO TOTAL, kg								
Alimentación		2.37	1.374		3.26						
		2.21	1.529			3.38					
		2.04	1.457				2.97				
		1.87	1.414					2.64			
		2.22	1.386						3.08		
		2.05	1.426							2.92	
		1.88	1.472								2.77
TOTAL					3.26	3.38	2.97	2.65	3.08	2.92	2.77
COSTO TOTAL (CF + CV)					4.56	4.68	4.27	3.94	4.38	4.22	4.07