



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



CONSTANCIA DE REVISIÓN

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud a la Tesis cuyo título es:

“Evaluación de granos de trigo en la dieta sobre la respuesta productiva de pollos en fase de acabado.”

presentado por:

ELVIRA ISAMAR REYNOSO LLANOS

Estudiante del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**. El resultado obtenido es 15% por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones: Ninguna

Ica, 28 de mayo del 2025

.....
Dra. María Emilia Dávalos Almeyda
Directora de Unidad de Investigación
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“Evaluación de granos de trigo en la dieta sobre la respuesta productiva de pollos en fase de acabado”

Línea de investigación de la Universidad:

Salud pública y conservación del medio ambiente

**INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

AUTOR

ELVIRA ISAMAR REYNOSO LLANOS

ASESOR

ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD.

ICA, Perú

2025

DEDICATORIA

A:

Mi madre EMPERATRIZ LLANOS, por el amor y la paciencia, y por su apoyo en cada momento de mi vida.

Mi padre LUIS OCARES y mis Hnos. CARLOS y LUIS por apoyarme en seguir creciendo profesionalmente.

Mi hijo FERNANDO por ser mi compañero y mi impulso en cada proyecto de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

*Al ING. ELIAS SALVADOR TASAYCO, mi asesor por su apoyo en el desarrollo de este
proyecto de investigación.*

INDICE DE CONTENIDOS

	Títulos y subtítulos	Pág.
	Dedicatoria	ii
	Agradecimiento	iii
	Índice de contenidos	iv
	Índice de tablas	vi
	Índice de figuras	vii
	Índice de anexos	viii
	Resumen	ix
	Abstract	x
I	Introducción	11
II	Estrategia metodológica	16
	2.1 Nivel y tipo de investigación	16
	2.2 Lugar y fecha de ejecución del experimento	16
	2.3 Localización geográfica y meteorológica	16
	2.4 Tratamientos experimentales	16
	2.5 Variables de evaluación	16
	2.6 Diseño estadístico de la investigación	18
	2.7 Instalaciones y tamaño de muestra	18

2.8	Técnicas e instrumento de recolección de datos	19
2.9	Materiales y equipo	19
2.10	Alimentación y formulación de las dietas	19
2.11	Programa sanitario y de manejo	20
2.12	Análisis estadístico	20
III	Resultados	22
IV	Discusión	27
V	Conclusiones	31
VI	Recomendaciones	32
VII	Referencias bibliográficas	33
VIII	Anexos	37

INDICE DE TABLAS

Nº		Pág.
01	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el peso vivo de pollos de engorde en la fase de acabado	22
02	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la ganancia de peso vivo (GPV) de pollos de engorde en la fase de acabado	22
03	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el consumo de alimento (CA) de pollos de engorde en la fase de acabado	23
04	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos de engorde en la fase de acabado	23
05	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la relación de eficiencia proteica (PER) de pollos de engorde en la fase de acabado	24
06	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la conversión calórica (CC) de pollos de engorde en la fase de acabado	24
07	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre uniformidad de peso vivo y rendimiento de carcasa de pollos de engorde en la fase de acabado	25
08	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre peso relativo de grasa abdominal (PR grasa abdominal) y peso relativo de molleja (PR molleja) de pollos de engorde en la fase de acabado	25
09	Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre costo de alimentación (CA), margen económico (ME) y retribución económica (RE) de pollos de engorde en la fase de acabado	26

INDICE DE FOTOS

Nº		Pág.
01	Galpón experimental	64
02	Recolección de datos (pesos)	65
03	Distribución según tratamiento y repeticiones	65
04	Fase final del proyecto	65
05	Evaluación de grasa abdominal y molleja	66

INDICE DE ANEXOS

Nº		Pág.
8.1	Resultado de análisis estadístico	37
8.2	Fórmulas de las dietas utilizadas	52
8.3	Fotos del desarrollo del experimento	64

RESUMEN

“Evaluación de granos de trigo en la dieta sobre la respuesta productiva de pollos en fase de acabado”

INTRODUCCIÓN: un aspecto importante en la nutrición de pollos de engorde esta referido a la granulometría del alimento, que tiene un efecto benéfico en la digestión del alimento. Generalmente se utilizan dietas peletizadas. Sin embargo, en dietas tipo harina cruda el tamaño de las partículas es menor que el peletizado. Por lo que se requiere evaluar estrategias para mejorar la granulometría del alimento en la fase de acabado. La utilización de granos de cereales entero como el trigo mejora la granulometría del alimento y podría ser una alternativa para mejorar la respuesta productiva de los pollos de engorde en la fase de acabado. **OBJETIVO:** evaluar el efecto de la inclusión de grano de trigo entero en la dieta sobre la respuesta productiva, peso relativo de órganos y margen sobre costo de alimentación de pollos de engorde macho en la fase de acabado de 28 a 35 días de edad. **MÉTODOS:** de un lote de 200 pollos de sexo machos de la línea Cobb 500, a los 28 días de edad, se seleccionaron 80 pollos de engorde. Se establecieron 4 dietas como tratamientos: testigo, sin inclusión de grano de trigo (T-1), 5% (T-2), 10% (T-3) y 15% de inclusión de grano de trigo entero (T-4). Los tratamientos fueron asignados aleatoriamente bajo un diseño de bloques completamente al azar. Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica, conversión calórica, peso relativo de órganos, costo de alimentación, margen y retribución económica **RESULTADOS:** la inclusión de grano de trigo entero afectó significativamente ($P < 0.05$) el peso vivo, ganancia de peso, consumo, conversión alimenticia, eficiencia proteica, conversión calórica. El margen económico fue más alto con la inclusión de granos de trigo. **CONCLUSIÓN:** la inclusión de 15% de grano de trigo entero en la dieta mejora la respuesta productiva y mejora el costo de alimentación y margen económico en la fase de acabado.

Palabras claves: pollos, dieta, peso vivo, grano trigo, fase acabado

ABSTRACT

“Evaluation of wheat grains in the diet on the productive response of chickens in the finishing phase”

INTRODUCTION: An important aspect in the nutrition of broiler chickens is related to the feed granulometry, which has a beneficial effect on feed digestion. Pelletized diets are generally used. However, in raw meal type diets the particle size is smaller than in pelleted diets. Therefore, it is necessary to evaluate strategies to improve feed granulometry in the finishing phase. The use of whole cereal grains such as wheat improves feed granulometry and could be an alternative to improve the productive response of broiler chickens in the finishing phase. **OBJECTIVE:** evaluating the effect of the inclusion of whole wheat grain in the diet on the productive response, relative organ weight and margin on feed cost of male broiler chickens in the finishing phase from 28 to 35 days of age. **METHODS:** 80 broiler chickens were selected from a batch of 200 male Cobb 500 chickens at 28 days of age. Four diets were established as treatments: control, without inclusion of wheat grain (T-1), 5% (T-2), 10% (T-3) and 15% inclusion of whole wheat grain (T-4). The treatments were randomly assigned under a completely randomized block design. Each treatment had 4 replications, giving a total of 16 experimental units. The variables of live weight, weight gain, feed intake, feed conversion, protein efficiency ratio, caloric conversion, relative organ weight, feed cost, margin and economic return were evaluated. **RESULTS:** the inclusion of whole wheat grain significantly affected ($P < 0.05$) live weight, weight gain, intake, feed conversion, protein efficiency, caloric conversion. The economic margin was higher with the inclusion of wheat grains. **CONCLUSION:** the inclusion of 15% of whole wheat grain in the diet improves the productive response and improves the feed cost and economic margin in the finishing phase.

Keywords: chickens, diet, live weight, wheat grain, finishing phase

I. INTRODUCCION

El tema de costo de la dieta y más aún el costo de alimentación por Kg de pollo, siempre ha sido un punto crítico en la Avicultura. Un buen costo se sostiene por una mejor eficiencia de utilización del alimento. En este enfoque, la granulometría de la dieta está relacionada con el desarrollo y actividad de la molleja que permite esta mejor utilización. Actualmente, bajo nuestras condiciones, a nivel de campo, se utilizan alimentos tipo harina, y a la vez es frecuente encontrar bajo tamaño y peso relativo de mollejas, lo que trae como consecuencia una reducción de la digestión y eficiencias que conduce a una reducción de rentabilidad.

El ave es granívora por naturaleza, sin embargo, bajo condiciones comerciales no se considera la granulometría adecuada. En algunos casos cuando se utiliza alimento peletizado, la molienda de los cereales como el maíz es muy fina, por lo que no estimula al proceso mecánico de digestión de la molleja.

La formulación de dietas balanceadas para pollos en las fases de acabado (28-42 días de edad), consideran los requerimientos energéticos y nutricionales recomendadas por la línea genética (Guía comercial). Sin embargo, no existen recomendaciones sobre granulometría y/o uso de proporciones de granos enteros de cereales en estas dietas.

La forma del alimento y el tamaño de las partículas de los cereales requieren una gran atención cuando se produce el alimento para pollos. Hoy en día, los molinos de alimentos comerciales producen diferentes formas de alimentación para aves de corral a diferentes edades (1).

Los pollos de engorde alimentados con dietas de trigo integral tenían el mismo peso de mercado y la misma conversión alimenticia que las aves alimentadas con dietas de trigo peletizado (2).

Por otro lado, en el tema de costo de la preparación del alimento también es de interés. La reducción del tamaño de partícula de alimento es el segundo costo de energía más grande después de la peletización en la fabricación de alimentos para pollos de engorde (3). Debido a que la disminución de las partículas de alimentación a un tamaño más fino requiere un mayor uso de energía, cualquier reducción en el consumo de energía utilizada para la molienda reducirá significativamente el costo de fabricación de la alimentación (4).

La molleja es un órgano dinámico que responde rápidamente a los cambios en la dieta (5). El efecto beneficioso de los ingredientes gruesos se ha relacionado con una molleja más desarrollada que asegura una molienda completa y un flujo de alimentación bien regulado y la secreción de jugos digestivos (6).

El aumento en el tamaño de la molleja es una consecuencia lógica de la inclusión de partículas más grandes y altas fibras debido al efecto estimulante de la mayor actividad de molienda necesaria para la reducción del tamaño de partícula (7). La reducción del peso de la molleja podría ser atribuible a la falta de estimulación mecánica por la alimentación.

Los efectos fisiológicos asociados con una molleja bien desarrollada incluyen aumento de la motilidad intestinal y peristalsis inversa (5). A este nivel hay una retención más prolongada de la fracción de fibra insoluble gruesa (8). Se espera que una molleja desarrollada aumente la digestibilidad de los nutrientes mediante una retención más prolongada y una trituración y mezcla de digesto más eficientes (9) (7). Además, retiene selectivamente partículas alimenticias de diferentes tamaños y luego se libera gradualmente para la digestión (10).

La alimentación con granos integrales tiene un efecto indirecto sobre la reducción de muchas enfermedades entéricas en las aves de corral. Esto puede deberse a la capacidad de los granos integrales para aumentar el tamaño de la molleja, que puede tener un efecto antimicrobiano (11).

Cumming (12) informó que la alimentación con granos enteros disminuyó la producción de oocistos y disminuyó la mortalidad cuando los pollos se infectaron con una sola dosis mixta de *Eimeria tenella* (70%), *E. acervulina* (20%) y *E. maxima* (10%).

Los hidratos de carbono constituyen hasta el 80% de la materia seca total del grano de trigo y la variación en su composición tiene un gran efecto sobre el valor nutricional del trigo. El almidón es el polisacárido predominante (del 59 al 73%), los polisacáridos restantes (celulosa, hemicelulosas y pentosanos) están presentes en cantidades menores (del 8 al 15%). Los carbohidratos solubles también están presentes en pequeñas cantidades; monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa); disacáridos (sacarosa y maltosa), trisacáridos (glucodifrutosa y rafinosa) y otros oligosacáridos (glucofructanos) (13).

