

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ



FACULTAD DE ZOOTECNIA

**INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE
RESIDUOS DE PAPA PICADA EN DIETAS PARA EL
ENGORDE DE POLLOS BROILER – GRANJA
AGROPECUARIA DE YAURIS - UNCP**

TESIS

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:
ORIHUELA SALAZAR MARIEL ALID**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA ZOOTECNISTA**

**HUANCAYO – PERÚ
2015**

ASESORES

Mg. MOISÉS RICARDO MENDOZA ÁLVAREZ

Mg. NORMA NÉLIDA GAMARRA MENDOZA

DEDICATORIA

Mi eterno agradecimiento a Dios y a mis padres Manuel y Celia, por ser los forjadores de mi formación profesional, por su confianza, esfuerzo y dedicación en la culminación de mis estudios.

A mis hermanas Noemí y Jelin quienes con cariño siempre están conmigo en los momentos más oportunos y a mi hermano Galoys por sus sabios consejos.

AGRADECIMIENTO

- A la Granja Agropecuaria de Yauris de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por permitir realizar el trabajo experimental en sus instalaciones y de forma muy especial al Ing. Hermenegildo Dorregaray Vilca, Administrador por las facilidades prestadas.
- Al Mg. Moisés R. Mendoza Álvarez, por su asesoramiento y apoyo hasta la culminación del presente trabajo de tesis.
- A la Mg. Norma N. Gamarra Mendoza, co-asesora por su apoyo y facilidades en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNCP.
- A la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional del Centro del Perú, así como a los catedráticos que, contribuyeron en mi formación profesional.
- A mis compañeros de promoción que compartimos momentos de estudio, alegrías, tristezas durante nuestra vida universitaria desarrollada en la Facultad de Zootecnia; a todos ellos mis recuerdos y sincero agradecimiento.

RESUMEN

El objetivo general de la tesis titulada INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE RESIDUOS DE PAPA PICADA EN DIETAS PARA EL ENGORDE DE POLLOS BROILER - GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS – UNCP, fue determinar el efecto de inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa en diferentes niveles en dietas preparadas para el engorde de pollos broiler. El tipo de investigación es aplicada con diseño experimental de nivel exploratorio, descriptivo y correlacional. Luego de evaluar los resultados se observa en primer lugar que, la ganancia de peso vivo para T0 (Testigo) fue 2.393 kg, T1 (10% de proteínas unicelulares) fue 2.660 kg, T2 (20% de proteínas unicelulares) fue 2.176 y para T3 (30% de proteínas unicelulares) fue de 2.176 kg y el consumo de alimento es una variable de importancia para conocer el rendimiento de los pollos en la explotación como es la conversión alimenticia, ganancia de peso y la determinación del mérito económico en el engorde de pollos broiler. El consumo de alimento para el experimento en la etapa de inicio fue en promedio de 0.852 kg y para la etapa de acabado fue un promedio de 3.980 kg para todo el experimento respectivamente. La conversión alimenticia más eficiente se logró con el tratamiento suministrado con 20% de inclusión de proteína unicelular T2 = 1.909 seguido por T1 = 2.078, T0 = 2.087 y T3 = 2.345; siendo esta variable importante para conocer el

costo por kg de peso vivo, así como también cuanto de alimento consume por incrementar un kg de peso vivo. El mejor índice de productividad, se obtuvo en T1 = 1.420 y mejor mérito económico, se obtuvo en T1 = 22.46% seguido por T2 =15.38%.

Palabras clave: proteína unicelular, peso vivo, pollos broiler.

ÍNDICE

	Pág.
ASESORES	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES	
1.1.1. Producción de pollos broiler desde el punto de vista económico	5
1.1.2. Levadura de cerveza <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la alimentación de pollos de carne	6
1.1.3. Producción de proteínas unicelulares de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> utilizando sustrato de residuos de cáscara de papa picada para la alimentación de pollos de engorde	7
1.1.4. Desempeño productivo de pollos de engorde Suplementados con biomasa de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> derivada de la fermentación de residuos de banano	10
1.2. BASES CONCEPTUALES	
1.2.1. Proteína unicelular	11
1.2.2. Mánanos en la alimentación animal	18
1.2.3. La papa como alimento funcional	19
1.2.4. Microorganismos como alimentos para humanos y animales	20

1.2.5.	Peso vivo en pollos de engorde	22
1.2.6.	Ganancia de peso	23
1.2.7.	Consumo de alimento de pollos broiler	24
1.2.8.	Requerimientos nutricionales de los pollos broiler	25
1.2.9.	Conversión alimenticia en pollos broiler	27
1.2.10.	Índice de productividad en el engorde de pollos broiler	28
1.2.11.	Mérito económico	30
1.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
1.3.1.	Probióticos	31
1.3.2.	Pollos broiler	32

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN	34
2.2.	MATERIALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS	35
2.2.1.	Material biológico	35
2.2.2.	Instalaciones	37
2.3.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	37
2.3.1.	Tipo de investigación	37
2.3.2.	Nivel de investigación	37
2.3.3.	Método y diseño de la investigación	37
2.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
2.4.1.	Variables	42
2.4.2.	Operacionalización de variables	43
2.4.3.	Instrumentos de recolección de la información	43
2.4.4.	Procedimientos de recolección de datos	44
2.5.	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	45
2.5.1.	Conversión de alimento	45
2.5.2.	Índice de productividad	46
2.5.3.	Mérito económico	46
2.6.	DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL	47
2.6.1.	Análisis estadístico	47

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE RESIDUOS DE PAPA QUE INFLUYEN EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE LAS DIETAS EN EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP.	49
3.1.1.	Peso vivo inicial de pollos broiler	49
3.1.2.	Ganancia de peso en el engorde de pollos	50
3.1.3.	Consumo de las dietas en el engorde de pollos	57
3.2.	INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES EN LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA E ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD EN EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP.	63
3.2.1.	Conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler	63
3.2.2.	Índice de productividad de pollos broiler	67
3.3.	EL MÉRITO ECONÓMICO SOBRE EL USO DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE RESIDUOS DE PAPA EN LA ALIMENTACIÓN PARA EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP.	70
	CONCLUSIONES	74
	RECOMENDACIONES	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS	83

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: Aminoácidos en levaduras	14
Cuadro 02: Vitaminas en proteínas unicelulares	15
Cuadro 03: Principales minerales	15
Cuadro 04: Ganancia de peso (g) en pollos de engorde	23
Cuadro 05: Valores nutritivos de raciones para pollos	26
Cuadro 06: Conversión alimenticia línea cobb	27
Cuadro 07: Conversión alimenticia línea cobb 500	27
Cuadro 08: Programa de alimentación suplementaria del experimento por tratamientos	38
Cuadro 09: Promedio de pesos vivos (g) iniciales por tratamientos	50
Cuadro 10: Análisis de varianza de los pesos promedios de pollos broiler hembras y machos por separado	51
Cuadro 11: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para los niveles del factor A (sexo)	53
Cuadro 12: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para los niveles del factor B (% de proteína unicelular PUC), según Duncan	53
Cuadro 13: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para la interacción AxB (sexo x % de PUC), según Duncan	54
Cuadro 14: Análisis de varianza del peso promedio de pollos broiler combinado	55
Cuadro 15: Prueba de significación del peso promedio de pollos broiler combinado para las semanas de evaluación	56

Cuadro 16:	Consumo promedio de alimento (g) por etapa de pollos broiler en experimento	58
Cuadro 17:	Consumo de alimento (g) semanal promedio por etapa y tratamiento	59
Cuadro 18:	Análisis de varianza del consumo de alimento	60
Cuadro 19:	Prueba de significación de los promedios del consumo de alimento semanal	61
Cuadro 20:	Prueba de significación de los promedios del consumo de alimentos para el porcentaje de proteína unicelular (PUC)	62
Cuadro 21:	Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada	64
Cuadro 22:	Prueba de significación de los promedios de la conversión alimenticia acumulada para las semanas	65
Cuadro 23:	Prueba de significación de los promedio de la conversión alimenticia acumulada para el porcentaje de PUC	65
Cuadro 24:	Resultado de índice de productividad de pollos broiler engorde por tratamiento	68
Cuadro 25:	Mortalidad durante el proceso de engorde de pollos broiler	69
Cuadro 26:	Resultados de la evaluación de mérito económico del proceso de engorde de pollos broiler	71
Cuadro 27:	Resumen de los indicadores evaluados durante el experimento que tuvo una duración de 49 días	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Diagrama de flujo del proceso de hidrólisis y de fermentación del sustrato cáscara – almidón de papa (Gamarra y Mendoza, 2013).	40
Figura 02: Ganancia de peso en pollos broiler combinado (machos y hembras) – 49 días.	57
Figura 03: Combinación de peso vivo versus consumo de alimento en el engorde de pollos broiler durante los 49 días.	63
Figura 04: Combinación de peso vivo versus conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler durante 49 días.	66
Figura 05: Combinación de consumo de alimento versus conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler durante 49 días.	67
Figura 06: Mortalidad registrada durante el experimento de pollos broiler engorde durante 49 días.	70

INTRODUCCIÓN

El Perú produjo 304 millones de pollos en el primer semestre del 2014 siendo el consumo per cápita de 41 kg de carne de pollo broiler (**Congreso Peruano de Avicultura, 2014**). El engorde y comercialización de pollos broiler es una de las actividades más rentables dentro de la producción de aves. Así mismo el alimento representa el factor de costo más elevado en la producción de carne de pollos. De tal manera que la optimización de los costos del alimento es la clave para la rentabilidad de la producción de pollos de engorde.

El aprovechamiento de algunos recursos alimenticios como la proteína unicelular a partir de los residuos de cáscara y almidón de papa picada para pollería utilizando un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, que a su vez estaríamos disminuyendo un impacto ambiental negativo provocado por estas pequeñas empresas que laboran en nuestra región particularmente en los distrito de El Tambo, Huancayo y Chilca. Las empresas agropecuarias existentes en nuestro país continuamente vienen investigando para hacer cada vez más eficiente la producción de carne con la utilización de insumos

alimenticios que promueven la eficiencia de las aves de engorde de tal manera que, la utilización de proteínas unicelulares obtenidas por fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* consideradas de gran valor nutricional en la alimentación de pollos de engorde realizado en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP, fueron en base a los problemas planteados: Problema general; ¿Qué efectos tendrá la inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa en diferentes niveles en dietas preparadas para el engorde de pollos broiler? y como problemas específicos se consideró: ¿De qué manera los niveles de inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa picada influyen en la ganancia de peso y consumo de las dietas en el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP?

¿Qué efecto tendrá los niveles de inclusión de proteínas en la conversión alimenticia e índice de productividad en el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP?

¿Cuál será el mérito económico resultante del uso de proteínas unicelulares de residuos de papa picada en la alimentación para el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP?

En base a ello se ha considerado; objetivo general fue determinar el efecto de inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa en diferentes niveles en dietas preparadas para el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP. Y los objetivos específicos planteados fueron: Obtener proteínas unicelulares a partir de residuos de

casaca y almidón de papa picada. Consecuentemente dependiendo de ello se ha considerado los objetivos restantes de producción.

Evaluar los diferentes niveles de inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa que influyen en la ganancia de peso y consumo de las dietas en el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP.

Determinar el efecto de los niveles de inclusión de proteínas unicelulares en la conversión alimenticia e índice de productividad en el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP.

Evaluar el mérito económico sobre el uso de proteínas unicelulares de residuos de papa en la alimentación para el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP.

Resultado de cómo dar respuesta a los problemas y objetivos se planteó las posibles respuestas en hipótesis general:

Por la inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa picada en las dietas para el engorde de pollos broiler en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP influye en la ganancia de peso, conversión alimenticia por consiguiente mejora del rendimiento productivo y económico. En hipótesis específicas:

Los niveles de inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa en dietas para el engorde de pollos broiler se logra en función al consumo de alimento y por consiguiente en el rendimiento productivo.

El efecto de los niveles de proteína unicelulares obtenidos con residuos de papa picada usado en las dietas de engorde de pollos broiler es favorable en la conversión alimenticia así mismo el índice de productividad resultará beneficioso como consecuencia de la ganancia de peso promedio de los pollos.

Con la inclusión de proteínas unicelulares de residuos de papa picada se obtiene un mérito económico eficiente a la inversión en el engorde de pollos broiler.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Producción de pollos broiler desde el punto de vista económico.

Waller (2007) menciona que, al reducir la densidad de nutrientes se obtiene un efecto negativo en los costes del pienso por kg de peso vivo. El peso vivo y el índice de conversión se ven afectados por estas reducciones en la densidad de los nutrientes, de tal manera que las dietas de baja densidad se vuelven menos eficaces en costo, cuando se examina el kg de peso vivo. Es muy importante tenerlo en cuenta cuando se formulan piensos con el objeto de maximizar el margen de beneficio, el beneficio de la producción de broilers, expresado en su forma más simple, es el valor del producto final menos los costes de producción de dicho producto. El producto final puede ser aves vivas, canales enteras evisceradas, carne despiezada o productos elaborados. Los productos elaborados

están sujetos a una serie de consideraciones económicas distintas de la evaluación directa del margen sobre el coste del pienso. El valor del producto final está sujeto directamente a la oferta y demanda de la industria cárnica. Generalmente, se obtienen mayores ganancias de los productos despiezados que de las aves enteras, pero esto depende en gran medida de las demandas del mercado local. El pienso constituye el mayor coste de producción, ya que asciende hasta un 70% del coste total de producción. Por esta razón, cualquier estudio de costes de producción y beneficio debe incluir un examen de los costes del pienso como componente principal de este estudio. Debido a la importancia del pienso en la producción de broilers, la optimización de la nutrición de las aves es esencial, tanto desde el punto de vista de su rendimiento biológico, como del económico. Concluye que, la densidad de la proteína equilibrada de la dieta es una decisión de tipo económico.

1.1.2 Levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de pollos de carne.

Peralta y Miazso (2008) en su trabajo de investigación, plantearon como objetivo verificar los efectos de la levadura, tanto sobre la calidad de la canal como las variables productivas, en distintas presentaciones, sola y/o combinada con otros probióticos y su reemplazo por parte del núcleo vitamínico-mineral. También se quiso ahondar en la investigación de la utilización de cada uno de sus componentes por separado sobre la performance productiva, y las

variables relacionadas con ella. Así mismo encontró dentro de sus resultados utilizando la levadura de cerveza, *Saccharomyces cerevisiae*, como uno de los aditivos que producen efectos beneficiosos en los pollos de carne, ya que mejora las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma. Incluso el reemplazo de parte del núcleo vitamínico mineral, por levadura, mejoró las variables productivas, notándose, además, efectos positivos en la calidad de la canal. Distintas investigaciones se focalizaron en la combinación de levadura y antibióticos o incluso probióticos, y según las dosis utilizadas, se han encontrado mejoras en el peso de la canal y reducción de la grasa en las aves. Otras investigaciones verificaron los efectos de la pared celular de la levadura, encontrándose que los manano oligosacáridos, uno de los componentes de la misma, tienen efectos beneficiosos en la salud de las aves, ya que son biorreguladores del tracto intestinal, con acción preventiva o curativa, manifestándose en mejoras en la producción sin dejar residuos en la canal.

1.1.3 Producción de proteínas unicelulares de *Saccharomyces cerevisiae* utilizando sustrato de residuos de cáscara de papa picada para la alimentación de pollos de engorde.

Gamarra y Mendoza (2013) en su trabajo de investigación mencionan que, la industria alimentaria genera residuos de contenido nutricional potencialmente utilizable. Tal es el caso de la industria de

papa picada para restaurantes de pollo a la brasa, los desechos producidos en estas fábricas de producción de papa picada, no son adecuadamente aprovechados para la alimentación de animales de engorda, se vierten al alcantarillado o se utilizan indiscriminadamente provocando un impacto ambiental negativo. No obstante, los residuos de papa picada para pollerías se usan como alimento para cerdos sin ningún tratamiento, para facilitar una adecuada digestión y asimilación de estos residuos. En este trabajo, el subproducto fue utilizado para el cultivo de proteínas unicelulares y con ello se preparó una dieta para la alimentación de pollos broiler, promoviendo integrar la agroindustria y la industria avícola; los objetivos planteados fueron: Determinar los parámetros de producción de proteínas unicelulares de *Saccharomyces cerevisiae* utilizando residuos de cáscara y almidón de papa. Y determinar los indicadores productivos (peso, consumo y conversión alimenticia) con la inclusión de proteínas unicelulares en el alimento de pollos de engorde.