El término polisacáridos no amiláceos (NSP) cubre una gran variedad de moléculas de polisacáridos excluyendo los α -glucanos (almidón). Los polisacáridos no amiláceos en los cereales son predominantemente arabinoxilanos (pentosanos), β -glucanos y celulosa. El contenido de Arabinoxilanos en el grano de trigo oscila entre 5.68 y 8% de la MS, de los cuales 1.8% de MS son solubles. La cantidad de β -glucanos es muy baja (0,8% de la MS como promedio) y la cantidad de celulosa insoluble es de 2% de la MS como promedio (13).

Se ha postulado que una relación apropiada entre las fracciones de NSP soluble e insoluble puede ser importante para reducir el efecto negativo de los NSP solubles (14). Aunque el mecanismo exacto por el cual los NSP insoluble mejora la digestibilidad de los nutrientes no se conoce bien, parece estar relacionado con su función como modulador de la velocidad de paso de la digesta (10).

Un estudio con pollos de engorde (de 21 a 30 días de edad) se les ofreció dietas completas que incluían muestras de trigo a 55 o 70% de origen diferente y que se cultivaron en diferentes condiciones. Se midieron la digestibilidad del almidón ileal y fecal, la tasa de digestión del almidón, la energía metabolizable corregida con nitrógeno y el rendimiento animal. Los resultados sugieren que el almidón y la proteína cruda son las principales variables que afectan de manera positiva y negativa, respectivamente, el valor nutritivo del trigo para los pollos de engorde. Los diferentes factores estudiados en las muestras de trigo influyeron tanto en las propiedades físico-químicas como en la energía metabolizable corregida con nitrógeno del trigo, pero no en la digestibilidad del almidón ileal y fecal. El uso de enzimas de degradación de NSP aumentó la digestibilidad de los nutrientes y la energía metabolizable corregida con nitrógeno, pero no eliminó las diferencias entre los cultivares de trigo. Experimentos posteriores demostraron que el aumento en el contenido de proteína cruda del trigo mediante la fertilización con nitrógeno del cultivo no tuvo ningún efecto en la tasa de digestión del almidón. Las muestras de trigo difirieron en la tasa de digestión del almidón, pero no pudieron clasificarse según el nombre del cultivar solo porque el origen del cultivar también afectó la tasa de digestión del almidón. El rendimiento animal se vio afectado por la tasa de digestión del almidón de trigo y hubo un rango estrecho en el que se maximizó el rendimiento animal. Se concluyó que la variabilidad en la utilización nutritiva del trigo se ve afectada principalmente por la tasa de digestión del almidón más que por su digestibilidad total del almidón (13).

Benett et al. (15), llevaron a cabo un experimento para determinar el efecto de la forma de grano (entero, molido o peletizado) sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde. En el primer ensayo, seis regímenes compararon a la alimentación de trigo entero: 1) 0% de la dieta para todo el ensayo (0 a 48 d); 2) 5% a 6 d, 20% a 13 d, 35% a los 27 d; 3) 5% a 6 d, 35% a 13 d, 50% a 27 d; 4) 5% a 0 d, 20% a 6 d, 35% a 13 d, 50% a 27 d; 5) 5% a 6 d, 50% a 13 d, 65% a los 27 d; y 6) 5% a 0 d, 20% a 6 d, 50% a 13 d, 65% a 27 d. Cada régimen de alimentación se replicó con peletizado al vapor y suplementos molidos. Ninguno de los alimentos se diluyó. La segunda prueba fue similar, excepto que se alimentó con cebada entera en lugar de trigo entero. La alimentación con suplementos molidos disminuyó el crecimiento en todas las edades y redujeron la mortalidad causada por el síndrome de muerte súbita y la ascitis más la insuficiencia cardíaca derecha. La relación alimento: ganancia acumulada se incrementó al alimentar con los suplementos molidos en el Ensayo 1. El aumento de peso total no se vio afectado por la alimentación del trigo integral, pero disminuyó en la mayoría de los niveles de la cebada entera. Las dietas integrales aumentaron la relación alimento: ganancia acumulada. La alimentación con trigo integral disminuyó los problemas esqueléticos. Las dietas integrales aumentaron el tamaño de la molleja, pero no alteraron el rendimiento de la carcasa. La alimentación con granos

integrales y suplementos molidos causó al menos una pérdida temporal en la tasa de crecimiento y la eficiencia de la alimentación, pero en algunos casos mejoró la salud de las aves.

Biggs and Parsons (16), realizaron cinco experimentos para evaluar los efectos del trigo integral, el sorgo entero o la cebada entera sobre la digestibilidad de los nutrientes, el crecimiento y las concentraciones cecales de ácidos grasos de cadena corta cuando se complementan principalmente a expensas del maíz en dietas control de maíz molido y harina de soya. Los primeros 4 experimentos utilizaron pollos machos New Hampshire × Columbian. En los primeros 2 experimentos, la alimentación con 5, 10, 15 o 20% de trigo integral no tuvo ningún efecto en el rendimiento del crecimiento a los 21 días cuando se comparó con los pollos alimentados con la dieta control. El tercer experimento probó 20, 35 y 50% de trigo integral alimentado de 0 a 21 días de edad y mostró que una dieta de 50% de trigo integral disminuyó ($P < 0.05$) el crecimiento en 21 días y la eficiencia alimenticia en comparación con los pollos alimentados con el control dieta. En el experimento 4, 10 y 20% de sorgo entero redujeron ($P < 0.05$) el crecimiento a 21 d, mientras que los pollos alimentados con 10 y 20% de cebada entera tuvieron aumentos de peso similares a los pollos alimentados con una dieta de maíz molido y harina de soya. El quinto experimento con pollos de engorde machos Ross × Ross comerciales se evaluó 10 y 20% de sorgo entero o cebada entera y 20 y 35% de trigo integral. El crecimiento a los 21 d no se vio afectado por ningún tratamiento dietético. La eficiencia alimenticia disminuyó ($P < 0.05$) a los 21 días con un 20% de trigo integral y mejoró ($P < 0.05$) con un 10% de cebada entera. Alimentar a los pollos con granos enteros dio como resultado un aumento en el peso de la molleja, incluso a los 7 d, en todos los experimentos. Los pollos alimentados con dietas que contenían de 10 a 20% de trigo integral generalmente tenían valores de EMn incrementados a los 3 a 4, 7, 14 y 21 días y también tenían una mayor digestibilidad de aminoácidos a los 21 días en un experimento. A los 21 días, el pH cecal y las concentraciones de ácidos grasos de cadena corta en todos los experimentos no se vieron afectados al alimentar a los pollos con granos enteros. Los resultados de este estudio indicaron que la alimentación con trigo integral, sorgo o cebada incrementó el peso de la molleja, y la alimentación de 10 a 20% de trigo integral puede aumentar la digestibilidad de EM y de aminoácidos.

Las evaluaciones sobre estrategias nutricionales efectivas que influyen sobre la mejora de productividad y rentabilidad, es un tema de interés para la industria avícola. La academia debe estar involucrada dinámicamente y contribuir a estas mejoras.

La utilización de una proporción de granos enteros en la dieta de acabado de pollos de engorde es de interés en este sentido, por su efecto sobre la productividad y mejora del costo de alimentación.

Se ha formulado la hipótesis de que mejorar el tamaño y la actividad de la molleja mejora la morfología del tracto intestinal mediante un mayor movimiento peristáltico (17). Hetland et al.

(11) sugirieron que una molleja grande y más activa mejora la digestibilidad del almidón al servir como un compartimento de mezcla para los jugos y nutrientes digestivos.

Hoy en día el peletizado se ha convertido en un método de procesamiento común ampliamente utilizado por los fabricantes de alimentos para mejorar el desempeño animal. En comparación con el alimento molido como harina, los pellets mejoran el desempeño de las aves al disminuir el desperdicio de alimento, aliviando la alimentación selectiva, destruyendo los patógenos, mejorando palatabilidad y aumentando la digestibilidad de los nutrientes. Una desventaja es que el costo de peletización es aproximadamente un 10% más que la producción de alimentos tipo molido como harina (1), que bajo las condiciones comerciales en nuestra zona es de alto costo, por lo que se deben evaluar estrategias menos costosas por ahora. Existe un creciente interés en la alimentación de granos integrales a los pollos de engorde como un medio para reducir los costos de alimentación y debido a los efectos positivos informados sobre el rendimiento de la producción y la utilización de nutrientes (18).

La industria de producción de carne de pollo en nuestro país y el mundo está creciendo como consecuencia del aumento de la demanda y se prevé que en los próximos años sea la carne más consumida en el mundo. En esta perspectiva, la academia, a través de la investigación, debe contribuir con información que contribuya a fortalecer el sostenimiento de esta producción de una manera competitiva. En este sentido, la evaluación de la estrategia de utilizar una proporción de grano de trigo entero en la dieta de acabado de pollos tiene un impacto sobre la mejora de la productividad de la empresa avícola.

Según la literatura científica, se planteó la hipótesis que la inclusión de 15% de granos de trigo en la dieta reformulada, maximiza la respuesta productiva de pollos de engorde en la fase de acabado. Se realizó el estudio con el objetivo de determinar el efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la respuesta productiva, rendimiento de carcasa, grasa abdominal y retribución económica de pollos de engorde en la fase de acabado.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Nivel de investigación:

Investigación explicativa

2.2 Tipo de investigación:

Investigación experimental

2.3 Lugar y fecha de ejecución

El presente experimento se llevó a cabo en la unidad de investigación experimental en fase inicial de pollitos y el Laboratorio de Investigación en Nutrición R & D de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” - ICA – Ex - Fundo Hijaya Chincha – Ica – Perú.

2.4 Localización geográfica y meteorológica

La ciudad de Chincha está ubicada a 188 kilómetros al sur de Lima, sobre los 94 m s. n. m. Con una latitud de 13°27'00" S y longitud de 76°08'00" O. Una temperatura mínima promedio de 19.25°C y temperatura máxima promedio de 26.95°C. Humedad relativa mínimo promedio de 58.75 % y humedad relativa máxima promedio de 93.25 % (Estación Meteorológica de Chincha, FONAGRO) (19).

Periodo de duración del experimento:

La investigación total comprendió un periodo de adaptación, fase del experimento, procesamiento de datos, análisis estadístico y elaboración del informe final, de acuerdo con la normativa vigente.

Inicio de la investigación: septiembre del 2023

Término de la investigación: diciembre del 2023

Tratamientos experimentales:

T-1: Dieta de acabado con 0% de inclusión de grano de trigo entero

T-2: Dieta de acabado con 5% de inclusión de grano de trigo entero

T-3: Dieta de acabado con 10% de inclusión de grano de trigo entero

T-4: Dieta de acabado con 15% de inclusión de grano de trigo entero

2.5 Variables de evaluación:

Variable independiente

Niveles de granos de trigo en la dieta: 0, 5, 10 y 15%

Variables dependientes

a. Respuesta productiva:

- **Peso vivo de los pollos:**

Se pesaron (g) los pollos individualmente con el uso de una balanza electrónica de 2 decimales a los 28, 35 y 42 días de edad.

- **Ganancia de peso vivo**

En base al peso vivo de cada semana se calculó la ganancia de peso (g/pollo)

- **Consumo de alimento**

Se calculó el consumo de alimento en base a la cantidad ofrecida diariamente y el alimento sobrante cada semana.

- **Índice de conversión alimenticia**

Es el cálculo o relación del consumo de alimento entre el peso vivo semanal (relativo)

- **Relación de eficiencia proteica (PER)**

Es la relación entre la ganancia de peso y el consumo de proteína semanal del pollo

- **Índice de conversión calórica (Eficiencia energética cuantitativa)**

Es la relación entre el consumo de energía metabolizable y la ganancia de peso vivo semanal del pollo.

- **Uniformidad del lote (%)**

Referido a la uniformidad del peso vivo semanal considerando $\pm 10\%$

- **Rendimiento de carcasa (%)**

Se calculó en base a la relación del peso de pollo eviscerado (g) y el peso vivo final (g) multiplicado por 100. Se aplicó la siguiente formula:

$$RC (\%) = \text{Peso pollo eviscerado (g)} / \text{peso vivo final (g)} \times 100$$

- **Grasa abdominal (%)**

Se calculó en base a la relación del peso de la grasa abdominal (g) y el peso vivo final (g) multiplicado por 100. Se aplicó la siguiente formula:

$$GA (\%) = \text{Peso de grasa abdominal (g)} / \text{peso vivo final (g)} \times 100$$

- **Peso relativo de molleja (g/100g)**

Se calculó en base a la relación del peso de la molleja (g) y el peso vivo final (g) multiplicado por 100. Se aplicó la siguiente formula:

$$MR (\%) = \text{Peso de molleja (g)} / \text{peso vivo final (g)} \times 100$$

- **Mortalidad (%)**

Se calculó en base a los pollos muertos semanalmente

c. Margen sobre costo de alimentación y retribución económica

Es el cálculo del margen bruto en base al costo de alimentación y el precio de venta por Kg de ganancia de peso. La retribución económica, se refiere al porcentaje del margen bruto en comparación a los otros tratamientos

2.6 Diseño de la investigación:

Los tratamientos fueron asignados siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, obteniendo 16 unidades experimentales.

Modelo matemático

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 4$ tratamientos

$j = 4$ repeticiones

Y_{ij} = Observación individual

μ = Promedio general

α_i = Efecto de la edad de los pollos de engorde

β_j = Efecto del bloque

ϵ_{ij} = error aleatorio

2.7 Tamaño de muestra de pollos

Se utilizaron 80 pollos de la línea genética COBB 500 de sexo macho. El cálculo del tamaño de la muestra se realizó utilizando el software GRANMO- 2022 (20).

Dónde:

Z_α = valor de Z correspondiente al riesgo α fijado = 0.05 (1.645);

Z_β = valor de Z correspondiente al riesgo β fijado = 0.20 (0.842);

S = desviación estándar (*) = ± 11 (peso del pollo)

(*) = El valor referencial de desviación estándar de la variable peso de pollo se obtuvo de un estudio previo en el galpón experimental (2022).

d = valor mínimo de la diferencia en el peso vivo del pollito que se desea detectar = 14

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento = 10%

Tipo de contraste bilateral

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 17 sujetos en cada grupo para detectar una diferencia mínima de 14 entre dos grupos, asumiendo que existen 4 grupos y una desviación estándar de 11. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

Se requiere 17 pollos por tratamiento. Se aumentará a 40 pollos por grupo o tratamiento.

2.8 Técnicas e instrumentos de la recolección de información

a. Observación: desde el inicio del experimento todas las unidades experimentales estuvieron bajo observación para verificar que se cumpla con el plan establecido. Se observó el consumo de alimento, ventilación del ambiente, estado sanitario de las aves, temperatura del galpón, características de las heces, mortalidad entre otros factores.

b. Registros: consiste en registrar todos los datos que corresponde a las variables dependientes en estudio como es el consumo de alimento, peso vivo, mortalidad, etc.

c. Hojas de cálculo de Excel: se utilizaron las hojas de cálculo de Excel para efectos de estimar y calcular los indicadores de los datos primarios como por ejemplo consumo de alimento semanal y diario, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, ganancia de peso y uniformidad.

d. Tablet: este dispositivo fue utilizado para registrar, almacenar y realizar los cálculos de los datos tabulados.

2.9 Materiales y equipo

a. Instalaciones y jaulas

Las jaulas experimentales utilizadas son unidades hechas de material de alambre metálico que han sido diseñadas especialmente para la prueba. El material utilizado para cada casillero es malla metálica. Cada uno de los casilleros que servirán como unidad experimental tienen sus implementos como bebederos, comederos, calefacción, luz y otros componentes individuales para el confort y bienestar de las aves en experimentación.

2.10 Alimentación y formulación de las dietas

Se formularon cuatro dietas, su composición nutricional de los ingredientes alimenticios (Anexo). Las especificaciones de los requerimientos energéticos y nutricionales fueron de acuerdo con las recomendaciones de la línea genética COBB 500

La base de datos de la composición nutricional de ingredientes: Adaptado de base de datos de Rostagno-Brasil (21).

Para la elaboración de las fórmulas de la dieta balanceada se utilizó el Software de formulación Animal Feed Optimization Software - AFOS, 2022 (22) y el LP máxima rentabilidad de Guevara (23).

Definición teórica de la dieta:

Dieta 1: es una dieta de acuerdo con el requerimiento mínimo de la línea genética y edad correspondiente que ha sido formulada de acuerdo con la base de datos de la tabla de composición nutricional de ingredientes de Rostagno et al. (21), sin inclusión de grano de trigo.

Dieta 2: es una dieta con nivel mínimo del requerimiento de la línea genética y edad correspondiente que ha sido formulada de acuerdo con la base de datos de la tabla de composición nutricional de ingredientes de Rostagno-Brasil (21), con 5% de inclusión de grano de trigo.

Dieta 3: es una dieta con nivel mínimo del requerimiento de la línea genética y edad correspondiente que ha sido formulada de acuerdo con la base de datos de la tabla de composición nutricional de ingredientes de Rostagno-Brasil (21), con inclusión de 10% de grano de trigo.

Dieta 4: es una dieta con nivel mínimo del requerimiento de la línea genética y edad correspondiente que ha sido formulada de acuerdo con la base de datos de la tabla de composición nutricional de ingredientes de Rostagno-Brasil (21), con inclusión de 15% de grano de trigo.

La alimentación fue *ad libitum* de acuerdo con la evaluación previa (preexperimental) y la recomendación de la línea genética.

2.11 Programa sanitario y de manejo

Todas las aves en prueba recibieron un programa sanitario, alimentación, manejo y condiciones ambientales similares, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones de granja.

2.12 Análisis estadístico

Los datos de las variables cuantitativas evaluadas fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía (one-way), utilizando el procedimiento GLM del software SAS (24). Las variables no paramétricas fueron analizadas con la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Cada réplica se consideró como una unidad experimental para todos los análisis. Los análisis de supuestos estadísticos, como la homocedasticidad y la normalidad (valores numéricos de la variable dependiente siguen una distribución o curva normal) y los valores atípicos se verificaron antes del análisis utilizando la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene de los procedimientos UNIVARIATE y GLM de SAS, respectivamente (25).

Se realizaron análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Duncan cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas (25).

La significación estadística y las tendencias se consideraron en $P \leq 0.05$ y $0.05 < P \leq 0.10$, respectivamente.

Los resultados se presentan con valores promedios y desviación estándar.

III. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra que la inclusión de 15% grano de trigo entero en la dieta logro un mayor peso vivo comparado al grupo testigo.

Tabla 1: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el peso vivo de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	Peso vivo 28 días (g/ave)	Peso vivo 35 días (g/ave)	Peso vivo 42 días (g/ave)
Testigo	1887.17 ±75.34	2615.00 ±42.06	3307.49 ^c ±53.25
Trigo 5%	1885.08 ±18.93	2668.05 ±55.18	3343.75 ^c ±32.84
Trigo 10%	1888.18 ±35.56	2666.73 ±47.08	3395.89 ^b ±11.90
Trigo 15%	1887.03 ±18.55	2662.96 ±37.94	3441.90 ^a ±37.93
Probabilidad			
P-value	0.9996	0.3852	0.0003

P<0.05: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 2 se observa que con la inclusión de 15% de grano de trigo entero se logró una mayor ganancia de peso vivo

Tabla 2: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la ganancia de peso vivo (GPV) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	GPV 28-35 días (g/ave)	GPV 35-42 días (g/ave)	GPV 28-42 días (g/ave)
Testigo	727.82 ±90.19	742.49 ^{ab} ±43.32	1420.31 ^b ±118.05
Trigo 5%	782.97 ±70.17	675.69 ^b ±64.33	1458.67 ^{ab} ±45.93
Trigo 10%	778.54 ±27.62	729.16 ^{ab} ±53.65	1507.70 ^{ab} ±44.19
Trigo 15%	775.93 ±18.55	778.93 ^a ±26.88	1554.86 ^a ±39.61
Probabilidad			
P-value	0.6492	0.0368	0.0456

P<0.05: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 3 se muestra que la inclusión de 15% de granos de trigo entero reduce significativamente el consumo de alimento.

Tabla 3: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el consumo de alimento (CA) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	CA 28-35días (g/ave)	CA 35-42 días (g/ave)	CA 28-42 días (g/ave)
Testigo	1424.06 ^a ±36.16	1510.00 ^a ±9.38	2934.06 ^a ±43.04
Trigo 5%	1395.03 ^{ab} ±15.74	1511.86 ^a ±4.95	2906.89 ^{ab} ±18.34
Trigo 10%	1378.20 ^b ±18.35	1486.68 ^{ab} ±33.91	2864.88 ^{bc} ±50.35
Trigo 15%	1361.52 ^b ±7.02	1461.95 ^b ±38.69	2823.47 ^c ±35.74
Probabilidad			
P-value	0.0247	0.0461	0.0081

P<0.05: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 4 se observa que la conversión alimenticia se mejora significativamente con la inclusión de 15% de grano de trigo entero en la dieta en la fase de 35 a 42 y de 28 a 42 días de edad.

Tabla 4: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre el índice de conversión alimenticia (ICA) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	ICA 28-35días (Kg/Kg)	ICA 35-42 días (Kg/Kg)	ICA 28-42 días (Kg/Kg)
Testigo	1.985 ±0.311	2.039 ^{ab} ±0.123	2.077 ^a ±0.183
Trigo 5%	1.794 ±0.189	2.252 ^a ±0.218	1.994 ^{ab} ±0.075
Trigo 10%	1.781 ±0.177	2.044 ^{ab} ±0.105	1.901 ^{bc} ±0.053
Trigo 15%	1.756 ±0.056	1.879 ^b ±0.107	1.816 ^c ±0.058
Probabilidad			
P-value	0.4267	0.0189	0.0215

P<0.05: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 5 se muestra que la inclusión de 15% de grano de trigo entero mejora significativamente ($P<0.05$) la eficiencia proteica

Tabla 5: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la relación de eficiencia proteica (PER) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	PER 28-35 días (g/g)	PER 35-42 días (g/g)	PER 28-42 días (g/g)
Testigo	2.76 ±0.400	2.65 ^{ab} ±0.159	2.61 ^c ±0.245
Trigo 5%	3.03 ±0.293	2.41 ^b ±0.233	2.71 ^{bc} ±0.102
Trigo 10%	3.05 ±0.282	2.64 ^{ab} ±0.140	2.84 ^{ab} ±0.079
Trigo 15%	3.08 ±0.098	2.88 ^a ±0.165	2.97 ^a ±0.098
Probabilidad			
P-value	0.4626	0.0187	0.0179

$P<0.05$: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 6 se muestra que la inclusión de 15% de grano de trigo entero mejoró significativamente ($P<0.05$) la conversión calórica.