Los resultados ofrecen una alternativa tecnológica aceptable, socioeconómicamente rentable y ambientalmente amigable. Han logrado dar un valor agregado a los residuos de papa, los residuos de almidón – cáscara de papa por hidrólisis enzimática y una sub siguiente fermentación con levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* se logró incrementar los niveles de proteína de 5.9 % en materia fresca a 7.9% de proteína en base seca, este resultado fue

procesado durante 48 horas de incubación con 50 ml de inóculo de levadura.

La composición proteica de las raciones utilizadas en la alimentación de pollos broiler hembras en la fase de cría para cada ración fue de 14.38%; 15.02% y 16.30% para T1, T2 y T3 respectivamente; el resultado a los 21 días de crianza fue de 555.8 g para T1, 557.2 g para T2 y 587.1 g para T3; finalmente el consumo fue casi similar entre T1 y T3, no para T1 que fue de 858.68 g/pollo con inclusión de 22.90% de proteína unicelular en la ración respectiva. Finalmente, no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos a un nivel del 5% de error llegando a la conclusión de que los desechos sólidos cáscara – almidón de la papa variedad blanca sometido a hidrólisis y fermentado con levaduras permite obtener proteínas unicelulares con un incremento del contenido de proteínas dos veces mayor al control del sustrato crudo, el incremento de peso de los pollos broiler hembra alimentados con raciones que contenían proteínas unicelulares de levaduras, fue aproximadamente desde 46 a 587.1 g/pollo y los sustratos fermentados por lo general son alimentos pre digeridos de fácil conversión y asimilación, que responden muy bien en la alimentación de pollos.

1.1.4 Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano.

Medina y González (2014) en su trabajo de investigación, plantearon el siguiente objetivo en esta investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de biomasa de levaduras, producidos al fermentar hidrolizados de residuos de la industria bananera, sobre los parámetros zootécnicos de pollos de engorde, evaluando además el impacto económico de su uso en las dietas. Se utilizaron 210 pollos de engorde de un día de edad, distribuidos completamente al azar en cinco tratamientos. El periodo experimental comprendió 42 días; el alimento y el agua se dispensaron a voluntad. Las dietas experimentales fueron: T1- control negativo sin levadura, T2- Control positivo con levadura comercial a razón de 1.5 kg ton⁻¹ de alimento, T3- levadura experimental a razón de 0.5 kg ton⁻¹ de la dieta, T4- levadura experimental a razón de 1.0 kg ton⁻¹ de la dieta y T5- levadura experimental a razón de 1.5 kg ton⁻¹ de la dieta. Se observó mayor consumo de acumulado alimento en el tratamiento 4 (1kg ton⁻¹ de levadura) con respecto a los demás tratamientos evaluados. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en las otras variables evaluadas en el estudio. Se constató beneficio económico con el uso del tratamiento 4 pues se obtuvieron mejores retornos (precio de venta del pollo – costo de la alimentación) que fueron mayores a los observados en los tratamientos 1, 2, 3 y 5 en 153, 82,

62 y 161 pesos(\$) ave⁻¹, respectivamente. Concluyendo con una respuesta positiva ni negativa asociada con la inclusión de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta, debido a que sólo se observaron diferencias significativas en el consumo de alimento acumulado en el T4 (1kg/ton de levadura) con respecto a los demás tratamientos. En las demás variables evaluadas no se encontraron diferencias significativas. Hubo un beneficio económico al usar el T4, con el cual se obtuvieron mayores retornos (precio de venta del pollo – costo de la alimentación) que fueron mayores a los observados en los T1, T2, T3 y T5 en 153, 82, 62 y 161 pesos/ave, respectivamente.

1.2 BASES CONCEPTUALES

1.2.1 Proteína unicelular

Molk (2002), citado por **Chacón (2004)** denomina proteína unicelular ó bioproteína a aquella obtenida de la biomasa microbiana de algas, bacterias, levaduras y hongos filamentosos, cultivados en condiciones fermentativas apropiadas y controladas que garanticen una adecuada tasa de crecimiento, por medio del aprovechamiento de sustratos de bajo costo y compuestos o enriquecidos con carbono, nitrógeno y fósforo.

García y Quinteros (2004) el termino proteína unicelular (PUC) para referirse a microorganismos tales como bacterias, levaduras, algas y hongos filamentosos, que son empleados con fines alimenticios, principalmente por su contenido de proteína, ciertas

especies de levaduras como *Candida utilis*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces marxianus* han sido aceptadas durante largo tiempo, tanto en alimentación animal como humana. Los diferentes microorganismos pueden ser propagados bajo condiciones asépticas o no asépticas, dependiendo del microorganismo y tecnología empleados, en medios de cultivo que contienen una fuente de carbono, energía, nitrógeno, fósforo y minerales (hierro, magnesio, manganeso, potasio, etc.), en cuanto al sustrato se refiere a los residuos agrícolas, que constituyen el más grande suministro, así como azúcares derivados de la caña de azúcar y almidones provenientes de desperdicios de papa, granos y yuca. Estos sustratos requieren un pre tratamiento físico, químico o enzimático previo a la fermentación. Los residuos agrícolas y forestales deben ser hidrolizados a azúcares simples para que puedan ser fácilmente accesibles a los microorganismos. El empleo de microorganismos como probióticos, considera como probióticos a organismos o sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal entre estos se encuentra *Saccharomyces cerevisiae* que actúan como promotores de crecimiento y disminuyen la incidencia de enfermedades diarreicas durante las primeras etapas de crecimiento.

Sustratos para la producción de PUC

Carbohidratos

- Residuos agrícolas (pajas de trigo y arroz, bagazo de caña, rastrojo de maíz, etc.)

- Residuos forestales (ramas, aserrín, arboles pequeños, etc.)
- Papel periódico
- Residuos industriales (licores sulfíticos, melazas)
- Almidón (derivados de maíz, sorgo, trigo, yuca, residuos de papa y arroz, etc.)
- Suero de leche
- Sacarosa (de caña de azúcar o remolacha)

Pérez (2008) menciona que, el contenido proteico de la levadura es el elemento nutricional más importante y se las ha llamado proteínas unicelulares. Al ingerirse las proteínas de la levadura se liberan a nivel intestinal las envolturas celulares por acción de las enzimas digestivas, siendo hidrolizadas a aminoácidos, que luego son reconstituidos para formar enzimas, hormonas y otros compuestos nitrogenados necesarios para la vida. Contienen:

- ✓ Alto contenido en ácido ribonucleico y en nucleótidos: Influencia positiva sobre el sistema inmunológico y sobre el desarrollo de la comunidad bacteriana.
- ✓ Alto contenido en vitaminas del grupo B: La levadura es la fuente principal de vitaminas naturales.
- ✓ Manano-oligosacáridos y beta glucanos: Protección contra los patógenos en el intestino y crecimiento de macrófagos.
- ✓ Proteínas y péptidos: Alto valor nutricional y "efectos parahormonales".

La proteína unicelular tiene un alto contenido de aminoácidos.

Cuadro 01: Aminoácidos en levaduras

PRODUCTO	AMINOÁCIDOS %
Ác. Aspartico	4.56
Ác. Glutámico	7.46
Alanina	1.98
Arginina	2.92
Cistina	0.65
Fenilalanina	2.53
Glicina	2.59
Histidina	1.57
Isoleucina	3.05
Leucina	5.30
Lisina	4.29
Metionina	1.11
Prolina	2.62
Serina	2.69
Tirosina	2.01
Treonina	4.22
Triptófano	0.77
Valina	3.29
Total de aminoácidos	53.61
Aa esenciales	24.56

Fuente: Pérez 2008.

Proteína unicelular contienen importantes cantidades de vitaminas hidrosolubles del complejo B esenciales para la regulación y funcionamiento correcto de todo el sistema nervioso, influyen en el metabolismo de los carbohidratos.

Cuadro 02: Vitaminas en proteínas unicelulares

Vitamina B ₁	30-35 mg/kg
Vitamina B ₂	8-10 mg/kg
Vitamina B ₆	8-10 mg/kg
Vitamina B ₁₂	5-10 µg/kg
Ácido Nicotínico	231 mg/kg
Ácido Fólico	120 µg/kg
Biotína	100-110 µg/kg
Ácido Pantoténico	50-60 mg/kg

Fuente: Pérez 2008.

Predominan en la proteína unicelular minerales y oligoelementos Cromo: esencial en el metabolismo de las grasas y de los carbohidratos.

Cuadro 03: Principales minerales

Calcio (%)	0.25
Fósforo (%)	1.5
Potasio (%)	0.90
Magnesio (%)	0.17
Zinc (mg/ kg)	212
Cobre (mg/ kg)	3.94
Hierro (mg/ kg)	18

Fuente: Pérez 2008.

Castro y Rodríguez (2005) describen que, la proteína unicelular al ser suministrados directamente a los animales mejora su metabolismo, salud y producción. Entre los probióticos se cuentan las levaduras que inducen efectos positivos en términos de desempeño productivo en especies monogástricos, pero no pueden colonizar el tracto digestivo. En monogástricos los principales efectos de la

suplementación con levaduras y sus derivados (mananos) son la estimulación de las disacaridasas de las microvellosidades, el efecto antiadhesivo frente a patógenos, la estimulación de la inmunidad no específica, la inhibición de la acción tóxica y el efecto antagonista frente a microorganismos patógenos. Por otra parte, las enzimas, minerales, vitaminas y otros nutrientes o factores de crecimiento que producen las levaduras inducen respuestas benéficas en la producción animal. Por todo esto los probióticos ofrecen la posibilidad de mantener el crecimiento de animales alimentados con dietas sin antibióticos y bajo condiciones de estrés. Esta revisión considera sobre los mecanismos mediante los cuales las levaduras y sus biomoléculas derivadas afectan de manera positiva los componentes celulares, tejidos y sistemas de los animales, lo cual tiene influencia sobre los niveles de producción y la salud del huésped.

Producción de proteínas unicelulares de *Saccharomyces cerevisiae* a partir de residuos de cáscara y almidón de papa picada para pollería, realizado por **(Gamarra y Mendoza, 2013)** al realizar el protocolo metodológico para la elaboración de proteínas unicelulares, se basaron en el método de **(Gualtieri y Crispín, 2003)** con ciertas modificaciones. Los desechos de cáscara y almidón de papa fueron recolectados de las pequeñas empresas artesanales de picado de papa para pollerías. Las cascaras fueron molidos y mezcladas con el almidón, suspendidos en medio acuoso y sometidos a licuefacción a una temperatura de 90°C por 20 min, seguidamente fue enfriado a

30° C y sometido a hidrólisis con alfa amilasa y celulosas para obtener azúcares fermentecibles por las levaduras. Se utilizaran 0.07 y 0.1 ml de enzimas / kg de sustrato. Para determinar el grado de hidrólisis se realizaran un análisis de azúcares reductores. Los residuos hidrolizados fueron acondicionados en cuanto al porcentaje de humedad (74%) y luego sometidos a un tratamiento térmico de 121° por 15 min, luego a 30° C, al cual se adicionara cepas de *Saccharomyces cerevisiae* en una proporción de 15 y 20% por kg de sustrato hidrolizado, (NH₄)₂SO₄ - 0.2 % y KH₂PO₄- 0.2 %, la mezcla fue colocado en una bandeja y será sometido a fermentación a 30° C por 4 días. Al cabo de la fermentación se evaluó la concentración de biomasa de levaduras, contenido de proteínas, minerales, etc., del medio fermentados. Se utilizó un diseño completamente aleatorio para evaluar el efecto de las concentraciones de enzimas y cepas de levadura sobre la cantidad de proteínas unicelulares. Los datos que se generan del proceso de fermentación fueron procesados y analizados mediante un análisis de varianza con un nivel al 5%.

Gamarra y Mendoza (2013) mencionan que, por hidrólisis y fermentación del sustrato almidón - cáscara de papa, con los resultados del análisis químico proximal del sustrato residual cáscara-almidón fresco procesado mediante molienda y mezcla 50:50 provenientes de los residuos de la industria del pelado de papa de distribución en las pollerías de los distritos de Huancayo, El Tambo y Chilca. El análisis químico proximal fue realizado en el Laboratorio de

Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional del Centro del Perú. Los resultados fueron 2.4% de proteína y 71.1% de humedad.

Así mismo, se observa que el contenido de humedad es mayor seguido por la cantidad de materia seca. La cantidad de proteínas es relativamente bajo, pero comparado con la referencia bibliográfica es nuestra variedad de papa blanca supera en cantidad de proteínas.

1.2.2 Mánanos en la alimentación animal

Ronchi y Veiga (2012) mencionan que, los mánanos son productos derivados de la parte externa de la pared celular de una cepa específica de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, estos contienen proteínas, glucanos y radicales, fosfato y manosa. Desde el punto de vista de producción animal, podrían definirse como aditivos no digeribles que ejercen influencia benéfica sobre el animal, estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de una o varias especies bacterianas resistentes en el tracto digestivo con la finalidad de mejorar la salud intestinal del individuo. Es un hecho que el efecto que tienen los mánanos sobre la salud del cerdo se puede apreciar en dos niveles. El primero es directamente modulando la población microbiana intestinal, al evitar la colonización del tracto por parte de las bacterias patógenas, y el segundo es sobre el sistema inmune del hospedero al modularlo positivamente. A partir de estos efectos, se pueden apreciar otras ventajas en el uso de los mananos

sobre la salud de las aves, y por ende sobre su productividad y beneficio para los productores.

Así mismo, definen claramente a los aditivos que son sustancias no digestibles por el tracto intestinal que buscan:

- Preservar el valor nutricional del alimento.
- Controlar el desarrollo de microorganismos en el alimento.
- Preservar el equilibrio de la microflora intestinal.
- Proporcionar el crecimiento de bacterias benéficas en el TGI.
- Eliminar efectos anti nutricionales de polisacáridos no solubles en agua y efectos antimicrobianos.
- Recuperar y mantener la integridad de la mucosa del TGI.

PRINCIPALES ADITIVOS: probióticos, prebióticos, simbióticos, enzimas, ácidos orgánicos y sus sales, inmunoestimulantes, botánicos (hierbas, condimentos, esencias, extractos de aceites vegetales), bactericidas, péptidos antimicrobianos y bacteriófagos, precursores de la proliferación celular (glutamatos, nucleótidos), Zn y Cu en dosis supra fisiológicas.

1.2.3 La papa como alimento funcional

Arizaga (2012) menciona que, la papa es un producto básico de la canasta familiar, colombiana y a nivel mundial ocupa el quinto lugar en cuanto a consumo humano y el cuarto lugar en cuanto el valor de la producción, después del maíz, el trigo y el arroz; es el producto de origen agrícola de mayor consumo per cápita en

Colombia, con un promedio 69.9 kg/habitante/año. Dicho consumo se consideró alto, ya que está por encima del promedio mundial (50 kg/habitante). La papa tiene una amplia gama de usos: como alimento básico (para consumo fresco y en forma procesada), en cultivos comerciales para alimentación animal y como materia prima con fines industriales, el consumo de papa en Perú 85 kg/habitante/año **(Minagri, 2014)**.

Contenido de la papa como alimento funcional: La papa tiene como contenido antioxidantes, actividad prebiótica mediada por el almidón resistente. El aporte nutricional de la papa determinada mediante el análisis proximal de la papa por especie, como contenido se cuenta almidón total y almidón resistente, metabolitos secundarios, enzima HCT en la producción del ácido clorogénico. La papa como antioxidante natural en dieta para pollos de engorde, actividad antioxidante DPPH, actividad antioxidante FRAP, actividad antioxidante TBARS, efecto prebiótico del almidón en dietas para pollos de engorde. Uso de almidón para la alimentación de pollos de engorde. Bioensayo con pollos de engorde **(Borbal, 2008)**.

1.2.4 Microorganismos como alimentos para humanos y animales

Debido al incremento de la población mundial es necesario aumentar la calidad de los alimentos con un contenido apropiado de proteínas. Las proteínas para consumo humano se obtienen

principalmente de animales y algunos vegetales como los cereales **(Díaz y Gualtieri, 2003)**.