Tabla 6: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre la conversión calórica (CC) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	CC 28-35 días (Mcal/Kg)	CC 35-42 días (Mcal/Kg)	CC 28-42 días (Mcal/Kg)
Testigo	6.31 ±0.99	6.48 ^{ab} ±0.39	6.60 ^a ±0.58
Trigo 5%	5.70 ±0.60	7.16 ^a ±0.69	6.34 ^{ab} ±0.24
Trigo 10%	5.66 ±0.56	6.50 ^{ab} ±0.33	6.04 ^{bc} ±0.16
Trigo 15%	5.58 ±0.18	5.97 ^b ±0.34	5.77 ^c ±0.18
Probabilidad			
P-value	0.4267	0.0189	0.0215

$P<0.05$: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 7 se muestra que la uniformidad del lote y el rendimiento de carcasa no fueron afectados significativamente ($P>0.05$) por la inclusión de grano de trigo entero.

Tabla 7: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre uniformidad de peso vivo y rendimiento de carcasa de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	Uniformidad 42 días (%)	Rendimiento carcasa 42 días (g/100g)
Testigo	74.12 ±3.79	78.21 ^b ±0.69
Trigo 5%	76.28 ±3.48	79.13 ^{ab} ±0.56
Trigo 10%	75.84 ±4.73	79.62 ^a ±1.10
Trigo 15%	78.30 ±4.75	78.67 ^{ab} ±0.59
Probabilidad		
P-value	0.7393	0.1182

$P<0.05$: diferencia significativa. ^{a,b,c} letras no comunes como superíndice en los valores promedios indican diferencia significativa a la prueba de Duncan

En la tabla 8 se observa que el peso relativo de grasa abdominal y el peso relativo de la molleja no fueron afectados significativamente ($P>0.05$) por la inclusión de grano de trigo entero en la dieta

Tabla 8: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre peso relativo de grasa abdominal (PR grasa abdominal) y peso relativo de molleja (PR molleja) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	PR grasa abdominal (g/100g)	PR molleja (g/100g)
Testigo	1.71 ±0.66	1.22 ±0.11
Trigo 5%	1.73 ±0.23	1.18 ±0.029
Trigo 10%	1.99 ±0.66	1.18 ±0.06
Trigo 15%	1.93 ±0.23	1.20 ±0.13
Probabilidad		
P-value	0.6665	0.9098

$P>0.05$: diferencia no significativa

En la tabla 9 se observa que la inclusión de 15% de grano de trigo entero en la dieta redujo el costo de alimentación y aumento el margen económico sobre el costo de alimentación con una retribución económica de 20% mejor.

Tabla 9: Efecto de la inclusión de granos de trigo en la dieta sobre costo de alimentación (CA), margen económico (ME) y retribución económica (RE) de pollos de engorde en la fase de acabado

Tratamientos	CA (S/Kg)	ME (S/)	RE (%)
Testigo	3.8440	4.512	100
Trigo 5%	3.7485	4.74	105.22
Trigo 10%	3.6273	5.08	112.75
Trigo 15%	3.5188	5.41	120.02

IV. DISCUSION

De acuerdo con las condiciones del presente estudio, la inclusión de grano entero de trigo en la dieta de pollos de engorde afectó favorable y significativamente la respuesta productiva medido por el peso vivo, ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia proteica, conversión calórica y redujo el consumo de alimento, manteniendo la uniformidad de peso, grasa abdominal y peso relativo de la molleja. El costo de alimentación y margen económico fue mejor con la inclusión de trigo en grano.

Estas mejoras encontradas se pueden explicar considerando diferentes factores. Un factor principal es la mejora en la utilización alimenticia donde se encuentra comprometido los órganos como la molleja e intestino. Si bien no se encontró efecto significativo sobre el tamaño de molleja, pero probablemente el alimento con trigo grano entero permaneció más tiempo en la molleja lo que favoreció la digestión y liberación de nutrientes y energía, tal como se explicara masa delante de acuerdo a la literatura revisada.

El peso vivo de los pollos de engorde es una característica típica de la respuesta productiva. Si bien en nuestro estudio se mejoró con la inclusión de trigo en grano, sin embargo, no concuerda con otros estudios como el de Husveth *et al.* (26) quienes evaluaron la inclusión de semillas de trigo integral en la dieta después de la granulación en detrimento del trigo molido sobre el rendimiento y las características gastrointestinales de los pollos de engorde. Utilizaron una dieta control y un tratamiento A que contenía 5, 10 y 15%, y el tratamiento B que contenía 5, 20 y 30% de semillas de trigo, respectivamente, en las fases de crecimiento I, crecimiento II y finalización, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el peso de los pollos. Al evaluar otras características, los pollos alimentados con la dieta que contenía porcentajes más bajos de trigo integral (tratamiento A) mostraron una tasa de conversión alimenticia significativamente mejor que los pollos del grupo de control y el grupo alimentado con el nivel más alto de trigo integral (tratamiento B), respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en los pesos relativos de la carcasa, el filete de pechuga, el muslo y el abdomen. En comparación con el grupo de control, la alimentación con semillas de trigo aumentó el peso de la molleja en un 46,2 y un 62,2% en el tratamiento A y el tratamiento B, respectivamente. En relación con el grupo control, se detectaron actividades más altas de tripsina, α -amilasa y lipasa en la digesta del yenjunal cuando las dietas contenían trigo integral. Los tratamientos dietéticos no causaron diferencias en la viscosidad del contenido intestinal ni en la estructura histológica del intestino delgado. Comparando los resultados de ambos estudios se puede especular que existen otros factores que influyen sobre la respuesta productiva.

El consumo de alimento fue reducido significativamente con el nivel de inclusión de 15% de grano de trigo en la dieta. Una explicación parcial de este resultado sería que con el consumo de granos habría un mayor tiempo de digestión mecánica a nivel de la molleja y consecuentemente una velocidad de tránsito más lenta de la digesta.

La eficiencia alimenticia fue mejorada cuando se incluyó el máximo nivel de grano de trigo (15%) en la dieta. La mejora en la eficiencia alimentaria se debió a la inclusión de trigo integral, que redujo en gran medida el consumo de alimento (27) (11).

Bajo el presente estudio, el peso relativo de la molleja no fue afectado por la inclusión de grano de trigo entero en la dieta tal como se esperaba y contradictorio a lo que se indica en la literatura. El consumo de granos integrales aumenta el desarrollo de la molleja (28) y que este desarrollo de la molleja puede evitar que bacterias potencialmente patógenas entren al intestino (29). El desarrollo de la molleja se asocia con una mayor actividad de molienda, lo que aumenta la motilidad intestinal y provoca una mayor digestión de los nutrientes (9).

Nuestro resultado coincide con el estudio de Wu et al. (30) donde encontraron que el grano entero antes de la granulación no aumentó los pesos relativos de la molleja, pero aun así generó mejoras significativas en la eficiencia alimentaria y la utilización de energía (AME).

Las respuestas en el rendimiento del crecimiento y la utilización de nutrientes generadas por la alimentación con granos enteros (AGE) no deben atribuirse simplemente, en su totalidad, a mollejas más pesadas (31). Debería ser instructivo evaluar los regímenes de AGE antes de la granulación para obtener una mejor comprensión de los mecanismos por los cuales el grano entero genera mejoras en el FCR y la utilización de energía que se observan con bastante frecuencia (32).

La molleja ha sido descrita como el marcapasos de la motilidad intestinal que incluye episodios de peristalsis inversa (33). La peristalsis inversa aumenta la exposición de la digesta en la molleja a las secreciones proventriculares de pepsina y ácido clorhídrico y a las secreciones pancreáticas de amilasa y otras enzimas digestivas (31).

Si bien en el presente estudio no se encontró un aumento del peso relativo de la molleja, sin embargo, se puede especular que los granos de trigo permanecieron más tiempo en la molleja. Estos granos enteros se trituran en pequeñas partículas en la molleja, lo que da como resultado un tiempo de retención más prolongado (34), consecuentemente un mayor tiempo de exposición a la pepsina (y el HCl) inician el proceso digestivo de las proteínas y también desempeñan un papel regulador general a través de la liberación de hormonas entéricas, incluidas la gastrina y la colecistoquinina (CCK), que se activan por los productos finales peptídicos de la digestión con pepsina (35) y que pudo conllevar a una mejora de la eficiencia alimenticia.

Tal como lo indican otros investigadores, un tiempo de retención prolongado en la molleja aumenta consecuentemente la eficacia de las enzimas digestivas y el HCl liberado desde el proventrículo hacia la molleja (34), lo que promueve una digestión y absorción eficiente de nutrientes, lo que resulta en un mejor rendimiento de crecimiento en los pollos de engorde (36).

La mejor respuesta productiva lograda con la dieta con inclusión de 15% de trigo entero comparado a la dieta testigo tipo harina podría estar relacionada a una molleja funcional, como se ha descrito anteriormente, lo que mejora la motilidad intestinal, en particular, el reflujo gastroduodenal (5). Este reflujo, junto con una tasa de paso reducida de la digesta, da como resultado un presupuesto de tiempo prolongado disponible para mezclar las enzimas con las partículas de alimento en el intestino (36). Además, cuando se utiliza trigo entero se reduce el pH de la molleja en pollos de engorde en relación con los alimentados con trigo molido, lo que puede explicarse por el reflujo de quimo entre el proventrículo y la molleja y el aumento de la producción de HCl (36). Las enzimas pancreáticas desnaturalizan e hidrolizan de manera más eficiente la proteína de la dieta en este entorno de bajo pH, lo que resulta en una mejor digestión de la proteína (37).

Si bien en base a la información científica hay fundamentos que podrían explicar la mejora en la respuesta productiva, sin embargo, para una mayor precisión se requieren estudios adicionales. El presente estudio tiene algunas limitaciones que no permitieron generar información orientadas a fundamentar mejor los resultados. Dentro de estas está la evaluación de la integridad intestinal a través de cortes histológicos para determinar los efectos sobre la longitud y profundidad de la villi que está relacionada a las mejoras de las eficiencias encontradas. Otro aspecto es la de haber utilizado mayores niveles de inclusión de trigo en grano y poder detectar efecto significativo sobre el tamaño y peso relativo de la molleja.

Por otro lado, en la evaluación económica se encontró que la dieta con 15% de inclusión de grano entero de trigo logró el menor costo de alimentación por kg de ganancia de peso y un mayor margen económico sobre el costo de alimentación, esta mejora representa alrededor de 20% de retribución económica. Este resultado se explica y se fundamenta por la mejora significativa en los indicadores principales de la respuesta productiva como la ganancia de peso, conversión alimenticia y calórica a favor de la inclusión de grano entero.

Al utilizar granos enteros permite un ahorro de energía que convencionalmente se gasta para la molienda de estos granos, por lo que implica un ahorro económico.

El aumento del tamaño de las partículas de cereales en las dietas de las aves de corral afecta los costos de alimentación debido a la reducción de los costos de energía de molienda asociados con la producción de alimentos (38).

Según información de estudios se ha visto que la energía requerida para moler maíz se puede reducir en un 35% cuando el tamaño de la malla del molino de martillos se aumenta de 4.76 a 7.94 mm (38).

V. CONCLUSIONES

- 5.1 El peso vivo y la ganancia de peso fue mejorado significativamente con la inclusión de 15% de trigo entero.
- 5.2 El consumo de alimento fue reducido significativamente con la inclusión de 15% de trigo entero en la dieta
- 5.3 La conversión alimenticia, eficiencia proteica y conversión calórica fueron mejorados significativamente con la inclusión de 15% de trigo entero en la dieta.
- 5.4 La uniformidad del peso vivo no fue afectado significativamente por la inclusión de trigo entero en la dieta.
- 5.5 El rendimiento de carcasa fue mejor con el nivel de inclusión de 10% de trigo entero en la dieta
- 5.6 El peso relativo de grasa abdominal y molleja no fue afectado significativamente por la inclusión de trigo entero en la dieta.
- 5.7 El costo de alimentación fue reducido con la inclusión de 15% de trigo entero en la dieta y con mejor margen económico sobre costo de alimentación.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Realizar estudios complementarios con la inclusión de grano entero de trigo con mayor porcentaje de inclusión (25 y 35%) y reevaluar su efecto sobre el tamaño de la molleja.
- 6.2 En próximas evaluaciones con dietas con granos de trigo se deben considerar otras variables de estudio como la calidad de las heces e integridad intestinal.
- 6.3 Evaluar granos partidos de maíz comparando con niveles de inclusión de grano de trigo en la fase de acabado de pollos de engorde.
- 6.4 Evaluar la inclusión de grano entero de trigo en la fase de crecimiento de pollos de engorde.
- 6.5 Realizar pruebas a nivel de granja comercial para validar los resultados encontrados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jahan MS AMSA. Performance of broiler fed on mash, pellet and crumble. *Int J Poult Sci.* [Online]; 2006. Acceso 15 de agosto de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3923/ijps.2006.265.270>.
2. Rose SP FMFWGP. Sequential feeding of whole wheat to growing broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* [Online]; 1995. Acceso 22 de julio de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071669508417756>.
3. Reece FN LBDJ. The effects of feed form, grinding method, energy level, and gender on broiler performance in a moderate (21°C) environment. *Poult. Sci.* [Online]; 1985. Acceso 20 de julio de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.0641834>.
4. Amerah AM RVLRTD. Influence of Feed Particle Size on the Performance, Energy Utilization, Digestive Tract Development, and Digesta Parameters of Broiler Starters Fed Wheat- and Corn-Based Diets. *Poultry Science.* [Online]; 2008. Acceso 14 de agosto de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00149>.
5. Svihus B SADVCM. Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. *Poultry Science.* [Online]; 2010. Acceso 22 de agosto de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00743>.
6. gizzard: SBT. Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poult. Sci. J.* [Online]; 2011. Acceso 18 de julio de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0043933911000249>.
7. Hetland H SBCM. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *J. Appl. Poult. Res.* [Online]; 2005. Acceso 18 de julio de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/japr/14.1.38>.
8. Hetland H CMSB. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poult. Sci. J.* [Online]; 2004. Acceso 20 de agosto de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/WPS200325>.
9. Amerah AM RVLRTD. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poult. Sci. J.* [Online]; 2007. Acceso 20 de agosto de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0043933907001560>.
10. Hetland H SBOV. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal size distribution in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* [Online]; 2002. Acceso 02 de setiembre de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071660120103693>.
11. GE. D. Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. *Poult. Sci.* [Online]; 1992. Acceso 2 de setiembre de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.0710001>.
12. RB C. The effect of dietary fibre and choice feeding on coccidiosis in chickens. En: *Proceedings of the 4th Association of Asian Australasian Association of Animal Production Societies New Zealand*; 1987 p. 216.

13. Choct M HR. The nutritive value of new season grains for poultry. *Recent. Adv. Anim. Nutr. Aust.* [Online]; 1997. Acceso 10 de SETIEMBREde 2024. Disponible en: <http://livestocklibrary.com.au/handle/1234/19830>.
14. AO. GdA. Factors Affecting Wheat Nutritional Value for Broiler Chickens. Thesis for PhD. van Wageningen Universiteit. [Online].; 2009. Acceso 14 de AGOSTO de 2024. Disponible en: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/378218>.
15. Bennet CD CHRC. Feeding Broiler Chickens Wheat and Barley Diets Containing Whole, Ground and Pelleted Grain. *Poultry Science.* [Online]; 2002. Acceso 15 de AGOSTOde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ps/81.7.995>.
16. Biggs P PC. The effects of whole grains on nutrient digestibilities, growth performance, and cecal short-chain fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn-soybean meal diets. *Poultry Science.* [Online]; 2009. Acceso 22 de AGOSTOde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00437>.
17. Taylor RD JG. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. II. Gastrointestinal and digesta characteristics. *Br. Poult. Sci.* [Online]; 2004. Acceso 20 de JULIOde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071660410001715849>.
18. Singh Y AARV. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Anim. Feed Sci. Technol.* [Online]; 2014. Acceso 22 de JULIOde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.01.010>.
19. FONAGRO. Información meteorológica diaria de la estación. Ica: SENAMHI. Dirección Regional de Ica CHINCHA; 2019.
20. GRANMO.. Calculadora para tamaño de muestra de experimentos. [Online]; 2022. Acceso 12 de JULIOde 2024. Disponible en: <https://www.datarus.eu/aplicaciones/granmo/>.
21. etal. R. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales Zootecnia UFdVDD, editor. BRASIL; 2017.
22. AFOS.. Formulation of diets. [Online]; 2022. Acceso 12 de JULIOde 2024. Disponible en: <https://www.animalfeedsoftware.com/es>.
23. VR G. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science.* [Online]; 2004. Acceso 20 de JULIOde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.147>.
24. I. SAS. User's Guide: Statistics. Cary: SAS Institute Inc., N.C USA. [Online]; 2021. Acceso 23 de JULIOde 2024. Disponible en: https://www.sas.com/en_ca/software/stat.html.
25. SALVADOR T. Curso de Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"; 2021.
26. Husvéth F PLGEÁKBLWLDFDK. Effects of whole wheat incorporated into pelleted diets on the growth performance and intestinal function of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology.* [Online]; 2015. Acceso 6 de SETIEMBREde 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.021>.

27. Uddin MS RSHT&BS. A comparison of the energy availability for chickens of ground and whole grain samples of two wheat varieties. *British Poultry Science*. [Online]; 1996. Acceso 20 de AGOSTO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071669608417866>.
28. Gabriel I MMM. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science*. [Online]; 2003. Acceso 10 de SETIEMBRE de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/0007166031000096470>.
29. Engberg RM HSSJB. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science*. [Online]; 2004. Acceso 17 de SETIEMBRE de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.925>.
30. Wu YB RVTDBMHW. Influence of Phytase and Xylanase, Individually or in Combination, on Performance, Apparent Metabolizable Energy, Digestive Tract Measurements and Gut Morphology in Broilers Fed Wheat-Based Diets Containing Adequate Level of Phosphorus.” *British Poultry S*. [Online]; 2004. Acceso 15 de AGOSTO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071660410001668897>.
31. Moss AF THLSSP. Inclusion levels and modes of whole grain incorporation into wheat-based rations differentially influence the performance of broiler chickens, *British Poultry Science*. [Online]; 2018. Acceso 23 de JULIO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071668.2017.1400658>.
32. Liu SY THSP. Whole-Grain Feeding for Chicken-Meat Production: Possible Mechanisms Driving Enhanced Energy Utilisation and Feed Conversion.” *Animal Production Science*. [Online]; 2015. Acceso 23 de JULIO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1071/AN13417>.
33. GE. D. Gastrointestinal Motility and Its Regulation.” *Poultry Science*. [Online]; 1982. Acceso 16 de JULIO de 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119352526/pdf?md5=ba8365f410e9f249635fcd89529ec07&pid=1-s2.0-S0032579119352526-main.pdf>.
34. MM S. Rezaeipour V, Abdollahpour R. Efficacy of whole wheat grain in combination with acidified drinking water on growth performance, gizzard development, intestinal morphology, and microbial population of broiler chickens. *Live Sci*. [Online]; 2022. Acceso 6 de SETIEMBRE de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104911>.
35. Krehbiel CR MJ. “Absorption of Amino Acids and Peptides.” In *Amino Acids in Animal Nutrition*, editor J. P. P. D’Mello. 2003; 41–70. Second ed. Wallingford, UK: CAB International. [Online] Acceso 18 de JULIO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/9780851996547.0041>.
36. Qaisrani SN HANSBFACPTAMIIBR. Effects of Protein Source, Whole Wheat and Butyric Acid on Live Performance, Gut Health and Amino Acid Digestibility in Broiler Chickens. *Metabolites*. [Online]; 2022. Acceso 17 de SETIEMBRE de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/metabo12100989>.
37. Pacheco WJ SCFPBJ. Evaluation of soybean meal source and particle size on broiler performance, nutrient digestibility, and gizzard development. *Poult. Sci*. [Online]; 2013. Acceso 05 de AGOSTO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03186>.

38. Reece FN LBDJ. "Effects of Environmental Temperature and Corn Particle Size on Response of Broilers to Pelleted Feed." *Poultry Science*. [Online]; 1986. Acceso 07 de AGOSTO de 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.0650636>.

VIII. ANEXO

8.1 Resultados de análisis estadístico

PESO VIVO 28 días

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	8134.39380	1355.73230	0.82	0.5792
Error	9	14821.02178	1646.78020		
Total corregido	15	22955.41558			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.354356	2.150682	40.58054	1886.869

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	8114.238725	2704.746242	1.64	0.2477
trt	3	20.155075	6.718358	0.00	0.9996

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	8114.238725	2704.746242	1.64	0.2477
trt	3	20.155075	6.718358	0.00	0.9996

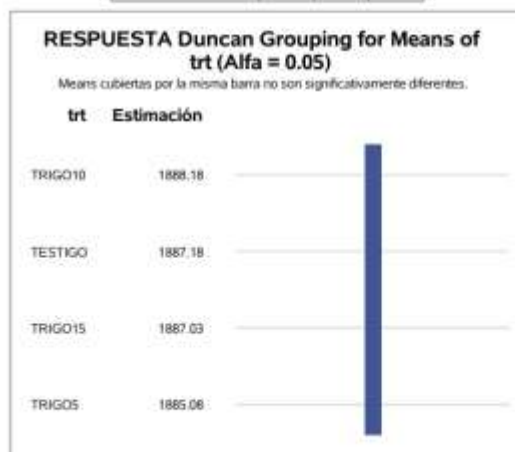
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	1646.78

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	64.91	67.75	69.39



PESO VIVO 35 días

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	12584.73515	2097.45586	0.91	0.5265
Error	9	20664.10083	2296.01120		
Total corregido	15	33248.83598			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.378502	1.806005	47.91671	2653.189

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4750.936125	1583.645375	0.69	0.5808
trt	3	7833.799025	2611.266342	1.14	0.3852

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4750.936125	1583.645375	0.69	0.5808
trt	3	7833.799025	2611.266342	1.14	0.3852

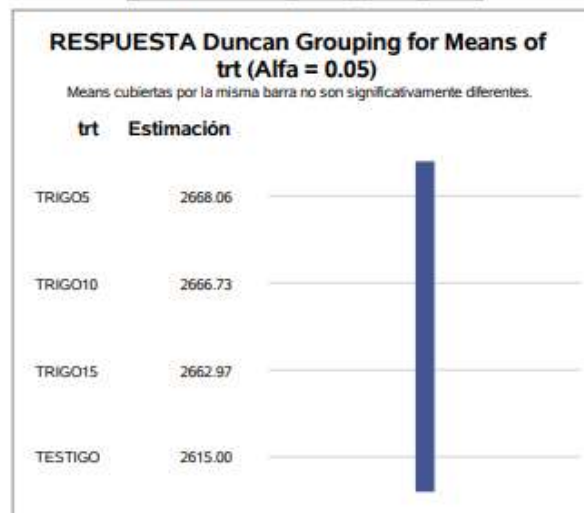
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	2296.011

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	76.65	80.00	81.93



PESO VIVO 42 días

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	51788.57290	8631.42882	12.22	0.0007
Error	9	6359.61467	706.62385		
Total corregido	15	58148.18758			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.890631	0.788267	26.58240	3372.259