Las fuentes proteicas no convencionales se pueden obtener de una gran variedad de microorganismos que contienen una elevada concentración de proteínas en su composición y son capaces de reproducirse en medios muy variados **(Pedraza, 2000)**.

La producción de proteína unicelular tiene importantes ventajas sobre otros recursos proteicos, tales como el corto tiempo de producción y que no altera las condiciones del ambiente **(Chacón, 2004)**.

Entre los sustratos para la producción de biomasa en que pueden reproducirse los microorganismos se encuentran algunos desechos agroindustriales ricos en carbohidratos **(Ferrer et al., 2004)**, tales como los extractos obtenidos de desechos de hojas de col o repollo (*Brassica oleracea L.*), que mostraron ser excelentes para el desarrollo de *Candida utilis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces cerevisiae* **(Choi and Park, 2003)**. También los hidrolizados de residuos de madera de *Eucalyptus globulus* Labill. Han permitido la reproducción de *C. utilis* obteniendo hasta un 88 % de proteína **(Parajó et al., 2000)**.

Por otra parte la cachaza, el bagazo y la melaza, se han usado como sustratos para el crecimiento de microorganismos **(Ferrer et al., 2004)**. La melaza, es considerada el sustrato más relevante en la

elaboración de medios de cultivo a partir de residuos agroindustriales para la producción de proteína unicelular debido a que es un residuo de bajo costo que se genera en gran cantidad (**Ramos et al., 2000**).

La producción de piensos de origen microbiano se viene incrementando en millones de toneladas, por su contenido de proteínas y aminoácidos que posee. La comparación de aminoácidos esenciales de proteína microbiana, harina de pescado y soya, donde las proteínas microbianas superan a las de origen vegetal. Una dieta a base de cereales se caracteriza por la presencia de proteínas con bajo contenido de lisina, sin embargo en proteínas microbianas se encuentra en cantidades importantes (**Pedraza, 2003**)

1.2.5 Peso vivo en pollos de engorde

Cobb Vantress (2012) reporta los siguientes parámetros: pesos corporales en la línea Cobb 500 a los 0 días 43 g, a los 7 días 177 g, a los 14 días 459, a los 21 días 891 g, a los 28 días 1436 g a los 35 días 2067 g, a los 42 días 2732 g y a los 49 días 3369 g. Esta línea genética está considerada para tener un peso corporal competitivo desde el inicio de su vida productiva, el mayor ritmo de crecimiento con respecto a la masa corporal y el aprovechamiento más eficiente del alimento ocurre durante las primeras semanas de vida, siendo estos datos en climas cálidos y tropicales.

Venturino (2004) menciona que, los pesos corporales promedio de hembras son a los 0 días 45 g en promedio, a los 7 días

154 g, a los 14 días 393 g, a los 21 días 765 g, a los 28 días 1.259 g y 1.816 g a los 35 días, en la línea Cobb 500.

1.2.6 Ganancia de peso

Cobb Vantress (2012) el rendimiento de pollos de engorde varía enormemente de país a país. Las metas presentadas están basadas en una combinación del rendimiento de campo y de la experiencia adquirida alrededor del mundo. Las tasas de crecimientos presentadas en esta guía son las metas para alcanzar una producción con una relación costo-beneficio favorable.

Cuadro 04: Ganancia de peso (g) en pollos de engorde

Edad en días	Hembras	Machos
0		
7	25.0	25.6
14	31.6	33.9
21	40.2	44.7
28	47.9	54.7
35	54.7	63.3
42	59.8	70.3
49	62.9	74.7

Fuente: Cobb Vantress. 2012

Rosero et al. (2011) reporta incrementos de peso de pollos de carne de la línea Cobb 500, a los 21 días para hembras 659 g y para machos 699 g; a los 42 días 1415 g para hembras y 1641 g para machos: refiere en cuanto al comportamiento entre sexos, los machos obtuvieron mayores pesos que las hembras.

1.2.7 Consumo de alimento de pollos broiler

Cobb Vantress (2012) reporta consumos de alimento total de pollos línea Cobb 500 hasta los 7 días de vida es de 150 g, a los 14 días 465 g, a los 21 días 1053 g, a los 28 días 1963 g, a los 35 días de vida 3216 g, a los 42 días 4659 g y hasta los 49 días 6185 g. En climas óptimos para su desarrollo, el consumo de alimento está estrechamente relacionado con la temperatura ambiental, altitud y manejo que influyen en un alto nivel de conversión alimenticia.

Produss (1999) menciona que, en el consumo de alimento para pollos de carne en la línea Cobb 500, para hembras de 0 a 6 días de edad de 132 g/ave, 7 a 12 días de edad 270 g/ave, de 13 a 18 días de edad de 405 g/ave, haciendo un total de consumo hasta los 18 días de 807 g/ave. En cuanto al consumo de alimento para machos es de 0 a 6 días de edad 139 g/ave, de 7 a 12 días de edad 274 g/ave, de 13 a 18 días de edad de 436 g/ave, consumiendo un total de alimento desde los 0 días a los 18 días de 849 g/ave.

1.2.7.1 Alimentación del pollo broiler

Gómez (2011) refiere que, la alimentación del pollo broiler está relacionada con las fases de alimentación que son las diferentes divisiones que se realizan para la máxima utilización de los alimentos y nutrimentos. Estas divisiones están basadas en los procesos fisiológicos y metabólicos del animal, es decir las etapas de crecimiento del pollo; su objetivo, es proporcionar al ave la cantidad

necesaria de nutrimentos necesarios en una determinada edad, para evitar desperdicios o sobrealimentación.

Cobb Vantress (2012) refiere que, la alimentación de los pollos parrilleros es de fundamental importancia, y de la buena calidad del mismo, depende el buen crecimiento y los resultados esperados. Los distintos tipos de alimento dependen de la etapa de vida del pollo.

Rostagno et al, (2011) menciona que, los requerimientos nutricionales del pollo de engorde está basado en la presencia de proteína ideal que es el equilibrio exacto de aminoácidos esenciales con respecto al 100% de lisina digestible en la ración.

1.2.8 Requerimientos nutricionales de los pollos broiler

Mendoza (2006) menciona que, la alimentación en aves está basada en el conocimiento de los requerimientos nutricionales, en particular sobre la clase y la edad del ave, consecuentemente cubrir estos requerimientos por combinación de los insumos disponibles en las proporciones correctas.

Cobb (2005) refiere que, las dietas para el pollo de engorde están formuladas para suministrar la energía y los nutrientes esenciales para su salud y producción exitosa. Los nutrientes básicos requeridos son: agua, proteína cruda, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben actuar en concierto, para asegurar un adecuado crecimiento óseo y la formación de músculos. La calidad de los ingredientes, la forma del alimento y la higiene, afectan

directamente la contribución de estos nutrientes básicos. Como los pollos de engorde son levantados en un amplio rango de pesos finales, composiciones corporales y estrategias de producción, no es práctico presentar un solo juego de requerimientos nutricionales. Por lo tanto, cualquier expresión de requerimientos nutricionales debe ser vista solamente, como una guía base, sobre la cual se trabajará.

Castro et al. (2008) menciona que, los requerimientos nutricionales, en la mayoría de especies, han sido determinados para las etapas fisiológicas de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción. Algunas sub dividen en crecimiento, engorde, producción, etc.

Cuadro 05: Valores nutritivos de raciones para pollos

Clase de alimento	Valores estándares u óptimo					Uso máximo	
	EM	P.C.	Lis.	Met+Cis	Calcio	Fibra	Grasa
	Kcal/kg.	%	%	%	%	%	%
Inicio broiler (carne)	3100	22*	1.2	0.9	1.0	3.5	8
Crecimiento broiler	3100	21	1.2	0.92	1.0	3.5	8
Acabado 1	3200	20*	1.0	0.8	1.0	3.5	8
Acabado 2	3150	17	0.9	0.8	1.0	4.0	8

Fuente: Oostven G. Poultry Husbandry. IPC Livestock. Holland, 1992.

1.2.9 Conversión alimenticia en pollos broiler

Cobb Vantress (2012) define como la cantidad de alimento requerido para producir un kilogramo de peso vivo de pollo, se calculó semanalmente:

Cuadro 06: Conversión alimenticia línea cobb

Conversión alimenticia	
Edad en días	Conversión
0	
7	0.846
14	1.013
21	1.182
28	1.367
35	1.556
42	1.705

Fuente: Cobb Vantress. 2012.

Venturino (2004) reporta que, una conversión alimenticia a una altura de 2965 m.s.n.m. en pollos broiler de la línea Cobb 500 que se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 07: Conversión alimenticia línea cobb 500

Edad en días	Conversión
0	
7	0.74
14	1.09
21	1.31
28	1.46
35	1.60
42	1.75
49	1.90

Fuente: Venturino 2004.

1.2.10 Índice de productividad en el engorde de pollos broiler

Industria Avícola Venezuela (2010), en uno de sus artículos de temas de producción titulado: Criterios para determinar la eficiencia en pollos de engorde menciona que, cada día, se hace necesario el manejo de la información estadística para el conocimiento en el comportamiento de nuestras granjas, para ellos, ponemos a su disposición una breve explicación de los parámetros más relevantes, para el cálculo de las variables en la producción de pollos de engorde, de manera de establecer valores para crear medidas comparativas en los resultados entre cada lote. Entre estos parámetros tenemos, conversión, mortalidad, índice de productividad, índice de eficiencia europeo, entre otros.

El manejo de la información y datos estadísticos en la granja, cada vez, se hace más relevante en la diferenciación entre un productor ordinario a uno eficiente. En esta industria avícola, actividad que evoluciona a pasos agigantados año tras año, se hace necesario el manejo de la información técnica de la granja para llegar a un pleno conocimiento de la misma.

Índice de productividad:

Está representado por la relación entre el peso promedio del lote y la conversión de alimento del mismo. Mientras este índice supere a la unidad (1), la productividad será mejor.

$$\text{Indice de productividad} = \frac{\text{Peso promedio de las aves (Kg)}}{\text{Conversion alimenticia}}$$

1.2.10.1 Mortalidad en pollos broiler

Venturino (2004) dice que, los porcentajes de mortandad en hato productivo sin ninguna enfermedad mortal presente, considerados aceptables y los objetivos de peso partiendo de un pollito BB de 45 g, son los siguientes: 7 días 1%, 14 días 0.5% y 21 días 0.4% mortalidad máxima.

Técnica Avícola (2000) refiere que, la mortalidad durante las dos primeras semanas debe ser mínima, mencionando que de 0 a 7 días la mortalidad es de 0.4% y de 0 - 14 días la mortalidad debe ser 0.8 %.

1.2.10.2 Mortalidad por el síndrome ascítico

Urbaityte (2008) menciona que, el síndrome ascítico en parvadas de pollo de engorda ha estado aumentando a un ritmo alarmante, además de que este estado se ha convertido en una de las principales causas de mortalidad y de decomisos de canales enteras en todo el mundo. A pesar de las investigaciones sobre el síndrome ascítico hechas durante muchos años, es todavía un estado que ocasiona pérdidas financieras a los avicultores. Se calcula que de los 40 mil millones de pollo de engorda que anualmente se producen en el mundo, el 5% y el 20% de los pollos roster mueren por problemas de ascitis.

Calnek et al. (2000) menciona que, la ascitis secundaria a la insuficiencia ventricular derecha (ASIVID) existe en todo el mundo, en pollos de engorda en crecimiento y es una causa importante de mortalidad representando el 30%.

Simón et al. (2002) mencionan que, el “mal de altura” es una patología asociada a la baja temperatura y la menor presión de oxígeno (hipoxia) de la altura condiciones en que se realiza la crianza de pollos broiler.

1.2.11 Mérito económico

Anónimo (2012) refiere que, el mérito económico es un índice que expresa el potencial productivo de un animal en términos económicos. Se define como la diferencia esperada (positiva o negativa) en valor económico (\$) durante toda la vida productiva del animal evaluado con respecto al promedio del grupo de referencia.

El mérito económico se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{VFA - (VIA + GA)}{VIA + GA} * 100$$

Dónde:

M.E. = Mérito económico/animal

V.F.A. = Valor final del animal (peso vivo final/valor de 1 kg de p.v. S/.)

V.I.A. = Valor inicial del animal (peso vivo inicial/valor de 1 kg de p.v. S/.)

G.A. = Gasto de alimentación (costo de mantenimiento y mano de obra)

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.3.1 Probióticos

Según la Organización Mundial de Gastroenterología, los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se ingieren en las cantidades adecuadas, pueden aportar beneficios para la salud de quien los consume. Se trata de bacterias o levaduras que están presentes en alimentos, medicamentos o suplementos dietéticos. Los probióticos que se utilizan con más frecuencia son los pertenecientes a las especies *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, siendo los primeros los que más se han empleado durante años para la conservación de alimentos mediante la fermentación, como es el caso de la leche al fermentarse para producir yogurt. Sin embargo, desde el punto de vista científico y estricto, el término probiótico debe reservarse para aquellos microorganismos vivos que han demostrado su beneficio para la salud en estudios realizados con personas (Bernácer, 2013).

Así mismo, (Bernácer, 2013) menciona sobre los beneficios de los prebióticos y los probióticos que, nuestro sistema digestivo está colonizado por toda una serie de bacterias que forman un grupo complejo llamado microbiota intestinal. Estas bacterias viven en simbiosis con nuestro intestino en un delicado equilibrio, que puede verse afectado por la alimentación, el estrés, las enfermedades, o

algunos medicamentos. El consumo de alimentos con prebióticos y probióticos puede ser útil para mantener este equilibrio.

1.3.2 Pollos broiler

Mendoza (2012) menciona que, el término "broiler" es aplicado a los pollos y gallinas que han sido seleccionados especialmente para rápido crecimiento. Éstas se encuentran en casi todo el mundo y proporcionan una aceptable forma de proteína animal a la mayoría de las personas en tiempo más corto. Durante la última década muchos países en desarrollo han adoptado la producción avícola intensiva para cubrir, de esta forma, la demanda de proteína animal. Así como, elevada supervivencia, capacidad de convertir el nutrimento en carne, crecimiento rápido y uniforme, resistencia a enfermedades y buen emplume.

Cobb Vantress (2008) señala que, la estirpe Cobb, poseen mecanismos diferentes de termogénesis y termorregulación. Los recién nacidos no pueden producir calor por temblor. Esta situación les genera una gran dependencia de una fuente externa de calor para mantener su temperatura corporal.

La capacidad de termorregulación recién se desarrolla entre los 10 a 15 días después del nacimiento, lo que hace que las aves disminuyan sus requerimientos de temperatura ambiente de 35° C al nacer a 24° C a los 28 días y a 21° C a los 42 días.

Cobb Vantress (2012) cita que, los pollos de la línea Cobb-500 están influenciados por el manejo, la genética, nutrición y salud. El Cobb-500 son de plumas blancas y piel amarilla, con una ración des pigmentada resulta piel blanca o crema, el sexaje de las aves se puede realizar al día de nacido por las plumas primarias y secundarias del ala, así mismo el crecimiento de las plumas en el macho es más lento y en hembras el emplume es más rápido.

MINAG (2013) menciona que, los programas de selección de Cobb-500 le han dado mucho énfasis a la eficiencia y a la conversión alimenticia, y éstas características son una prioridad en el desarrollo del Cobb-500. En los mercados mundiales, Cobb-500 logra el costo más bajo en producción de un kilogramo o una libra de carne. Esta línea se caracteriza por su plumaje blanco y de rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, alta rusticidad en el manejo y por su fácil adaptación a los cambios climáticos manteniendo su crecimiento durante las últimas semanas. Actualmente es la línea más explotada en el Perú, predomina en un 66.0 % a nivel nacional

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en su primera fase en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias y en segunda fase en las instalaciones de la Granja Agropecuaria de Yauris (G.A.Y.) de la Universidad Nacional del Centro del Perú (U.N.C.P.), ubicada en la urbanización Pio Pata, distrito del El Tambo, provincia de Huancayo, departamento Junín, a una altitud media de 3 200 m.s.n.m., a una latitud 10°56'00", longitud: 75°12'00' con una temperatura promedio de 18.4 °C.