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	10126.12048	3375.37349	4.78	0.0294
trt	3	41662.45242	13887.48414	19.65	0.0003

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	10126.12048	3375.37349	4.78	0.0294
trt	3	41662.45242	13887.48414	19.65	0.0003

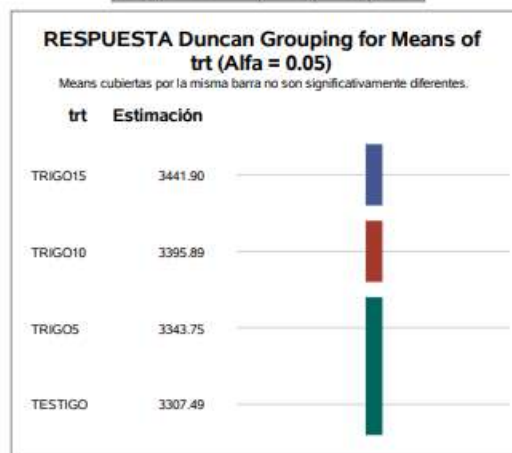
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	706.6239

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	42.52	44.38	45.45



GANANCIA DE PESO

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	69080.16250	11513.36042	3.37	0.0500
Error	9	30724.23270	3413.80363		
Total corregido	15	99804.39520			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.692156	3.933497	58.42776	1485.390

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	27984.53115	9328.17705	2.73	0.1059
trt	3	41095.63135	13698.54378	4.01	0.0456

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	27984.53115	9328.17705	2.73	0.1059
trt	3	41095.63135	13698.54378	4.01	0.0456

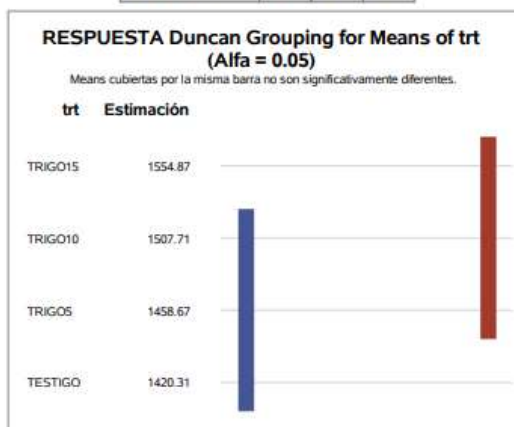
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	3413.804

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	93.46	97.55	99.90



CONSUMO ALIMENTO

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	34901.34049	5816.89008	4.63	0.0203
Error	9	11303.01641	1255.89071		
Total corregido	15	46204.35689			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.755369	1.229510	35.43855	2882.331

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	6705.88332	2235.29444	1.78	0.2208
trt	3	28195.45717	9398.48572	7.48	0.0081

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	6705.88332	2235.29444	1.78	0.2208
trt	3	28195.45717	9398.48572	7.48	0.0081

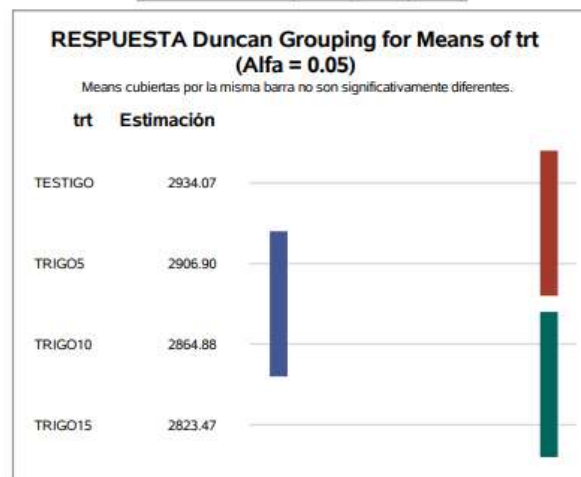
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	1255.891

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	56.69	59.17	60.59



INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.20413474	0.03402246	3.59	0.0424
Error	9	0.08539187	0.00948799		
Total corregido	15	0.28952662			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.705064	5.001761	0.097406	1.947440

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.05127057	0.01709019	1.80	0.2170
trt	3	0.15286417	0.05095472	5.37	0.0215

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.05127057	0.01709019	1.80	0.2170
trt	3	0.15286417	0.05095472	5.37	0.0215

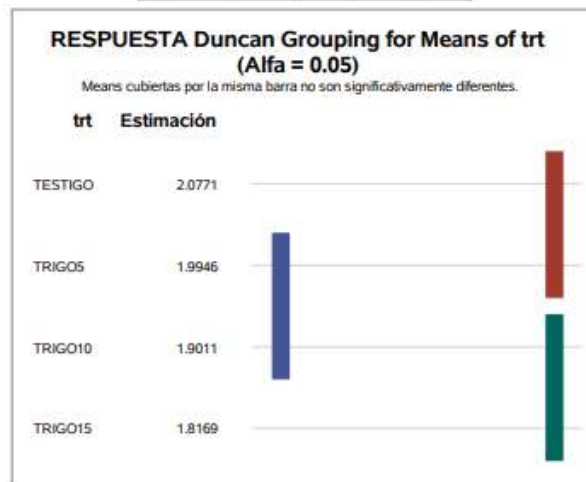
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.009488

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.1558	.1626	.1666



RELACION DE EFICIENCIA PROTEICA (PER)

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.39973394	0.06662232	3.90	0.0336
Error	9	0.15382507	0.01709167		
Total corregido	15	0.55355901			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de RESPUESTA
0.722116	4.688438	0.130735	2.788458

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.10592293	0.03530764	2.07	0.1752
trt	3	0.29381100	0.09793700	5.73	0.0179

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.10592293	0.03530764	2.07	0.1752
trt	3	0.29381100	0.09793700	5.73	0.0179

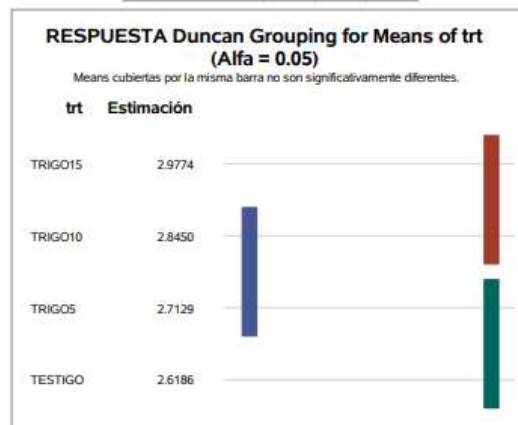
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.017092

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.2091	.2183	.2235



EFICIENCIA CALORICA

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	2.06429219	0.34404870	3.59	0.0424
Error	9	0.86351677	0.09594631		
Total corregido	15	2.92780897			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.705064	5.001761	0.309752	6.192859

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.51846854	0.17282285	1.80	0.2170
trt	3	1.54582366	0.51527455	5.37	0.0215

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.51846854	0.17282285	1.80	0.2170
trt	3	1.54582366	0.51527455	5.37	0.0215

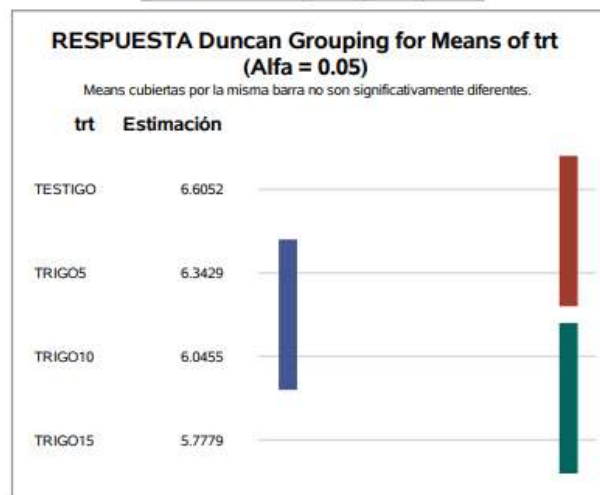
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.095946

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.4955	.5171	.5296



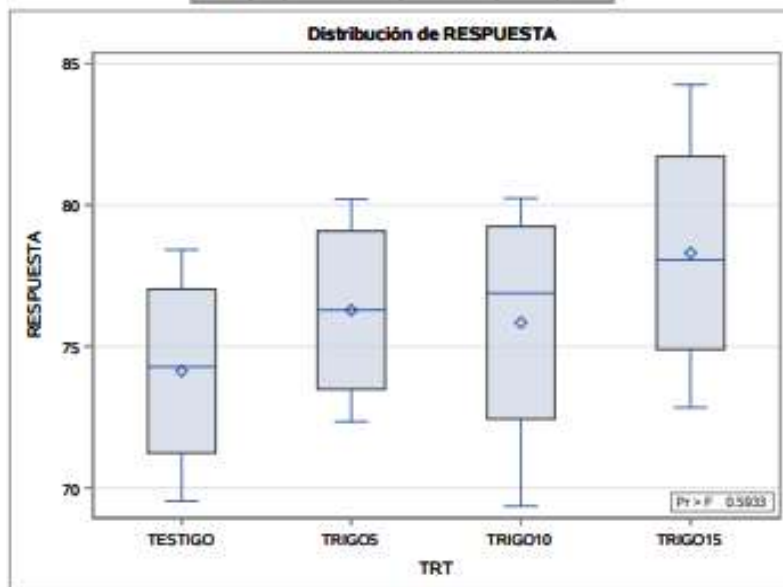
UNIFORMIDAD

Obs	NUMERO	TRT	RESPUESTA
1	1	TESTIGO	75.63
2	2	TESTIGO	69.53
3	3	TESTIGO	72.93
4	4	TESTIGO	78.42
5	5	TRIGOS	77.95
6	6	TRIGOS	72.34
7	7	TRIGOS	80.21
8	8	TRIGOS	74.63
9	9	TRIGO10	75.52
10	10	TRIGO10	78.25
11	11	TRIGO10	80.24
12	12	TRIGO10	69.35
13	13	TRIGO15	79.18
14	14	TRIGO15	84.26
15	15	TRIGO15	72.84
16	16	TRIGO15	76.94

Procedimiento NPAR1WAY

Análisis de varianza para variable RESPUESTA. Clasificado por variable TRT		
TRT	N	Media
TESTIGO	4	74.12750
TRIGOS	4	76.28250
TRIGO10	4	75.64000
TRIGO15	4	78.30500

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Entre	3	35.300725	11.766908	0.6982	0.5933
Dentro	12	215.081650	17.923471		



RENDIMIENTO DE CARCASA

Obs	trt	block	RESPUESTA
1	TESTIGO	1	79.1862
2	TESTIGO	2	77.6490
3	TESTIGO	3	77.7778
4	TESTIGO	4	78.2609
5	TRIGOS	1	79.5666
6	TRIGOS	2	79.4251
7	TRIGOS	3	78.3172
8	TRIGOS	4	79.2144
9	TRIGO10	1	78.8162
10	TRIGO10	2	80.2731
11	TRIGO10	3	78.5824
12	TRIGO10	4	80.8442
13	TRIGO15	1	78.7234
14	TRIGO15	2	79.4436
15	TRIGO15	3	78.5484
16	TRIGO15	4	78.0031

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	6.39840687	1.06640115	1.88	0.1890
Error	9	5.09946123	0.56660680		
Total corregido	15	11.49786810			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.556486	0.953859	0.752733	78.91447

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	2.01081426	0.67027142	1.18	0.3697
trt	3	4.38759261	1.46253087	2.58	0.1182

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	2.01081426	0.67027142	1.18	0.3697
trt	3	4.38759261	1.46253087	2.58	0.1182

GRASA ABDOMINAL

Obs	trt	block	RESPUESTA
1	TESTIGO	1	1.18122
2	TESTIGO	2	1.44238
3	TESTIGO	3	1.53524
4	TESTIGO	4	2.68631
5	TRIGO5	1	1.79907
6	TRIGO5	2	1.38457
7	TRIGO5	3	1.90485
8	TRIGO5	4	1.85597
9	TRIGO10	1	2.06573
10	TRIGO10	2	2.01093
11	TRIGO10	3	2.14700
12	TRIGO10	4	1.76461
13	TRIGO15	1	2.22006
14	TRIGO15	2	1.75085
15	TRIGO15	3	1.72806
16	TRIGO15	4	2.04680

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.64272464	0.10712077	0.71	0.6515
Error	9	1.35939575	0.15104397		
Total corregido	15	2.00212039			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.321022	21.06209	0.388644	1.845229

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.39784440	0.13261480	0.88	0.4880
trt	3	0.24488024	0.08162675	0.54	0.6665

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.39784440	0.13261480	0.88	0.4880
trt	3	0.24488024	0.08162675	0.54	0.6665

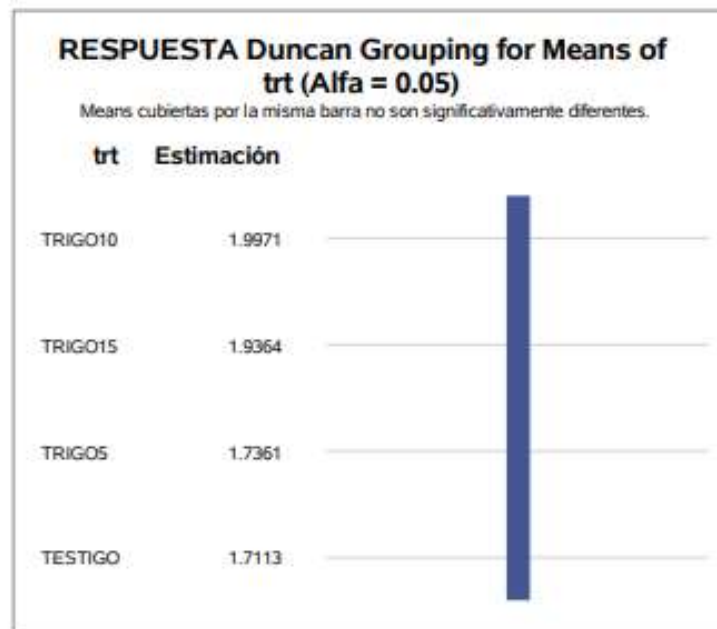
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.151044

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.6217	.6489	.6645



PESO RELATIVO MOLLEJA

Obs	trt	block	RESPUESTA
1	TESTIGO	1	1.10203
2	TESTIGO	2	1.28609
3	TESTIGO	3	1.16635
4	TESTIGO	4	1.35523
5	TRIGO5	1	1.23003
6	TRIGO5	2	1.17912
7	TRIGO5	3	1.17605
8	TRIGO5	4	1.16432
9	TRIGO10	1	1.18879
10	TRIGO10	2	1.15266
11	TRIGO10	3	1.12696
12	TRIGO10	4	1.28312
13	TRIGO15	1	1.27416
14	TRIGO15	2	1.01793
15	TRIGO15	3	1.19097
16	TRIGO15	4	1.33105

Procedimiento GLM

Variable dependiente: RESPUESTA

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	6	0.04367097	0.00727849	0.91	0.5302
Error	9	0.07222817	0.00802535		
Total corregido	15	0.11589914			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RESPUESTA
0.376801	7.455706	0.089584	1.201554

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03942637	0.01314212	1.64	0.2487
trt	3	0.00424460	0.00141487	0.18	0.9098

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.03942637	0.01314212	1.64	0.2487
trt	3	0.00424460	0.00141487	0.18	0.9098

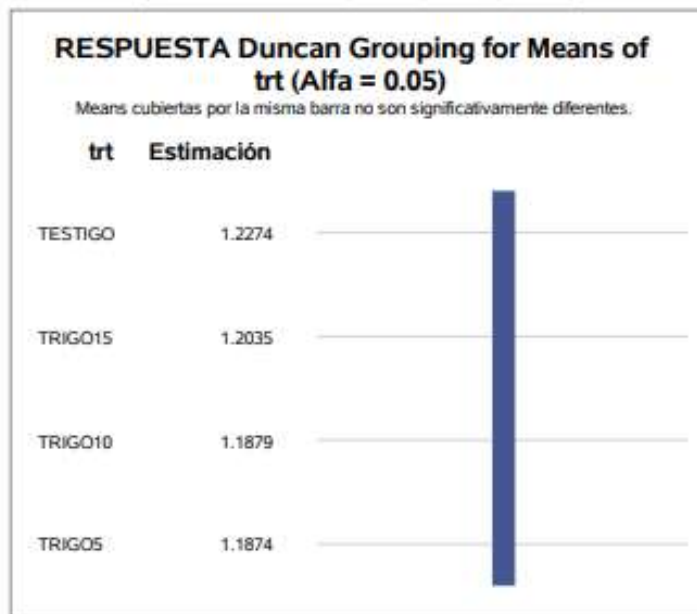
Procedimiento GLM

Prueba del rango múltiple de Duncan para RESPUESTA

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	9
Error de cuadrado medio	0.008025

Número de medias	2	3	4
Rango crítico	.1433	.1496	.1532



8.2 Fórmulas de las dietas utilizadas

T-1 0% TRIGO

Plant: ACABADO

Batch Size(PEN/kg): 28.0000

Cost in PEN/kg: 1.8507

Batch Cost(in PEN): 37.8187

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
MAIZ	0.93			65.7217	18.4021	17.1139	
HARINA DE SOYA	1.96			18.4841	5.1756	10.1441	
SOYA INTEGRAL	1.815		8	8	2.24	4.0656	
PROTEIKA, 60	2.35		2.4	2.3064	0.6458	1.5176	
ACEITE SOYA	2.3			1.9224	0.5383	1.238	
FOSFATO DICALCICO, 18/19	2.6			1.4925	0.4179	1.0866	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.175			0.7556	0.2116	0.037	
SAL COMUN	0.65			0.3072	0.086	0.0559	
METIONINA, 99	11.48			0.234	0.0655	0.7522	
BICARBONATO DE SODIO	2.24	0.2		0.2	0.056	0.1254	
L-LISINA, 78	6.9			0.1885	0.0528	0.3641	
CLORURO COLINA	4.22			0.122	0.0342	0.1442	
SECUESTRANTE MICOTOX	5.5	0.1	0.1	0.1	0.028	0.154	
PREMIX VIT+MIN	26	0.1	0.1	0.1	0.028	0.728	
COCCIDIOSTATO	12.5	0.05	0.05	0.05	0.014	0.175	
OREVITOL	25	0.0125	0.0125	0.0125	0.0035	0.0875	
KIMYSO-500	35	0.003	0.003	0.003	0.0008	0.0294	
				100.000	28.000		

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ABC	1	mEq/Kg			438.6436	
ALMIDON		%			43.3829	
AME poultry	2	kcal/kg			11.701	
AME, broilers CVB	1	kcal/kg			11.467	
Arginine D	2	%	1.02		1.0911	
Arginine T	3	%			1.1816	

BED	4	mEq/Kg		190.3078	
Calcio	5	%	0.76	0.76	0.0133
CENIZA		%		2.3966	
Cloro	6	%	0.2	0.3256	
Colina	7	mg/kg	1800	1800	
Cystina T	11	%		0.3138	
Cystine D	12	%		0.2576	
ELN		%		56.7945	
Energia Metab.	14	kcal/kg	3180	3180	0.0003
Extracto etereo	15	%		6.7056	
FDA		%		4.3266	
FDN		%		12.7354	
Fenilalanina D	16	%		0.7989	
Fenilalanina T	17	%		0.8956	
Fibra cruda	18	%		2.3641	
Fosforo Disp.	21	%	0.38	0.38	0.1497
Fosforo fitico	79	%		0.2173	
Fosforo no fitico	80	%		0.38	
Fosforo Total	22	%		0.624	
Gly + Ser D	23	%		1.4839	
Gly + Ser T	24	%		1.7861	
Glycina T	25	%		0.8349	
Glycine D	26	%		0.6791	
Hierro	30	mg/kg		0.0648	
Histidina D	28	%		0.4431	
Histidina T	29	%		0.4983	
Isoleucina T	31	%		0.7727	
Isoleucine D	32	%	0.64	0.6873	
Leucina D	33	%		1.4837	
Leucina T	34	%		1.6274	
Linoleic Acid	35	%		3.1562	
Lysina D	36	%	0.97	0.97	0.0508
Lysina T	37	%		1.0838	
Materia seca	40	%		89.9522	
Met + Cys D	41	%	0.76	0.76	0.0943
Met + Cys T	42	%		0.8403	
Metionina D	43	%	0.4	0.4989	
Metionina T	44	%		0.5246	
pH	50	unidades		5.8808	
Phe + Tyr D	51	%		1.393	
Phe + Tyr T	52	%		1.5216	
PNA		%		11.9181	
Potassium	53	%	0.7	0.7	0.2691
Proteina Cruda	54	%	18.5	18.5	0.017
Serina D	58	%		0.7833	
Serina T	59	%		0.9084	

Sodium	61	%	0.2	0.2	0.0251
Treonina D	65	%	0.63	0.6315	
Treonina T	66	%		0.7169	
Triptofano D	67	%	0.17	0.2195	
Triptofano T	68	%		0.2414	
Tyrosina D	69	%		0.5815	
Tyrosina T	70	%		0.6426	
Valina D	72	%	0.73	0.7658	
Valina T	73	%		0.8827	

T-2 5% TRIGO

Plant: ACABADO
 Batch Size(PEN/kg): 28.0000
 Cost in PEN/kg: 1.8793
 Batch Cost(in PEN): 38.6197

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
MAIZ	0.93			60.728	17.0038	15.8136	
HARINA DE SOYA	1.96			18.4589	5.1685	10.1302	
SOYA INTEGRAL	1.815		8	8	2.24	4.0656	
TRIGO GRANO	1.5	5	5	5	1.4	2.1	
ACEITE SOYA	2.3			2.1668	0.6067	1.3954	
PROTEIKA, 60	2.35		2.4	2.0356	0.57	1.3394	
FOSFATO DICALCICO, 18/19	2.6			1.5017	0.4205	1.0933	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.175			0.7771	0.2176	0.0381	
SAL COMUN	0.65			0.3104	0.0869	0.0565	
METIONINA, 99	11.48			0.2368	0.0663	0.761	
BICARBONATO DE SODIO	2.24	0.2		0.2	0.056	0.1254	
L-LISINA, 78	6.9			0.193	0.054	0.3728	
CLORURO COLINA	4.22			0.1196	0.0335	0.1413	
SECUESTRANTE MICOTOX	5.5	0.1	0.1	0.1	0.028	0.154	
PREMIX VIT+MIN	26	0.1	0.1	0.1	0.028	0.728	
COCCIDIOSTATO	12.5	0.05	0.05	0.05	0.014	0.175	
OREVITOL	25	0.0125	0.0125	0.0125	0.0035	0.0875	
L-TREONINA, 98.5	7			0.0067	0.0019	0.0132	
KIMYSO-500	35	0.003	0.003	0.003	0.0008	0.0294	
				100.000	28		

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ABC	1	mEq/Kg			450.6414	
ALMIDON		%			43.1852	
AME poultry	2	kcal/kg			165.9664	
AME, broilers CVB	1	kcal/kg			154.2729	
Arginine D	2	%	1.02		1.0873	
Arginine T	3	%			1.1776	