El desarrollo del trabajo de investigación tuvo su inicio en Junio de 2014, finalizando en Octubre de 2014. La parte experimental tuvo una duración de 49 días, que constituyó el periodo completo de engorde comercial de los pollos broiler.

2.2. MATERIALES, INSTALACIONES Y EQUIPOS

2.2.1 Material biológico

a) **Primera fase:** Se obtuvo las proteínas unicelulares a partir de los residuos de cáscara y almidón de papa picada; el procedimiento fue realizado en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNCP, como se muestra en Figura 01.

Materiales de laboratorio

- Autoclave
- Horno de fermentación
- Mixer
- Matraces
- Probetas
- Baño María
- Balanza de precisión
- Horno de secado
- Calculadora manual

b) **Segunda fase:** Esta fase fue la parte experimental con el uso de proteínas unicelulares como insumo alimenticio incluido en diferentes niveles en el alimento de engorde para pollos de línea Cobb 500 hembras y machos desde día de edad hasta final del experimento que fue 49 días.

Equipos y materiales avícolas

- Comederos tipo tolva cap. 15 kg.
- Bebederos de volteo cap. 4 l.
- Jeringa de uso exclusivo para aves
- Balanzas
- Mochila fumigadora
- Corrales de cría
- Termómetros
- Carretilla
- Palas
- Baldes
- Registros de producción
- Guías de manejo
- Virutilla para la cama

Materiales de escritorio

- Papel bon
- Lapiceros
- Cuadernos
- Cámara fotográfica digital
- USB
- Computadora personal
- Registro de control

2.2.2 Instalaciones

Para la ejecución del proyecto se utilizó un galpón de 4 x 4 metros que contaba con las instalaciones respectivas.

2.3 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

2.3.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada con diseño experimental.

2.3.2 Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel exploratorio, descriptivo y correlacional (Hernández, 2014)

2.3.3 Método y diseño de la investigación

2.3.3.1 De la alimentación

La proteína unicelular utilizada en el presente estudio fue un insumo obtenido a partir de residuos de papa picada para pollerías dando un valor agregado a los residuos de papa. Este insumo obtenido por hidrólisis enzimática y una sub siguiente fermentación con levadura *Sacharomyces cerevisiae*, lográndose incrementar los niveles de proteína de 5.9 % en materia fresca a 7.9% de proteína en base seca resultado logrado utilizando en la fermentación ((NH₄)₂SO₄ - 0.2 % y KH₂PO₄ - 0.2° %), que en sustrato de residuo fue analizado en 2.9% de proteína total, este resultado fue logrado después de 48 horas de incubación (Gamarra y Mendoza, 2013) y tal como se

puede apreciar en figura 01. El resultado obtenido de proteína en base seca para la investigación es 7.7 % no se utilizó en la fermentación ((NH₄)₂SO₄ - 0.2 % y KH₂PO₄ - 0.2° %). Por su valor biológico de la proteína unicelular y palatabilidad se utilizó como insumo de suplemento en la fórmula de dietas para inicio y acabado en el engorde de pollos broiler del experimento durante los 49 días de engorde establecidos en explotaciones comerciales.

a) Alimentación de los pollos experimentales

La alimentación se realizó con alimento balanceado comercial en masa ("harina") tanto para la etapa inicial y acabado. La cantidad del alimento suministrado fue ad libitum, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 08: Programa de alimentación suplementaria del experimento por tratamientos

TRATAMIENTOS	T0 0% de suministro de proteína unicelular en la ración	T1 10% de suministro de proteína unicelular en la ración	T2 20% de suministro de proteína unicelular en la ración	T3 30% de suministro de proteína unicelular en la ración
Etapa (21 días)	Inicio	Inicio	Inicio	Inicio
Etapa (28 días)	Acabado	Acabado	Acabado	Acabado

Fuente: Programa de alimentación establecido para la tesis. Huancayo. 2014

La alimentación para las etapas de inicio se realizó con alimento formulado en granja y para la etapa de acabado fue con alimento comercial, suplementado con proteínas unicelulares a niveles de 10%, 20% y 30% en ambas etapas.

Características nutritivas de las raciones utilizadas en el experimento:

Los insumos alimenticios utilizados en la elaboración de la ración alimenticia en granja para la etapa de inicio fue: maíz amarillo duro, polvillo de arroz, spt (afrechillo), torta de soya, harina de pescado, bicarbonato de Ca., pre-mezcla (minerales). Composición química analizada en Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Zootecnia fue de 18.9% de proteína total, 3100 kcal/kg de E.M., grasa cruda 6.5%, fibra cruda 3.0%, ceniza 6.0%, humedad 7.8% y materia seca 92.2%.

El alimento de acabado utilizado fue comercial que tuvo una composición en proteína de 16.0% de proteína total y energía de 3 100 kcal/kg de E.M.

El uso de proteína unicelular con 7.7% proteína total en base seca, ha sido como suplementos en el alimento formulado en la etapa de inicio y acabado. Considerando que la proteína unicelular es un probiótico. Siendo utilizados en 10, 20 y 30% respectivamente para cada tratamiento.

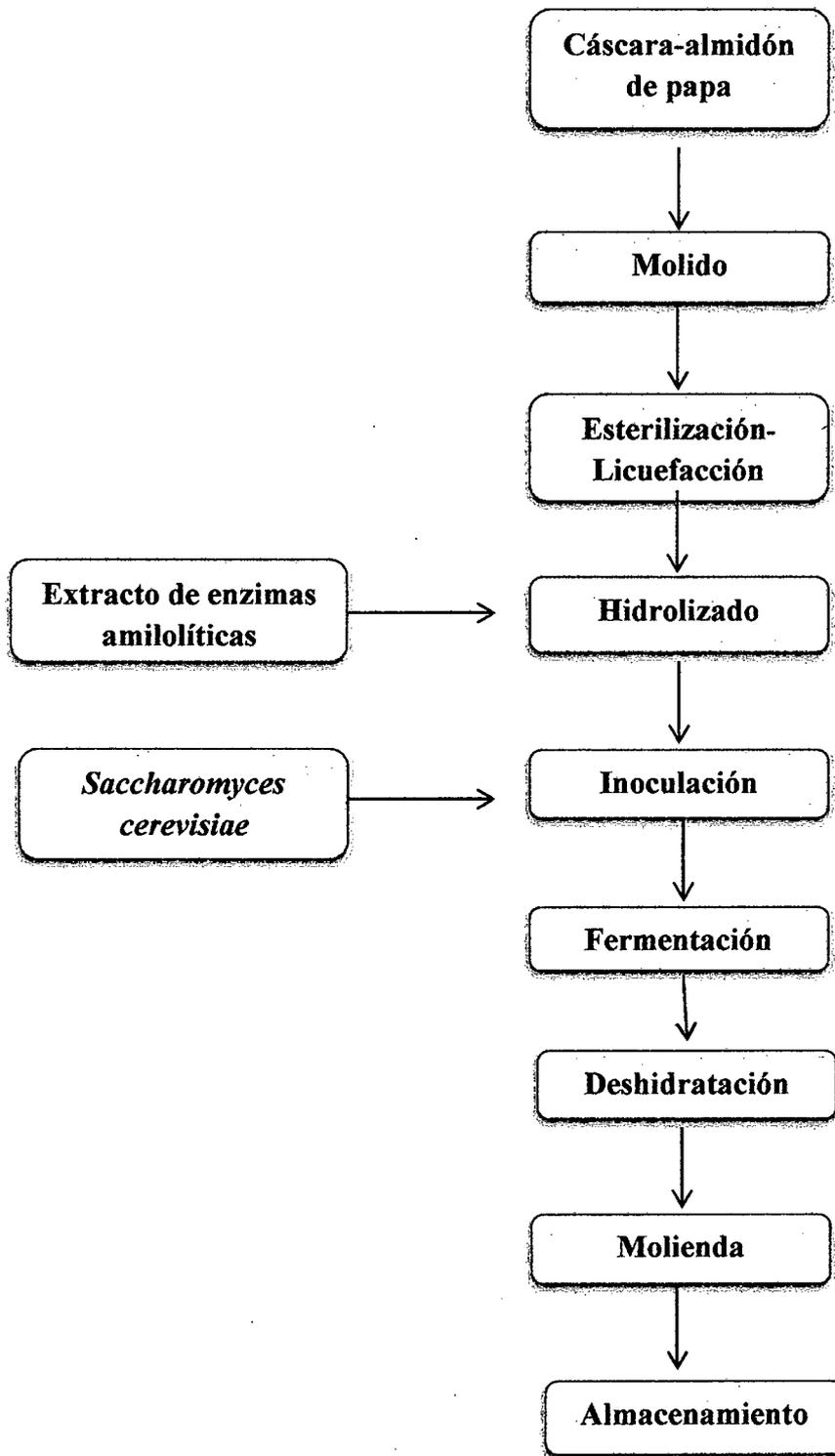


Figura 01: Diagrama de flujo del proceso de hidrólisis y de fermentación del sustrato cáscara – almidón de papa (Gamarra y Mendoza, 2013).

2.3.3.2 Del manejo

El engorde de pollos broiler para el presente estudio constó de dos etapas:

- **Inicio**

Es la etapa más crítica de la crianza de pollos de carne que tuvo una duración de 21 días. El inicio de los pollos BB fue en las condiciones recomendadas como temperatura, densidad e iluminación; la inclusión de proteínas unicelulares tuvo lugar desde el primer día de alimentación.

- **Acabado**

La etapa de acabado tuvo una duración de 28 días completando el periodo de engorde de 49 días de edad que, normalmente en la actualidad el engorde comercial para carne es de 42 días. El uso de las proteínas unicelulares también estuvo incluido como suplemento para cada tratamiento en los niveles diseñados para el experimento.

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población-muestra fue de 96 pollos Broiler engorde de un día de edad, distribuidos en 4 tratamientos (T0, T1, T2 y T3) de 24 pollos broiler combinado (machos y hembras) en cada unidad experimental, se suministró alimento balanceado combinado con proteínas unicelulares en granja durante el periodo de inicio y acabado. Las

dietas experimentales con proteínas unicelulares adicionadas en tres niveles durante 49 días que duró el engorde intensivo.

2.4.1 Variables

- VARIABLE INDEPENDIENTE: Inclusión de proteína unicelular
 - Ganancia de peso vivo
 - Sexo
 - Calidad genética

- VARIABLE DEPENDIENTES
 - Consumo alimento
 - Características calculadas:
 - Conversión alimenticia
 - Índice de productividad
 - Mérito económico

2.4.2 Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Ganancia de peso vivo del pollo broiler	consumo de alimento Considera el consumo de alimento diario	Registro de consumo de alimento
Conversión alimenticia	Ganancia de peso Considera el incremento de peso diario. Consumo de alimento	Registros de evaluación de ganancia de peso vivo. Registro de consumo de alimento
Índice de productividad	Ganancia de peso Conversión alimenticia Es un valor que mide el aprovechamiento del alimento en ganancia de peso.	Registros de evaluación de ganancia de peso vivo. Registro de evaluación de conversión alimenticia
Mérito económico	Ganancia de peso Consumo de alimento	Registros de evaluación de ganancia de peso vivo. Registro de consumo de alimento

2.4.3 Instrumentos de recolección de la información

Para evaluar el consumo voluntario para cada nivel de inclusión de proteínas unicelulares en las raciones mediante el consumo de alimento diario en los tratamientos establecidos, se hicieron uso de registros que proporcionaron información de los controles

establecidos para el análisis de la información o datos. Entre ellos: **registros de consumo de alimento, registros de evaluación de conversión alimenticia y registros de evaluación de ganancia de peso vivo.**

2.4.4 Procedimientos de recolección de datos

Los datos recopilados para el experimento fueron ganancia de peso vivo, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad durante el periodo de engorde establecido, considerando dos etapas: inicio y acabado. Estableciéndose la recolección de información semanalmente hasta completar las 7 semanas de evaluación.

a) Evaluación de los diferentes niveles de proteína unicelular

La evaluación de los diferentes niveles de proteínas unicelulares utilizadas en el experimento a razón de 10%, 20% y 30% en diferentes tratamientos fueron determinadas mediante el crecimiento de los pollos broiler engorde consideradas peso vivo y consumo de alimento.

b) Ganancia de peso

Los pesos fueron tomados semanalmente; peso al inicio y fin de cada semana se restó los pesos de inicio y peso final de semana para hallar la ganancia de peso en la primera semana hasta la séptima semana. Los pesos fueron tomados a los pollos en cada una de los tratamientos empleándose una balanza digital, se pudo llevar control por sexo.

c) Consumo de alimento

El consumo de alimento fue la misma cantidad que el alimento suministrado para las etapas de inicio y acabado se controló la cantidad de alimento consumido restando los residuos con respecto al alimento suministrado.

d) Conversión alimenticia (CA)

Fue determinado por la cantidad de alimento consumido semanal y total final sobre la ganancia de peso obteniéndose así la conversión alimenticia para todo el periodo de engorde por tratamientos.

2.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

2.5.1 Conversión de alimento:

Para esta característica se realizó haciendo uso de la fórmula, producto de la división del total de Kg. de alimento consumido entre el total de Kg. de pollo vivo producidos. Debido a la alta influencia del valor del alimento sobre este factor, este parámetro debe recibir especial atención.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Kg. de alimento consumido}}{\text{Kg. de pollos vivos}}$$

2.5.2 Índice de productividad

Se ha realizado el cálculo del índice de productividad para poder comparar el rendimiento de cada lote, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Peso promedio de las aves (kg)}}{\text{Conversión alimenticia}}$$

Fuente: INDUSTRIA AVÍCOLA VENEZOLANA. 2010

2.5.3 Mérito económico

Para analizar el mérito económico del uso de proteínas unicelulares en la alimentación de pollos broiler engorde, estuvo basada en el consumo de alimento y ganancia de peso que se evaluó el rendimiento económico en base al consumo total (kg) de alimento y costo por kg del mismo. Las fórmulas tradicionales de mérito económico fueron utilizadas en el presente estudio para la evaluación de cada tratamiento.

El mérito económico se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{VFA - (VIA + GA)}{VIA + GA} * 100$$

Dónde:

M.E. = Mérito económico/animal

V.F.A. = Valor final del animal (peso vivo final) (valor de 1 kg de p.v. S/.)

V.I.A. = Valor inicial del animal (peso vivo inicial) (valor de 1 kg de p.v. S/.)

G.A. = Gasto de alimentación

2.5.3.1 Mortalidad:

Se expresa en porcentaje (%) y se calcula dividiendo el número de aves muertas entre el número de aves iniciadas y luego se multiplica por 100. Podrá verse afectada, por estados sanitarios de las aves, condiciones de la granja, condiciones ambientales, entre otros. Sin embargo, un valor importante sería no ejercer valores superiores a 5,5%.

$$\% \text{ de Mortalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves muertas}}{\text{N}^\circ \text{ de aves iniciadas}} * 100$$

2.6 DEL ESTUDIO EXPERIMENTAL

2.6.1 Análisis estadístico

El diseño de investigación utilizado corresponde a un experimento cuyo análisis fue Diseño Completamente Randomizado (DCR) con cuatro tratamientos con igual número de repeticiones, para las variables: peso vivo inicial y peso vivo final engorde, ganancia de

peso, consumo de alimento y conversión alimenticia para todo el periodo de engorde.

Para el presente trabajo se utilizó el diseño completamente al azar, siendo el modelo lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la j-ésima repetición correspondiente al i-ésimo tratamiento.

μ = Media general

T_i = Efecto i-ésimo tratamiento (i=1, 2,3)

B_j = Efecto del j-ésimo bloque o zona (j=1,2,3)

E_{ij} = Error experimental

El procesamiento de la información se hizo por medio del software SPSS. También se empleó la hoja de cálculo Excel para el análisis descriptivo y los gráficos necesarios.

Para el análisis estadístico del presente estudio, se utilizó la estadística descriptiva y las comparaciones múltiples se realizaron mediante la prueba de Duncan.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE RESIDUOS DE PAPA QUE INFLUYEN EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE LAS DIETAS EN EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP.

3.1.1 Peso vivo inicial de pollos broiler

En el cuadro 09 se muestran los pesos promedios iniciales de los pollos BB tanto para machos y hembras distribuidas por tratamiento. Con respecto al peso promedio por tratamiento y sexo se aprecia que los pesos promedios al inicio del experimento fue mayor para las hembras, se aprecia que no existe diferencia estadística entre sexo.