BED	4	mEq/Kg		185.9534	
Calcio	5	%	0.76	0.76	0.0133
CENIZA		%		2.4105	
Cloro	6	%	0.2	0.3256	
Colina	7	mg/kg	1800	1800	
Cystina T	11	%		0.3136	
Cystine D	12	%		0.2577	
ELN		%		56.5663	
Energia Metab.	14	kcal/kg	3180	3180	0.0003
Extracto etereo	15	%		6.8098	
FDA		%		4.3258	
FDN		%		12.6679	
Fenilalanina D	16	%		0.7977	
Fenilalanina T	17	%		0.8946	
Fibra cruda	18	%		2.4144	
Fosforo Disp.	21	%	0.38	0.38	0.1498
Fosforo fitico	79	%		0.2168	
Fosforo no fitico	80	%		0.38	
Fosforo Total	22	%		0.6211	
Gly + Ser D	23	%		1.4351	
Gly + Ser T	24	%		1.7263	
Glycina T	25	%		0.8259	
Glycine D	26	%		0.6721	
Hierro	30	mg/kg		0.0648	
Histidina D	28	%		0.439	
Histidina T	29	%		0.4943	
Isoleucina T	31	%		0.7709	
Isoleucine D	32	%	0.64	0.685	
Leucina D	33	%		1.4576	
Leucina T	34	%		1.6026	
Linoleic Acid	35	%		3.2167	
Lysina D	36	%	0.97	0.97	0.0539
Lysina T	37	%		1.0826	
Materia seca	40	%		89.87	
Met + Cys D	41	%	0.76	0.76	0.0955
Met + Cys T	42	%		0.8398	
Metionina D	43	%	0.4	0.4989	
Metionina T	44	%		0.5243	
pH	50	unidades		5.887	
Phe + Tyr D	51	%		1.3528	
Phe + Tyr T	52	%		1.4769	
PNA		%		12.1522	
Potassium	53	%	0.7	0.7	0.2714
Proteina Cruda	54	%	18.5	18.5	0.015
Serina D	58	%		0.7865	
Serina T	59	%		0.91	

Sodium	61	%	0.2	0.2	0.0251
Treonina D	65	%	0.63	0.63	0.053
Treonina T	66	%		0.7164	
Triptofano D	67	%	0.17	0.218	
Triptofano T	68	%		0.2402	
Tyrosina D	69	%		0.5761	
Tyrosina T	70	%		0.6386	
Valina D	72	%	0.73	0.7613	
Valina T	73	%		0.8781	

T-3 10% TRIGO

Plant: ACABADO
 Batch Size(PEN/kg): 28.0000
 Cost in PEN/kg: 1.9080
 Batch Cost(in PEN): 39.4230

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
MAIZ	0.93			55.7338	15.6055	14.5131	
HARINA DE SOYA	1.96			18.4346	5.1617	10.1169	
TRIGO GRANO	1.5	10	10	10	2.8	4.2	
SOYA INTEGRAL	1.815		8	8	2.24	4.0656	
ACEITE SOYA	2.3			2.4113	0.6752	1.5529	
PROTEIKA, 60	2.35		2.4	1.7621	0.4934	1.1594	
FOSFATO DICALCICO, 18/19	2.6			1.5112	0.4231	1.1001	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.175			0.7988	0.2237	0.0391	
SAL COMUN	0.65			0.3136	0.0878	0.0571	
METIONINA, 99	11.48			0.2395	0.0671	0.77	
BICARBONATO DE SODIO	2.24	0.2		0.2	0.056	0.1254	
L-LISINA, 78	6.9			0.1975	0.0553	0.3816	
CLORURO COLINA	4.22			0.1171	0.0328	0.1384	
SECUESTRANTE MICOTOX	5.5	0.1	0.1	0.1	0.028	0.154	
PREMIX VIT+MIN	26	0.1	0.1	0.1	0.028	0.728	
COCCIDIOSTATO	12.5	0.05	0.05	0.05	0.014	0.175	
L-TREONINA, 98.5	7			0.015	0.0042	0.0295	
OREVITOL	25	0.0125	0.0125	0.0125	0.0035	0.0875	
KIMYSO-500	35	0.003	0.003	0.003	0.0008	0.0294	
				100	28.000		

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ABC	1	mEq/Kg			462.6518	
ALMIDON		%			42.9874	
AME poultry	2	kcal/kg			320.2883	
AME, broilers CVB	1	kcal/kg			297.1337	
Arginine D	2	%	1.02		1.0834	
Arginine T	3	%			1.1735	
BED	4	mEq/Kg			181.5964	

Calcio	5	%	0.76	0.76	0.0133
CENIZA		%		2.4245	
Cloro	6	%	0.2	0.3255	
Colina	7	mg/kg	1800	1800	
Cystina T	11	%		0.3134	
Cystine D	12	%		0.2577	
ELN		%		56.338	
Energia Metab.	14	kcal/kg	3180	3180	0.0003
Extracto etereo	15	%		6.9139	
FDA		%		4.3251	
FDN		%		12.6004	
Fenilalanina D	16	%		0.7966	
Fenilalanina T	17	%		0.8935	
Fibra cruda	18	%		2.4647	
Fosforo Disp.	21	%	0.38	0.38	0.1498
Fosforo fitico	79	%		0.2162	
Fosforo no fitico	80	%		0.38	
Fosforo Total	22	%		0.6182	
Gly + Ser D	23	%		1.3862	
Gly + Ser T	24	%		1.6662	
Glycina T	25	%		0.8168	
Glycine D	26	%		0.665	
Hierro	30	mg/kg		0.0648	
Histidina D	28	%		0.4348	
Histidina T	29	%		0.4901	
Isoleucina T	31	%		0.769	
Isoleucine D	32	%	0.64	0.6826	
Leucina D	33	%		1.4313	
Leucina T	34	%		1.5777	
Linoleic Acid	35	%		3.2773	
Lysina D	36	%	0.97	0.97	0.0539
Lysina T	37	%		1.0815	
Materia seca	40	%		89.7878	
Met + Cys D	41	%	0.76	0.76	0.0955
Met + Cys T	42	%		0.8392	
Metionina D	43	%	0.4	0.4989	
Metionina T	44	%		0.524	
pH	50	unidades		5.8931	
Phe + Tyr D	51	%		1.3124	
Phe + Tyr T	52	%		1.4321	
PNA		%		12.3864	
Potassium	53	%	0.7	0.7	0.2714
Proteina Cruda	54	%	18.5	18.5	0.015
Serina D	58	%		0.7897	
Serina T	59	%		0.9116	
Sodium	61	%	0.2	0.2	0.0251

Treonina D	65	%	0.63	0.63	0.053
Treonina T	66	%		0.7173	
Triptofano D	67	%	0.17	0.2164	
Triptofano T	68	%		0.2389	
Tyrosina D	69	%		0.5706	
Tyrosina T	70	%		0.6345	
Valina D	72	%	0.73	0.7568	
Valina T	73	%		0.8736	

T-4 15% TRIGO

Plant: ACABADO
 Batch Size(PEN/kg): 28.0000
 Cost in PEN/kg: 1.9367
 Batch Cost(in PEN): 40.2263

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (PEN)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(PEN)	Shadow
MAIZ	0.93			50.7397	14.2071	13.2126	
HARINA DE SOYA	1.96			18.4102	5.1549	10.1035	
TRIGO GRANO	1.5	15	15	15	4.2	6.3	
SOYA INTEGRAL	1.815		8	8	2.24	4.0656	
ACEITE SOYA	2.3			2.6558	0.7436	1.7103	
FOSFATO DICALCICO, 18/19	2.6			1.5206	0.4258	1.107	
PROTEIKA, 60	2.35		2.4	1.4885	0.4168	0.9795	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.175			0.8204	0.2297	0.0402	
SAL COMUN	0.65			0.3169	0.0887	0.0577	
METIONINA, 99	11.48			0.2423	0.0678	0.7789	
L-LISINA, 78	6.9			0.202	0.0566	0.3903	
BICARBONATO DE SODIO	2.24	0.2		0.2	0.056	0.1254	
CLORURO COLINA	4.22			0.1147	0.0321	0.1355	
SECUESTRANTE MICOTOX	5.5	0.1	0.1	0.1	0.028	0.154	
PREMIX VIT+MIN	26	0.1	0.1	0.1	0.028	0.728	
COCCIDIOSTATO	12.5	0.05	0.05	0.05	0.014	0.175	
L-TREONINA, 98.5	7			0.0234	0.0065	0.0458	
OREVITOL	25	0.0125	0.0125	0.0125	0.0035	0.0875	
KIMYSO-500	35	0.003	0.003	0.003	0.0008	0.0294	
				100	28.000		

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
ABC	1	mEq/Kg			474.6621	
ALMIDON		%			42.7895	
AME poultry	2	kcal/kg			474.6102	
AME, broilers CVB	1	kcal/kg			439.9945	
Arginine D	2	%	1.02		1.0795	
Arginine T	3	%			1.1695	
BED	4	mEq/Kg			177.2393	

Calcio	5	%	0.76	0.76	0.0133
CENIZA		%		2.4385	
Cloro	6	%	0.2	0.3255	
Colina	7	mg/kg	1800	1800	
Cystina T	11	%		0.3132	
Cystine D	12	%		0.2577	
ELN		%		56.1097	
Energia Metab.	14	kcal/kg	3180	3180	0.0003
Extracto etereo	15	%		7.018	
FDA		%		4.3244	
FDN		%		12.5329	
Fenilalanina D	16	%		0.7955	
Fenilalanina T	17	%		0.8923	
Fibra cruda	18	%		2.515	
Fosforo Disp.	21	%	0.38	0.38	0.1498
Fosforo fitico	79	%		0.2156	
Fosforo no fitico	80	%		0.38	
Fosforo Total	22	%		0.6153	
Gly + Ser D	23	%		1.3373	
Gly + Ser T	24	%		1.6062	
Glycina T	25	%		0.8077	
Glycine D	26	%		0.6579	
Hierro	30	mg/kg		0.0648	
Histidina D	28	%		0.4306	
Histidina T	29	%		0.486	
Isoleucina T	31	%		0.7671	
Isoleucine D	32	%	0.64	0.6803	
Leucina D	33	%		1.4051	
Leucina T	34	%		1.5527	
Linoleic Acid	35	%		3.3379	
Lysina D	36	%	0.97	0.97	0.0539
Lysina T	37	%		1.0803	
Materia seca	40	%		89.7057	
Met + Cys D	41	%	0.76	0.76	0.0955
Met + Cys T	42	%		0.8387	
Metionina D	43	%	0.4	0.4989	
Metionina T	44	%		0.5237	
pH	50	unidades		5.8992	
Phe + Tyr D	51	%		1.2721	
Phe + Tyr T	52	%		1.3874	
PNA		%		12.6206	
Potassium	53	%	0.7	0.7	0.2714
Proteina Cruda	54	%	18.5	18.5	0.015
Serina D	58	%		0.7929	
Serina T	59	%		0.9133	
Sodium	61	%	0.2	0.2	0.0251

Treonina D	65	%	0.63	0.63	0.053
Treonina T	66	%		0.7183	
Triptofano D	67	%	0.17	0.2147	
Triptofano T	68	%		0.2376	
Tyrosina D	69	%		0.5651	
Tyrosina T	70	%		0.6305	
Valina D	72	%	0.73	0.7523	
Valina T	73	%		0.869	

8.3 Fotos del experimento



Foto 1: Galpón experimental



Foto 2: Recolección de datos (pesos)



Foto 3: Distribución según tratamiento y repeticiones



Foto 4: Fase final del proyecto



Foto 5: Evaluación de grasa abdominal y molleja.