Cuadro 09: Promedio de pesos vivos (g) iniciales por tratamientos

TRATAMIENTOS	T0 0% de suministro de proteína unicelular en la ración	T1 10% de suministro de proteína unicelular en la ración	T2 20% de suministro de proteína unicelular en la ración	T3 30% de suministro de proteína unicelular en la ración
PROMEDIOS Machos	45.00 ± 1.20 a	46.33 ± 2.04 a	44.33 ± 1.20 a	44.33 ± 1.28 a
PROMEDIOS Hembras	48.33 ± 2.17 a	48.33 ± 1.27 a	48.33 ± 2.11 a	46.67 ± 2.17 a

Los pesos inicio de los pollos BB línea Cobb 500 de este trabajo experimental superan a los pesos de inicio de la misma línea reportados por la misma compañía (**Cobb Vantress, 2012**), quienes reportan pesos promedio de los pollos BB de la línea Cobb 500 de 43 gramos, comparados con 46 gramos del lote estudiado tanto para machos y hembras tal como se muestra en el cuadro 09, según la misma empresa menciona que esta línea genética está preparada para una buena performance que alcanza peso corporal comercial de 2.5 kg a los 42 días de edad.

3.1.2 Ganancia de peso en el engorde de pollos broiler

Esta variable depende de la calidad de alimento consumido más la suma de la calidad genética y calidad de insumos utilizados en la formulación. Según **Gamarra y Mendoza (2013)** mencionan que las proteínas unicelulares (PUC) utilizadas en la alimentación de pollos broiler son de calidad por su alta digestibilidad, que se

corroborar en los resultados encontrados en el presente estudio realizado.

Cuadro 10: Análisis de varianza de los pesos promedios de pollos broiler hembras y machos por separado

F de V	GL	SC	CM	Fc	Prob	Sig
Semanas	7	43748611.06	6249801.58	2910.83	<0.0001	**
Tratamientos	7	584175.86	8345369	38.87	<0.0001	**
A (Sexo)	1	254302.10	254302.10	118.44	<0.0001	**
B (% de PUC)	3	318868.99	106289.66	49.50	<0.0001	**
A*B (S*%PUC)	3	11004.78	3668.26	1.71	0.1798	n.s
Error	42	90177.60	2147.05			
TOTAL	63	45007140.38				

S	46.337	C.V	5.21%
X	888.445	R²	0.997996

En el cuadro 10 se observa que, en la fuente de semanas existe diferencia estadística altamente significativa a niveles de ($P > 0.01$) esto debido a que en el transcurso de las semanas los pollos mostraron diferencia entre el crecimiento y desarrollo, del inicio al final del experimento, haciendo variable los pesos de los pollos. En la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa, debido a la influencia de los factores estudiados. En la fuente del factor A (sexo) existe diferencia estadística altamente significativa, debido a que los machos incrementan más peso

comparados con las hembras. Como reporta la propia compañía que produce este linaje de pollos como es **(Cobb Vantress, 2012)**. En la fuente del factor B (% de PUC) existe diferencia estadística altamente significativa, debido a que los alimentos consumidos por los pollos tuvieron diferentes porcentajes de niveles de proteína unicelular los que hicieron variar los pesos finales. La PUC de levadura según **(Pérez, 2008)** contiene una gama de aminoácidos (cuadro 01), vitaminas (cuadro 02) y minerales (cuadro 03) los cuales intervienen en las reacciones metabólicas de carbohidratos, lípidos, proteínas y en el mantenimiento de las funciones del sistema nervioso, muscular, epitelial y como protector de la mucosa intestinal **(García y Quinteros, 2004)** los probióticos contribuyen al equilibrio microbiano intestinal. En la fuente de la interacción AxB (sexo x % PUC) no existe significación estadística, debido a que los niveles de cada factor no interactúan; es decir, se manifiestan independientemente en esta variable estudiada.

El coeficiente de variabilidad de 5.21 % es considerado como “muy bajo”, el cual indica que el peso final dentro de cada tratamiento es muy homogéneo.

El coeficiente de determinación (R^2) igual 99.79 % nos indica que la variable independiente está influyendo sobre la variable dependiente, en este caso sobre la ganancia de peso vivo.

Cuadro 11: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para los niveles del factor A (sexo)

O.M	Sexo	\bar{X} (g)	Sig.
1	a ₂ macho	951.45	a
2	a ₁ hembra	825.41	b

Letras desiguales indican promedios diferentes estadísticamente (P>0.05)
O.M: Orden de mérito de cada tratamiento.

La compañía productora de pollos broiler Cobb (**Cobb Vantress, 2012**) menciona en sus tablas de guía de alimentación y peso en machos tienden a consumir mayor cantidad de alimento debido al factor sexo que tiene una ganancia de peso siempre mayor con respecto a las hembras; en el cuadro 11 se puede contrastar con respecto a la ganancia de peso siendo la letra (a) machos llega a pesar más que hembras y (b) indica que definitivamente a la comparación estadística hay diferencia estadística a niveles de (P>0.05).

Cuadro 12: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para los niveles del factor B (% de proteína unicelular PUC), según Duncan

O.M	(% de PUC)	\bar{X} (g)	Sig.
1	10%	1000.01	a
2	20%	876.24	b
3	0%	873.38	b
4	30%	804.15	b

Letras desiguales indican promedios diferentes estadísticamente (P>0.05)

En el cuadro 12, se muestran las ganancias de peso en pollos broiler y se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos T0, T2, y T3 debido a que se obtienen resultados similares en ganancia de peso respectivamente, pero con respecto a T1 que obtuvo mejor crecimiento demostrando que hay definitivamente una significación estadística a niveles de ($P>0.05$).

En el cuadro 13 se aprecia a la prueba de significación con respecto a los pesos interactuados por sexo existiendo diferencia significativa, apreciándose que T3 tiene menor ganancia de peso tanto en machos y hembras de los pollos broiler engorde llevado a cabo en el experimento durante 49 días de engorde.

Cuadro 13: Prueba de significación de los pesos promedios de pollos broiler para la interacción AxB (sexo x % de PUC), según

Duncan

O.M	(Sexo x% de PUC)	\bar{X} (g)	Sig.	
1	a_2b_1 macho 10%	1068.24	a	
2	a_2b_2 macho 20%	956.51	b	
3	a_2b_0 macho 0%	932.69	b	
4	a_1b_1 hembra 10%	931.79	b	
5	a_2b_3 macho 30%	848.48		c
6	a_1b_0 hembra 0 %	814.06		c d
7	a_1b_2 hembra 20%	795.97		d e
8	a_1b_3 hembra 30%	759.82		e

Letras desiguales indican promedios diferentes estadísticamente ($P>0.05$)

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico resultado del cuadro 13 se asemeja a los resultados encontrados por otros autores que realizaron experimentos con sustratos diferentes a lo nuestro como lo menciona (Medina y González, 2014) en su trabajo de investigación desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano, consecuentemente en el presente estudio el T1 y T2 con un nivel de 10% y 20% de PUC respectivamente.

Cuadro 14: Análisis de varianza del peso promedio de pollos broiler combinado

F de V	GL	SC	CM	Fc	Prob	Sig
Semanas	7	21874282.93	3124897.56	402.37	< 0.0001	**
(% de PUC)	3	159432.66	53144.22	6.84	0.0022	**
Error	21	163089.36	7766.16			
Total	31	22196804.94				

S	88.12582	C.V	9.91%
X	888.445	R²	0.992653

En el cuadro 14 se observa que, en la fuente de semanas existe diferencia estadística altamente significativa ($P > 0.01$), al análisis de varianza que esto se debe en el transcurso de las semanas los pollos broiler engorde mostraron diferencia en crecimiento dado por ganancia de peso influenciado por los niveles de

proteína unicelulares utilizadas para cada tratamiento estudiado durante el experimento, resultado que lo hace variable los pesos de los pollos combinados (machos y hembras). De igual manera en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa ($P>0.01$), debido a la influencia de los factores estudiados.

Cuadro 15: Prueba de significación del peso promedio de pollos broiler combinado para las semanas de evaluación

O.M	Semanas	\bar{X} (g)	Significación
0	7	2435.61	a
1	6	1865.07	b
2	5	1195.92	c
3	4	841.40	d
4	3	429.21	e
5	2	196.29	f
6	1	97.62	f g
7	0	46.46	g

Letras desiguales indican promedios diferentes estadísticamente ($P>0.05$)

En el cuadro 15, se muestran la prueba de significación de peso vivo promedio en pollos broiler combinado (machos y hembras) evaluados durante 7 semanas que duró el periodo de engorde. Se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos (T0, T1, T2, T3) debido a la significación determinada por las letras diferentes con respecto al peso inicial y el peso final por semana diferentes en cada tratamiento. Los resultados obtenidos nos indican

que en producción hay influencia del alimento suministrado con diferentes niveles de proteína unicelular que influenciaron en los resultados evaluados como es la ganancia de peso.

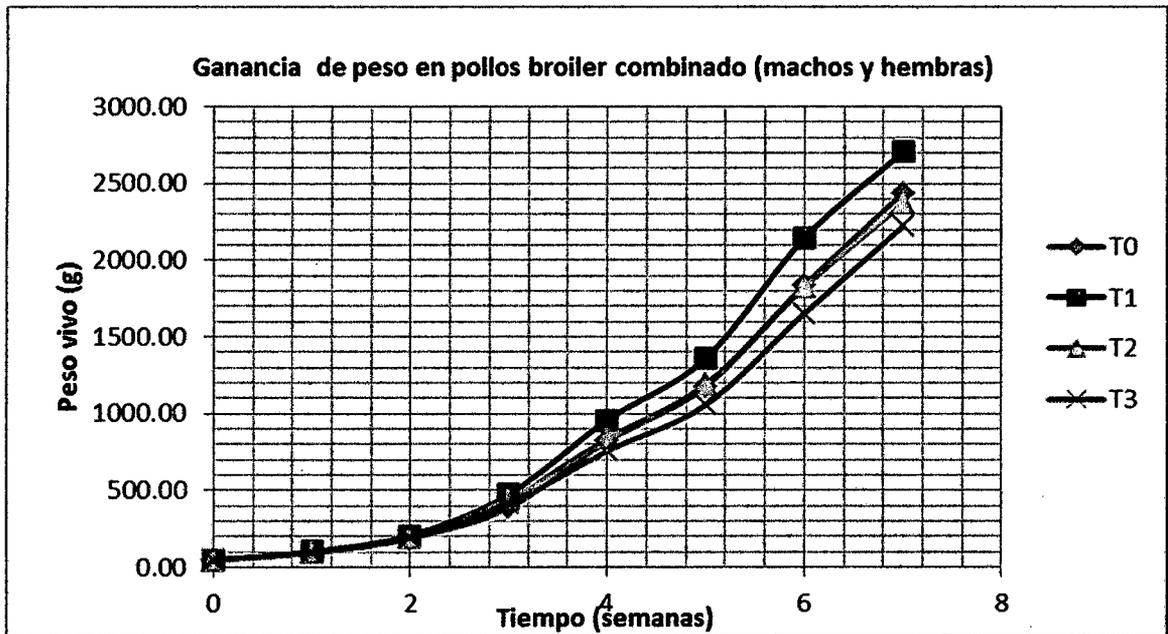


Figura 02: Ganancia de peso en pollos broiler combinado (machos y hembras) – 49 días

En la figura 02, se muestra la ganancia de peso vivo promedio en pollos broiler combinado (machos y hembras) evaluados durante 49 días que duró el periodo de engorde están por debajo que los pesos sugeridos por (Cobb Vantress, 2012) quien indica que el peso corporal a los 49 días es 3369 g.

3.1.3 Consumo de las dietas en el engorde de pollos broiler

La alimentación se realizó con alimento formulado en granja para el experimento etapa de inicio y alimento balanceado comercial

para etapa de acabado. La cantidad del alimento suministrado promedio total fue de 852 gramos para inicio por pollito bb y de 3980 gramos en etapa de acabado, los valores mostrados corresponden a la cantidad de alimento consumida por ave, tal como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16: Consumo promedio de alimento (g) por etapa de pollos broiler en experimento

Días	Clase de Alimento	Consumo de alimento por etapa (g)
1 a 21 días	Inicio	852
22 a 49 días	Acabado	3980
Consumo total de alimento		4832

Programa de alimentación establecido para la tesis. Huancayo, 2014.

El consumo promedio total de alimento por los pollos del experimento fue de 852 g para la etapa de inicio y de 3980 g en etapa de acabado haciendo un total de 4832 g por ave. (Cobb Vantress, 2012) publica que, el consumo promedio por ave a 21 días es de 1053 g y de 4659 g de 22 a 42 días; de igual manera la (Empresa Orihuela SAC, 2012) publica que, el consumo en etapa de inicio es de 1095 g a 21 días y para acabado 4529 g de 22 a 40 días. Consecuentemente el consumo evaluado a 49 días de crianza experimental fue menor para ambas empresas que engordan pollos BB Cobb, empresa garantizada que explota pollos broiler engorde en la selva central de nuestra región.

Cuadro 17: Consumo de alimento (g) semanal promedio por etapa y tratamiento

Semana	T0	T1	T2	T3
1	2512	2710	2548	2706
2	6764	6940	6648	6992
3	9690	11784	11294	11212
sub total inicio	18966	21434	20490	20910
4	16589.46	17790.00	14820.00	14500
5	23391.88	19468.03	20327.99	23020
6	22838.67	25909.80	26340.00	25626
7	30916.67	31444.00	30679.00	38420
sub total acabado	93736.67	94611.83	92166.99	101566.00
TOTAL	112702.67	116045.83	112656.99	122476.00

Fuente: Elaboración propia del resultado de Tesis. Huancayo, 2014.

La cantidad de alimento consumido por etapa y total durante la experimentación se puede apreciar en el cuadro 17, que incluye la suplementación de proteínas unicelulares (PUC) para cada uno de los tratamientos. En etapa de inicio los pollos de T0 consumieron 18966 , T1 21434 ; T2 2.490 y T3 20910 g, por otro lado en la etapa de acabado consumieron 93737 , 94612 , 92167 y 101566 g para los tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente. El T3 consumió mayor cantidad de alimento con respecto a los demas tratamientos.

Cuadro 18: Análisis de varianza del consumo de alimento

F de V	GL	SC	CM	Fc	Prob	Sig
(% de PUC)	3	9140743	3046914	0.90	0.4608	n.s
Semanas	6	2741322531	456887088	134.84	<.0001	**
Error	18	60992803	3388489			
Total	27	2811456077				

S	1840.785	C.V	11.11%
X̄	1656.20	R²	0.978306

En el cuadro 18 se puede apreciar que al análisis de varianza sobre el consumo de alimento de los pollos broiler engorde combinado (machos y hembras) respecto al porcentaje de inclusión no fue significativo. Respecto al consumo por semana si hubo una alta significación a nivel de ($P > 0.01$) esto sucedió definitivamente por los diferentes porcentaje de uso de nivel de las proteínas unicelulares en las raciones para T1, T2 y T3 respectivamente. Finalmente con respecto al coeficiente de variación podemos decir que es homogéneo respecto al consumo de alimento.

**Cuadro 19: Prueba de significación de los promedios del
consumo de alimento semanal**

O.M	Semanas	X (g)	Significación							
1	7	32865	a							
2	6	25175		b						
3	5	21552			c					
4	4	15925				d				
5	3	20995					e			
6	2	6836						f		
7	1	2619								g

Las diferentes letras (a, b, c,...g) en la prueba de significación de los promedios de consumo de alimento semanal indican diferencia estadística entre semanas por tratamiento y como lo menciona (Cobb Vantress, 2012) el consumo semanal va incrementando. En el cuadro 19 se puede apreciar el incremento diferenciado de consumo de alimento semanal desde en letra 'g' a la letra 'a' indicados en el cuadro respectivo.

Cuadro 20: Prueba de significación de los promedios del consumo de alimentos para el porcentaje de proteína unicelular (PUC)

O.M	(% de PUC)	\bar{X} (g)	Sig.
1	30%	17496.6	a
2	10%	16578.0	a
3	0%	16100.4	a
4	20%	16093.9	a

Letras iguales indican promedios similares estadísticamente ($P > 0.05$).

De la prueba de significación mostrado en el cuadro 20 los 4 tratamientos (T0, T1, T2 y T3) coinciden en letra (a) traduciendo que no hay significación ya que presentan un consumo promedio similar respecto al porcentaje de inclusión de proteínas unicelulares en la ración suministrada a los tratamientos estudiados (Gómez, 2011) indica que, la alimentación del pollo broiler está relacionado a las etapas de crecimiento del pollo ya que su objetivo es proporcionar al ave la cantidad necesaria de nutrientes necesarios en una determinada edad para evitar desperdicios o sobrealimentación.

En la figura 03 se puede objetivizar que el consumo de alimento fue acorde al contenido nutricional suministrado a los tratamientos que influenciaron directamente al incremento de peso vivo de los pollos broiler.

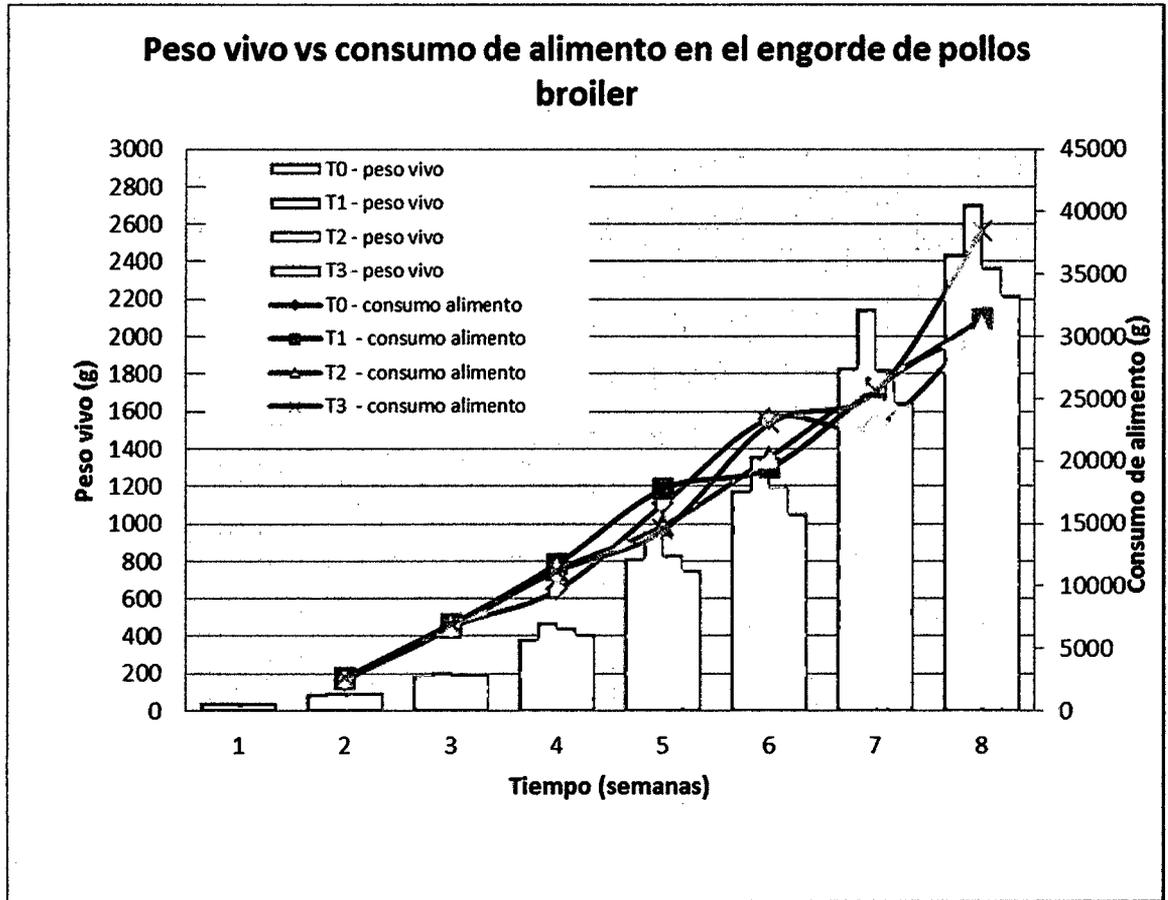


Figura 03: Combinación de peso vivo versus consumo de alimento en el engorde de pollos broiler durante los 49 días.

3.2 INCLUSIÓN DE PROTEÍNAS UNICELULARES EN LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA E ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD EN EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP.

3.2.1 Conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler

La determinación de conversión alimenticia es una medición paramétrica que nos indica la eficiencia que tuvo el animal en

aprovechar los alimentos suministrados que a su vez indica la calidad del alimento suministrado.

Cuadro 21: Análisis de varianza de la conversión alimenticia acumulada

F de V	GL	SC	CM	Fc	Prob	Sig
(% de PUC)	3	0.28446096	0.09482032	21.70	<.0001	**
Semanas	6	2.87148571	0.47858095	109.51	<.0001	**
Error	18	0.07866629	0.00437035			
Total	27	3.23461296				

S	0.066109	C.V	3.53%
X	1.87	R²	0.975680

En el cuadro 21 se puede apreciar que al análisis de varianza sobre la conversión alimenticia de los pollos broiler engorde combinado (machos y hembras) respecto al porcentaje de inclusión de PUC presenta una diferencia altamente significativo, como también por semana a nivel de ($P > 0.01$) esto sucedió definitivamente por los diferentes porcentaje de uso de nivel de las proteínas unicelulares en las raciones para T1, T2 y T3 respectivamente. Finalmente con respecto al coeficiente de variación (3.53%) podemos decir que es homogéneo respecto al consumo de alimento, y el coeficiente de determinación (R^2) indica que si influye la variable independiente sobre la dependiente.

Las diferentes letras (a, b, c, d y e) en la prueba de significación de los promedios de la conversión alimenticia acumulada semanal cuadro 22 indican diferencia estadística entre semanas por tratamiento (T0, T1, T2 y T3)

Cuadro 22: Prueba de significación de los promedios de la conversión alimenticia acumulada para las semanas

O.M	Semanas	X	Significación
1	7	2.11150	a
2	5	2.09150	a b
3	4	2.00875	a b c
4	3	1.99100	b c
5	6	1.95925	c
6	4	1.81750	d
7	1	1.11775	e

Cuadro 23: Prueba de significación de los promedio de la conversión alimenticia acumulada para el porcentaje de PUC

O.M	(% de PUC)	X	Sig.
1	30%	2.00700	a
2	10%	1.91886	b
3	0%	1.81771	c
4	20%	1.74057	d

El cuadro 23 muestra los valores de conversión alimenticia total por tratamientos (T0, T1, T2, T3) se observa que existen diferencias

significativas. De los resultados podemos observar que la conversión alimenticia de T2 (alimento con 20% de proteínas unicelulares) con 1.74057 y T0 (Testigo sin proteínas unicelulares) con 1.81771 son los mejores resultados con respecto a T1 seguido de T3 referido a conversión alimenticia obtenida del estudio. En general la mejor conversión alimenticia con mejor eficiencia se logró en tratamiento T2.

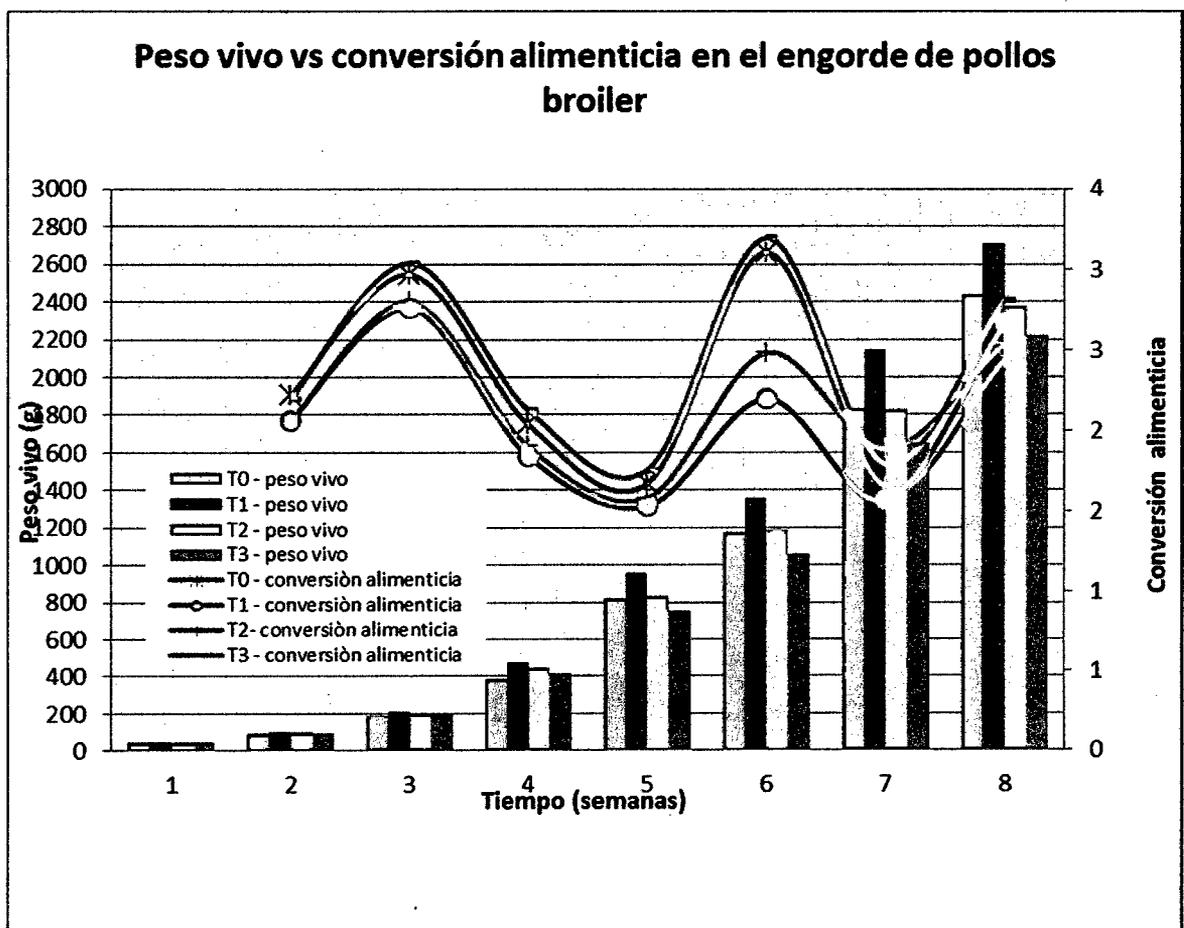


Figura 04: Combinación de peso vivo versus conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler durante 49 días.

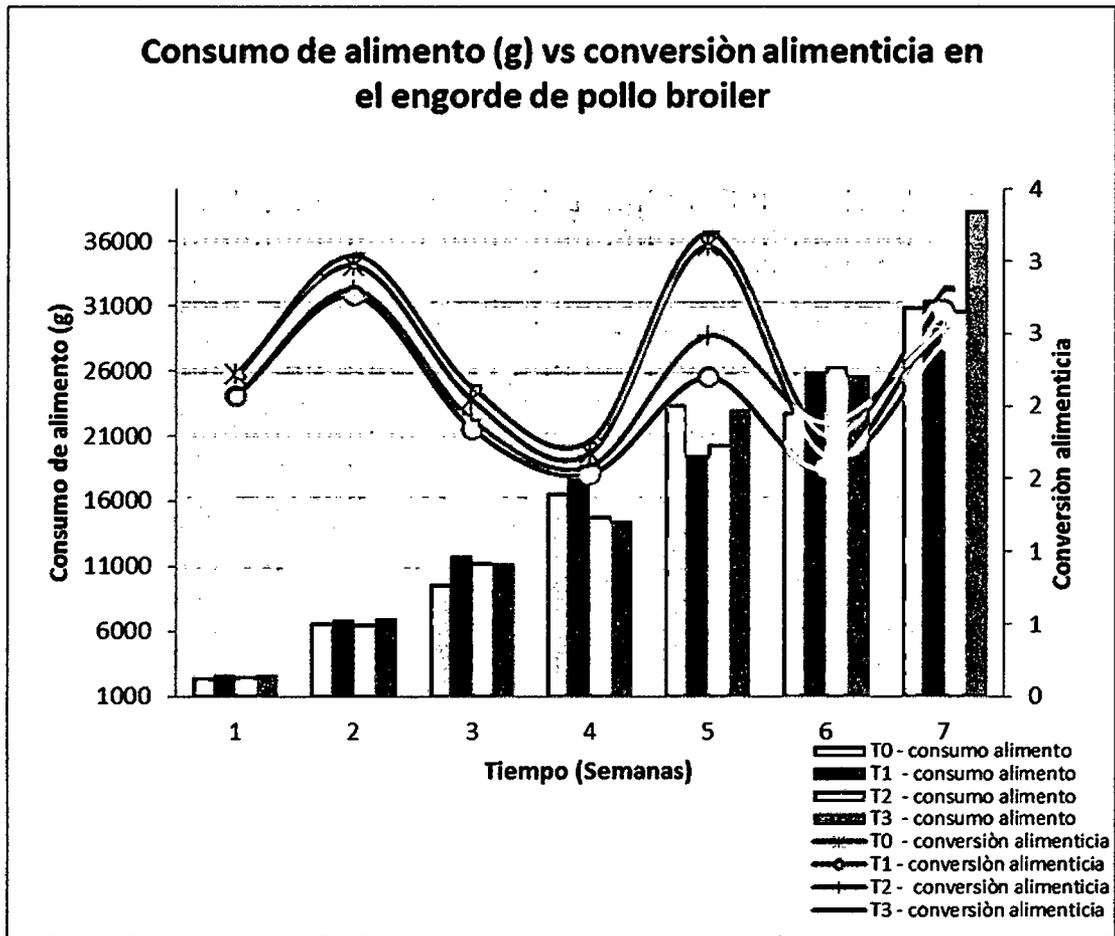


Figura 05: Combinación de consumo de alimento versus conversión alimenticia en el engorde de pollos broiler durante 49 días.

3.2.2 Índice de productividad de pollos broiler

El índice de productividad de pollos broiler hallada tal como se muestra en el cuadro 24 supera la unidad (1) considerándose que los tratamientos $T0=1.169$, $T1=1.418$ y $T2=1.142$ evaluados son considerados mejor; pero comparados entre ellos resultó mejor el T1 con 1.418 y resultando bajo el $T3=0.947$ respectivamente.

**Cuadro 24: Resultado de índice de productividad de pollos broiler
engorde por tratamiento**

Índice de productividad			
T0 (Testigo)	T1	T2	T3
1.169	1.418	1.142	0.947

Fuente: Elaboración de resultados obtenidos de la Tesis. Huancayo, 2014

Según la publicación en (**Industria Avícola Venezolana, 2010**) menciona que la productividad es mejor cuando supera la unidad (1) dando a conocer que la conversión alimenticia debe ser más eficiente, tal como se puede evidenciar en el cuadro 24.

3.2.2.1 Mortalidad

La mortalidad registrada durante el experimento fue por un mal fisiológico conocido como ascitis o “mal de altura” que normalmente se registran en la segunda semana de crianza con una ración en su contenido de más de 20% de proteína total, factor que desencadena mortalidad por insuficiencia cardiaca a causa de falta de oxígeno en nuestra zona y por el metabolismo basal acelerado que tienen estos animales de engorde, tal como lo menciona (**Mendoza, 2012**).

**Cuadro 25: Mortalidad durante el proceso de engorde de pollos
broiler**

	T0	T1	T2	T3	Total
N° muertos	3	3	2	0	8
Porcentaje (%)	12.5	12.5	8.33	0	33.3

Fuente: Elaboración de resultados obtenidos de la Tesis. Huancayo, 2014

El cuadro 25 muestra la mortalidad en porcentaje con respecto a las aves por tratamiento. El nivel de mortalidad registrada para cada tratamiento fue de 3 muertos para el T0 (testigo) y T1 (10% de inclusión de proteína unicelular) y de 2 muertos para T2 (20% de inclusión de proteína unicelular). Las causas de mortalidad diagnosticadas fueron ascitis que es un problema frecuente cuando no se considera atención en cuanto al contenido de proteína total. En el gráfico de la figura 06 se puede observar la distribución porcentual de los muertos por tratamiento. Causa de la mortalidad: mal de altura, que a la necropsia muestra signos de peri hepatitis fibrinosa. poliserositis fibrinosa , liquido ascítico en el abdomen. La mortalidad en este trabajo de investigación ocurrió entre los días N° 22 y 30. Los resultados obtenidos están por debajo de lo indicado por **(Urbaityte, 2008)**, quien menciona una mortalidad pollos de engorde de todo el lote esta desde el 5% mínimo hasta el 20% en condiciones extremas, pero difiere con **(Calnek et al., 2000)**, quien menciona que en condiciones extremas puede llegar a una mortalidad del 30%, a su

vez (Simón, 2004), señala que el “mal de altura” es una patología asociada a la baja temperatura y la menor presión de oxígeno (hipoxia) de la altura condiciones en que se realizó esta investigación.

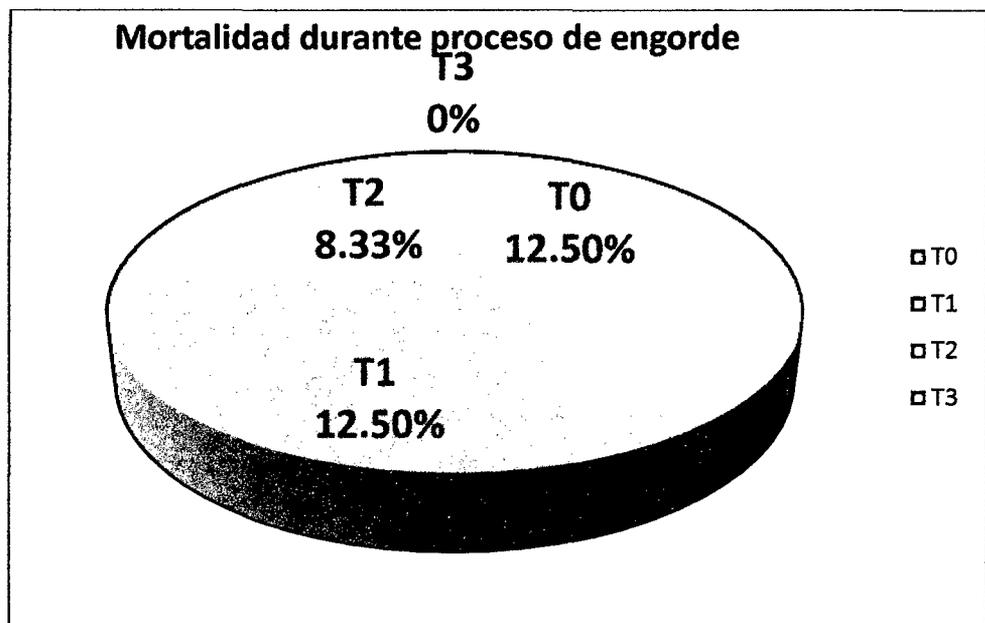


Figura 06: Mortalidad registrada durante el experimento de pollos broiler engorde durante 49 días.

3.3 EL MÉRITO ECONÓMICO SOBRE EL USO DE PROTEÍNAS UNICELULARES DE RESIDUOS DE PAPA EN LA ALIMENTACIÓN PARA EL ENGORDE DE POLLOS BROILER EN LA GRANJA AGROPECUARIA DE YAURIS DE LA UNCP

De acuerdo a lo señalado en el cuadro 26 se puede apreciar que la mejor utilidad por ave fue en el grupo alimentado con 10% de inclusión de proteína unicelular en la ración seguido por T2 de 20% PUC de inclusión tanto en etapa de inicio y acabado. Consecuentemente el mérito económico determinado para T1 fue de

22.46% seguido por el T2 con 15.38%. Por tanto, el grupo alimentado con menor nivel de proteína unicelular resultó mejor en cuanto a mérito económico.

Cuadro 26: Resultados de la evaluación de mérito económico del proceso de engorde de pollos broiler

TRATAMIENTO	T0 (Testigo)	T1	T2	T3
Merito Económico	12.44%	22.46%	15.38%	10.11%
Utilidad por ave*	1.55	2.86	1.82	1.17

Fuente: Elaboración de resultados obtenidos de la Tesis. Huancayo, 2014

Mérito económico por venta de los pollos en carne según **Waller (2007)** dice que, cuando se intenta minimizar los costos de alimentación, es muy importante considerar el efecto que esto tendría sobre el margen de beneficio, que cuando se aumentan los niveles de nutrientes, se incrementa el coste de alimentación por ave. Sin embargo, debido a la mejora en el rendimiento del ave, también aumenta el ingreso por ave y, a su vez, se mejora el margen de beneficio sobre los costes de alimentación. Es evidente que el margen máximo no se obtiene minimizando los costes de alimentación, el máximo margen se logra en aquel punto donde la diferencia entre ingresos y costos es mayor.

Cuadro 27: Resumen de los indicadores evaluados durante el experimento que tuvo una duración de 49 días

PARAMETRO	T0 (testigo)	T1	T2	T3
Viabilidad	87.50%	87.50%	91.67%	100%
Etapa de inicio	21 días	21 días	21 días	21 días
Etapa de acabado	28 días	28 días	28 días	28 días
Peso inicial	46.67 g	47.33 g	46.33 g	45.50 g
Peso final	2439.3 g	2707.1 g	2374.0 g	2221.9 g
CONSUMO DE ALIMENTO				
Inicio	0.790 kg	0.893 kg	0.854 kg	0.871 kg
Acabado	4.464 kg	4.505 kg	4.189 kg	4.230 kg
Conversión alimenticia	2.087	2.078	1.909	2.345
Índice de productividad	1.169	1.420	1.141	0.947
Merito económico	12.44%	22.46%	15.38%	10.11%

El cuadro 27 muestra el resumen de los indicadores evaluados durante el experimento por tratamiento como la mortalidad en porcentaje con respecto a las aves por tratamiento, la etapa de inicio y acabado fue igual para todos los tratamientos, los pesos promedios finales de T1 supera a T0, T2 y T3 como el consumo de alimento en la etapa de inicio y acabado indican diferencia entre tratamiento estudiados, la conversión alimenticia total por tratamientos (T0, T1, T2, T3), el índice de productividad hallada tal como se muestra supera la unidad (1) en T0, T1 y T2 y el mérito económico

determinado para T1 fue de 23.55% seguido por el T2 con 16.43%, siendo el T1 y T2 los mejores resultados en los aspectos económicos de la investigación.

CONCLUSIONES

1. Los pesos promedios de T1 supera al T0, T2 y T3 nos indican que en producción hay influencia del alimento suministrado con diferentes niveles de proteína unicelular que influenciaron en la ganancia de peso y el consumo de dietas para el experimento en la etapa de inicio fue en promedio de 852 g y para la etapa de acabado fue un promedio de 3980 g para todo el experimento respectivamente.
2. La conversión alimenticia más eficiente se logró con el tratamiento suministrado con 20% de inclusión de proteína unicelular T2 = 1.909 seguido por T1 = 2.078, T0 = 2.087 y T3 = 2.345; siendo esta variable importante para conocer el costo por kg de peso vivo, así como también cuanto de alimento consume por incrementar un kilogramo de peso vivo. El tipo de alimentación suministrada durante la etapa inicial y acabado tiene repercusión en la conversión alimenticia y mérito económico en pollos broiler
3. El índice de productividad supera la unidad (1) consecuentemente la productividad será mejor. Considerándose que los tratamientos

T0=1.169, T1=1.418 y T2=1.142 evaluados son considerados mejor; pero comparados entre ellos resultó mejor el T1 con 1.418 y resultando bajo el T3=0.947 respectivamente.

4. El mérito económico determinado para T1 fue de 22.46% seguido por el T2 con 15.38%. Por tanto T1 resultó mejor en cuanto a la retribución económica.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar proteínas unicelulares obtenidas a partir de residuos de papa fermentados por levaduras ya que permite producir pollos inocuos libres de residuos contaminantes veterinarios el cual tiene un impacto desde el punto de vista de seguridad alimentaria y salud.
2. Usar las proteínas unicelulares como insumo en la formulación de alimentos en granja a niveles de 10% a 20% por ser un probiótico que mejora el crecimiento y desarrollo de los pollos broiler en engorde.
3. Utilizar la proteína unicelular obtenida a partir de los residuos de papa picada para reducir el uso mínimo de productos veterinarios (antibióticos, hormonas, vitaminas, etc.) que son utilizados en la avicultura.
4. Realizar investigaciones similares en otras latitudes y probar niveles con fermentaciones de proteínas unicelulares en diferentes tiempos de proceso en laboratorio.
5. Formular nuevas dietas para animales menores a base de probióticos obtenidos a partir de residuos de la industria de papa picada para mitigar el impacto negativo de los desechos al medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo, (2012) Estimación del mérito económico, disponible en:
<http://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/metodos/mer.pdf>
- Arizaga, C. *et al.*, (2012) La papa como alimento funcional para pollos de engorde. Colombia.
- Bernácer, R., (2013) Comer o no comer prebióticos – probióticos. España.
- Borba, N., (2008) La papa como alimento funcional. Uruguay, disponible en :
<http://www.potato2008.org/es/lapapa/utilizacion.html>
- Calnek, L., (2000) Enfermedades de las aves, capítulo 36, ed 2.
- Castro, M y F. Rodriguez, (2005) Levaduras : probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Revista CORPOICA Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Colombia). v.6 (1) p.26-38. 0122-8706, disponible en <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=046803> .

- Castro, J. y D. Chirinos, (2008) Manual de formulación de raciones balanceadas para animales, Primera Edición E.I.R.L. Perú.
- Choi, H., y H. Park, (2003) Production of yeast biomass using waste Chinese cabbage. Biomass and Bioenergy.
- Cobb, (2005) Guía de manejo del pollo de engorde, 2005.
- Cobb Vantress, (2012) Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde cobb 500.
- Coob Vantress, (2008) Guía de manejo para el parrillero cobb 500, Lima – Perú.
- Congreso Peruano de Avicultura, (2014) Perú produce 304 millones de pollos en el primer semestre de 2014. Evento más importante de la avicultura nacional. Lima, Perú.
- Chacón, A., (2004) Perspectivas actuales de la proteína unicelular (SCP) en la agricultura y la industria - Agronomía Mesoamericana, disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v15n01_093.pdf
- Díaz, S. y M. Gualtieri, (2003) Producción de proteína unicelular a partir de desechos de vinaza, Revista de Farmacia, disponible en: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/23849/1/maryori_diaz.pdf
- Ferrer, J. R.; Davalillo, Y.; Chandler, C.; Páez, G.; Mármol, Z. y E. Ramones, (2004) Producción de proteína microbiana a partir de desechos del

procesamiento de la caña de azúcar (bagacillo). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.

Gamarra, N, y M. Mendoza, (2013) Producción de proteínas unicelulares de *Saccharomyces cerevisiae* a partir de residuos de cascara y almidón de papa picada para pollería. Trabajo de Investigación. Oficina General de Investigación de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Gómez, S.; Cuevas, A.; Coello, C.; y E. Ávila, (2011) Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo–soya con distintos porcentajes de proteína. México.

GORSAC (2012) Manual de manejo de Granjas Orihuela SAC. Chanchamayo – Perú.

Gualtieri, M. y A. Crispín (2003) Producción de proteína unicelular de levaduras crecidas en desechos de harina de maíz precocida (*Zea mays*). Revista de la Facultad de Farmacia.

Hernández, S. *et al.*, (1994) Metodología de la investigación, México.

Industria Avícola Venezolana, (2010) Criterios para determinar la eficiencia en pollos de engorde. Portal para la integración de la Industria Avícola Venezolana. Fuente: Equipo de Redacción. Manual Orientativo. Caracas, Venezuela, disponible en: www.industriavicola.com

Medina, N; González, A.; Daza S.; Restrepo, O. y R. Barahona, (2014) Desempeño productivo de pollos de engorde suplementados con

biomasa de *Saccharomyces cerevisiae* derivada de la fermentación de residuos de banano. Colombia, disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/rfmvz.v61n3.46873>

Mendoza, M., (2006) Nutrición animal. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Zootecnia. Huancayo

Mendoza, M., (2012) Manejo intensivo del pollo broiler. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Zootecnia. Centro de Producción e Investigación de Yauris - Huancayo.

Ministerio de Agricultura (MINAG) 2013, Situación de las actividades de crianza y producción. Perú, disponible en: <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria>.

Ministerio de agricultura (Minagri) 2014, consumo anual de la papa. Perú, disponible en: <http://semanaeconomica.com/article/extractivos/agropecuario/137475-minagri-consumo-anual-de-papa-per-capita-aumento-a-85-kilos/>

Parajó, J. C.; Santos, V.; Domínguez, H. y M. Vázquez, (2000) Protein concentrates from yeast cultured in wood hydrolysates. Food Chemistry, (53) 157-163.

Pedraza, G., (2003) Aplicación de la biotecnología apropiada para la producción de proteína unicelular a partir de spirulina máxima, disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/simbiosis/proyectos/spirulina.htm>.

Peralta, M. y R. Miazzo, (2008) Levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de pollos de, Unidad de Investigación Aviar. Argentina.

Pérez, C., (2008) La levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación animal. Aplicaciones Biológicas a la Nutrición, disponible en:

http://www.abnspain.com/images/stories/La_levadura_de_cerveza_Saccharomyces_cerevisiae_en_alimentacion_animal_v1.6.pdf

Ramos, L. B.; Parra, C. y A. García, (2000) Formulación de medios de cultivo a partir de residuos agro industriales. Optimización del crecimiento de *Candida utilis* en residuos de la industria azucarera. Centro Azúcar, (3) 9-20

Ronchi, C.; Tepper R.; y A. Veiga, (2012) Utilización de enzimas, prebióticos y probióticos en la alimentación animal. Alltech Latinoamérica. Boletín Informativo SENASA.

Rostagno, H. et al., (2011) Composición de alimentos y exigencias nutricionales, Brasil.

Rosero, J.; Guzmán, E.; y F. Lopez, (2011) Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde cobb 500 y ross 308. Colombia.

Simón, P., (2002) Hipertensión pulmonar en la presentación del síndrome ascítico en los pollos de engorda Broilers Canadá.

Urbaityte, A., (2008) Sistemas De Producción Avícola. Clases Programa curricular Zootecnia. Universidad Nacional Sede Palmira. Venezuela.

Técnica Avícola, (2000) The Water Restriction Influence on Broiler Performance And Organ Development Of Broilers.

Venturino, J., (2004) Manejo de pollos parrilleros, industria avícola.

Waller, A., (2007) La producción de broilers desde el punto de vista económico. Gerente de Servicios de Nutrición de Aviagen Ltd en Europa. *Reproducido por cortesía de Poultry Internacional.*

ANEXOS

ANEXO 01

Registros utilizados en la toma de información del experimento de pollos engorde con suplemento de proteínas unicelulares

Registros de consumo de alimento:

TRATAMIENTO	Alimento suministrado(kg)	Alimento sobrante(kg)	Alimento consumido (kg) = alimento suministrado – alimento sobrante
T0			
T1			
T2			
T3			

Registros de evaluación de conversión alimenticia

TRATAMIENTO	kg. Alimento consumido (Promedio)	kg. Peso vivo obtenido (Promedio)	C.A = kg. Alimento consumido / kg. Peso vivo obtenido (promedio)
T0			
T1			
T2			
T3			

Registros de evaluación de Ganancia de peso vivo

TRATAMIENTO	Peso inicial promedio (gr)	Peso final promedio (gr)	Ganancia de peso vivo (g) = Peso final promedio (g) – Peso inicial promedio (g)
T0			
T1			
T2			
T3			

ANEXO 02

Resultado análisis proximal de las proteínas unicelulares 2013

N° muestras	Humedad	Materia seca	Ceniza	Extracto etéreo	Proteína	Fibra
1.- Sustrato de papa	71.1%	28.9%	6.0%	1.0%	2.4%	1.0%
2.- Control	78.4%	21.6%	5.0%	0.5%	2.8%	0.0%
3.- 37.5 ml (I) 48 h	86.4%	13.6%	10.0%	0.5%	5.3%	2.0%
4.- 37.5 ml (I) 72 h	85.6%	14.4%	10.0%	0.5%	5.6%	-3.0%
5.- 50 ml (I) 48 h	86.7%	13.3%	10.0%	0.5%	5.9%	1.0%
6.- 50 ml (I) 72 h	84.6%	15.4%	8.0%	0.5%	5.0%	-1.0%

ANEXO 03

Resultado análisis proximal de alimento utilizado 2014

N° de muestras	Humedad	M. seca	Ceniza	Ext. Etéreo	Proteína	Fibra
INICIO hasta los 21 días	7.8%	92.2%	6.0%	6.5%	18.9%	3.0%
CRECIMIENTO 22- 49 días					16.0%	
Análisis de proteína de las proteínas unicelulares con diferente tiempo de fermentación						
48 h					7.7 %	
72 h					7.3 %	
96 h					6.8 %	

ANEXO 04

Fórmula alimenticia elaborada en granja para etapa de inicio

Ingredientes + % inclusión	% inclusión	Energ. Metab.	Proteína cruda	% Lisina
Maíz amarillo	60.0	2019.60	5.3400	0.1320
Polvillo de arroz	4.0	72.00	0.6400	0.0240
Afrechillo	4.0	136.68	0.4720	0.0200
Torta de soya	22.0	532.40	9.2400	0.5940
Harina de pescado	8.5	244.80	5.6100	0.4165
(Bicarbonato de Ca)	0.5			
Pecutrin	1.0			
TOTAL	100	3005.5	21.302	1.1865

ANEXO 05

Consumo de alimento semanal (g) promedio por etapa y tratamiento

Semana	T0	T1	T2	T3
1	2512	2710	2548	2706
2	6764	6940	6648	6992
3	9690	11784	11294	11212
sub total inicio	18966	21434	20490	20910
4	16589.46	17790.00	14820.00	14500
5	23391.88	19468.03	20327.99	23020
6	22838.67	25909.80	26340.00	25626
7	30916.67	31444.00	30679.00	38420
sub total acabado	93736.67	94611.83	92166.99	101566.00
TOTAL	112702.67	116045.83	112656.99	122476.00

El uso de Proteína Celular (PUC) ha sido utilizado como suplementos en el alimento formulado en la etapa de inicio y acabado. Considerando que la PUC es un probiótico. Utilizados en 10, 20,30% POR CADA TRATAMIENTO.

ANEXO 06

Consumo de agua acumulado

Análisis de varianza de consumo de agua acumulado

F de V	GL	SC	CM	Fc	Prob	Sig
(% de PUC)	3	773.2212	257.7404	4.82	0.0124	*
Semanas	6	165163.511	27527.2518	514.46	<0.0001	**
Error	18	963.1218	53.5068			
Total	27	166899.854				

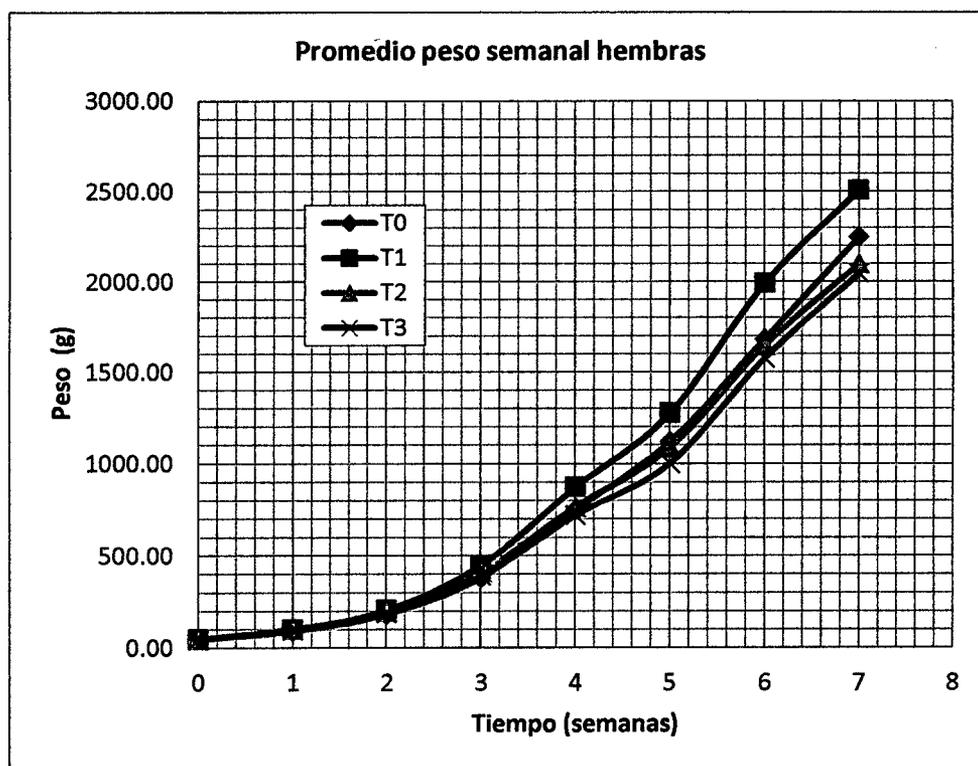
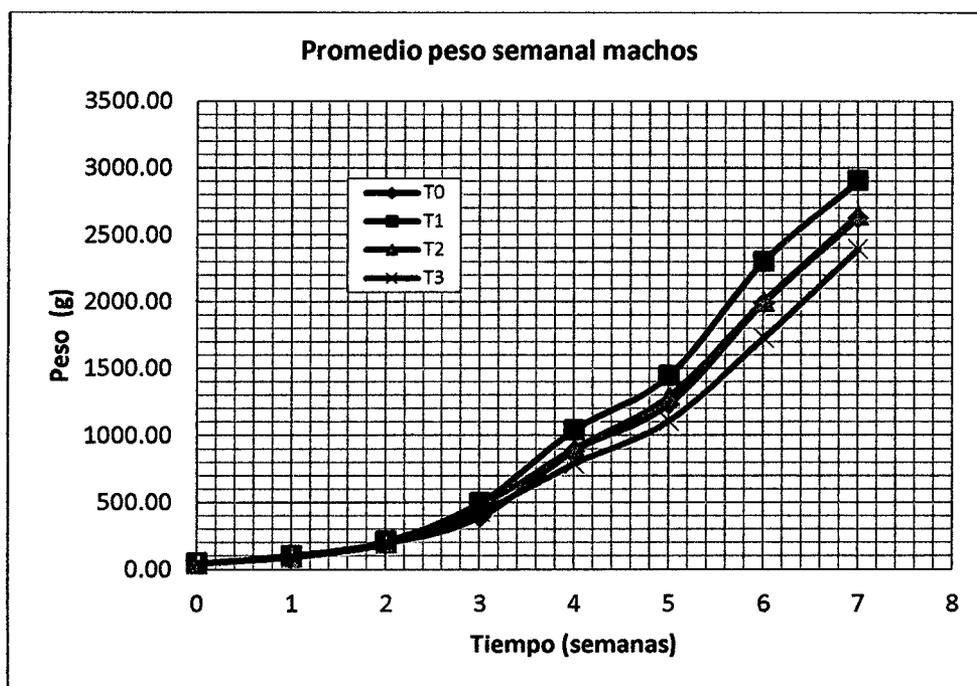
S	7.314832	C.V	7.84%
\bar{X}	93.2625	R ²	0.994229

Prueba de significación de consumo de agua, según Duncan.

O.M	(% de PUC)	\bar{X} (g)	Sig.	
1	T3	99.750	a	
2	T1	95.331	a	
3	T2	92.691	a	b
4	T0	85.277		b

ANEXO 07

Promedio de peso semanal machos y hembras



ANEXO 08**Resumen de consumo de alimento (g), peso vivo (g) y conversión
alimenticia**

	1	2	3	4	5	6	7
Consumo Alimento - T0	2512.0	6764.0	9690.0	16589.5	23391.9	22838.7	30916.7
Consumo Alimento - T1	2710.0	6940.0	11784.0	17790.0	19468.0	25909.8	31444.0
Consumo Alimento - T2	2548.0	6648.0	11294.0	14820.0	20327.9	26340.0	30679.0
Consumo Alimento - T3	2706.0	6992.0	11212.0	14500.0	23020.0	25626.0	38420.0
PESO V. - T0	93.83	188.83	386.83	818.04	1177.00	1836.50	2439.31
PESO V. - T1	102.00	206.83	473.50	957.29	1360.00	2146.00	2707.16
PESO V. - T2	97.83	196.83	444.33	834.42	1190.58	1825.59	2374.00
PESO V. - T3	96.83	192.67	412.17	755.83	1056.08	1652.17	2221.96
CONV.ALIM. T0	1.115	2.967	2.039	1.673	3.103	1.649	2.442
CONV.ALIM. T1	1.107	2.758	1.841	1.532	2.197	1.570	2.668
CONV.ALIM. T2	1.085	2.798	1.901	1.583	2.481	1.885	2.543
CONV.ALIM. T3	1.164	3.040	2.128	1.758	3.195	1.791	2.810

ANEXO 09

Datos utilizados en el cálculo del mérito económico

EVALUACION ECONOMICA			T0		T1		T2		T3	
DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD	COSTO TOTAL S/.						
INGRESOS:										
Venta de pollos (peso vivo)	Kg	5.75	51.24	294.63	56.91	327.23	52.14	299.80	53.28	306.36
TOTAL DE INGRESOS				294.63		327.23		299.81		306.36
GASTOS:										
GASTOS EN LA COMPRA DE POLLOS BB	Unidad	1.4	24	33.6	24	33.6	24	33.6	24	33.60
GASTOS EN ALIMENTOS:						0				
Etapas de Inicio	Kg	1.75	19.0	33.20	19.3	33.757	16.4	28.68	14.6	25.62
Etapas de Acabado	Kg	2	93.7	187.48	85.2	170.3	73.7	147.46	71.1	142.20
Cantidad de Proteinas utilizadas	Kg	1.88			11.6	21.808	22.53	42.356 4	36.74	69.07
GASTOS EN MEDICAMENTOS:										
Antibioticos, Vitaminas y Biologicos	Unidad	1.5	2	3.00	2	3.00	2	3.00	2	3.00
GASTOS EN COMBUSTIBLES	Unidad	12	0.2	2.40	0.2	2.4	0.2	2.40	0.2	2.40
GASTOS EN MANO DE OBRA	Dia	0.098	24	2.352	24	2.352	24	2.352	24	2.352
TOTAL DE GASTOS				262.03		267.22		259.85		278.24
UTILIDAD				36.60		60.02		39.25		28.12
UTILIDAD/PERDIDA POR AVE				1.55		2.86		1.82		1.17
MERITO ECONOMICO				12.44%		22.46%		15.38%		10.11%

*Costo mano de obra para una explotación semi-comercial (1 obrero por 25000 broiler)

ANEXO 10

Consumo de alimento (g), peso vivo promedio (g) y conversión alimenticia semanal

SEMANA	T0			T1			T2			T3		
	CONSUMO DE ALIMENTO	PESO VIVO ACUMULADO	CONV.ALIMEN. ACUMULADO	CONSUMO DE ALIMENTO	PESO VIVO ACUMULADO	CONV.ALIMEN. ACUMULADO	CONSUMO DE ALIMENTO	PESO VIVO ACUMULADO	CONV.ALIMEN. ACUMULADO	CONSUMO DE ALIMENTO	PESO VIVO ACUMULADO	CONV.ALIMEN. ACUMULADO
1	2512.000	93.830	1.115	2710.000	102.000	1.107	2548.000	97.830	1.085	2706.000	96.830	1.164
2	6764.000	95.000	2.967	6940.000	104.833	2.758	6648.000	99.000	2.798	6992.000	95.833	3.040
3	9690.000	198.000	2.039	11784.000	266.667	1.841	11294.000	247.500	1.901	11212.000	219.500	2.128
4	16589.463	431.208	1.673	17790.000	483.792	1.532	14820.000	390.083	1.583	14500.000	343.667	1.758
5	23391.879	358.958	3.103	19468.033	402.708	2.197	20327.992	356.167	2.481	23020.000	300.250	3.195
6	22838.667	659.500	1.649	25909.800	786.000	1.570	26340.000	635.008	1.885	25626.000	596.083	1.791
7	30916.667	602.809	2.442	31444.000	561.164	2.668	30679.000	548.409	2.543	38420.000	569.792	2.810

ANEXO 11

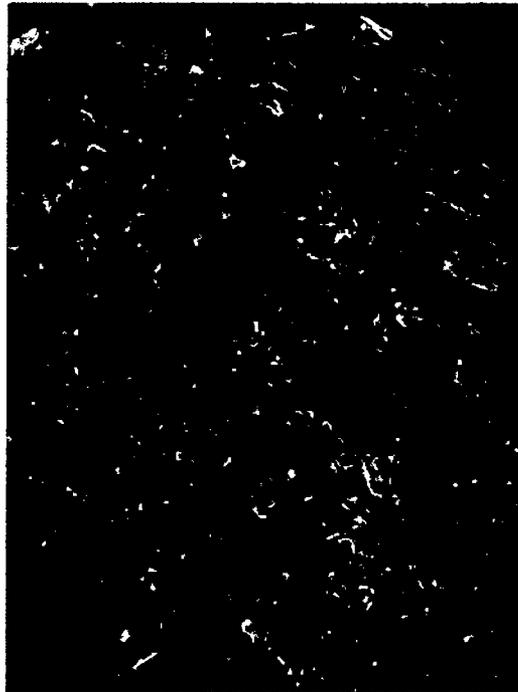
Galería de fotos



Vista panorámica de la Granja Agropecuaria de Yauris – UNCP.



Vista: Incubación para la obtención de proteínas unicelulares en sustrato de residuos de papa picada.



Vista: Proteína unicelular lista para moler y suplementar en la alimentación de los pollos broiler engorde



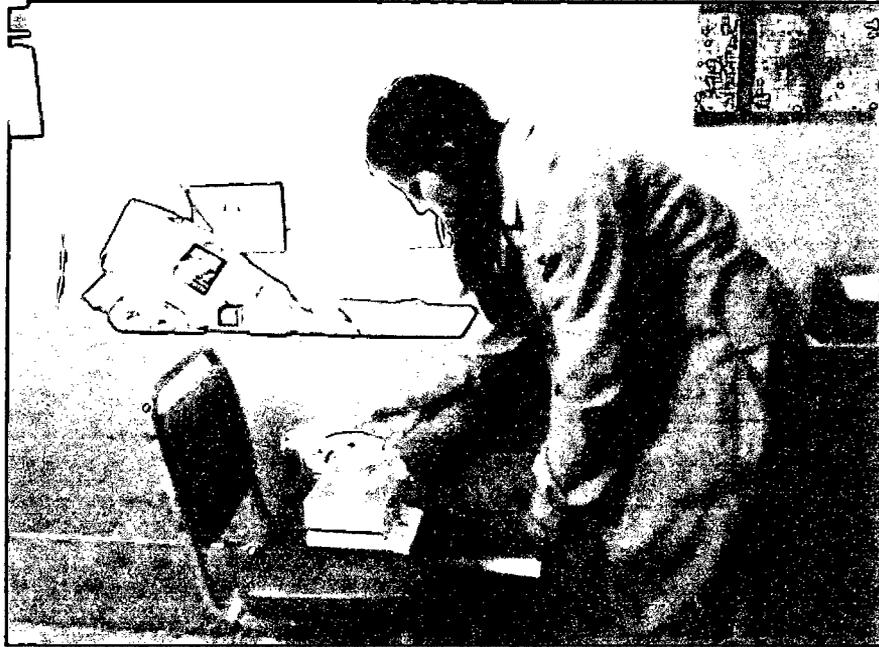
Vista: Producto final de proteína unicelular utilizada en el experimento
(Composición química 7.7 % de proteína total en base seca)



Vista: Alimento comercial en masa ("harina") para la etapa de inicio y acabado que incluye proteínas unicelulares.



Vista: Pesaje de los pollitos BB Cobb-500 a llegada de galpón



Vista: Control de peso de los pollos broiler.



Vista: Pollos broiler de 21 días de edad



Vista: Pollos broiler hembras de 49 días de edad



Vista: Pollos broiler machos de 49 días de edad.