



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/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:

"Efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutra en la dieta sobre el desarrollo y respuesta productiva de pollas de levante"

presentado por:


ZAMORA RAMOS CÉSAR MAURICIO

Estudiante del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**. El resultado obtenido es 9% 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, 06 de octubre del 2023


.....
Dr. JUAN RAMON CANEPA ARCOS
Director de unidad de investigación
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**“EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA EN LA
DIETA SOBRE EL DESARROLLO Y RESPUESTA PRODUCTIVA DE POLLAS DE
LEVANTE”**

Línea de investigación de la Facultad:

Producción animal

Línea de investigación de la Universidad:

Salud pública y conservación del medio ambiente

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

AUTOR

Bach. CÉSAR MAURICIO ZAMORA RAMOS

ASESOR

ELIAS SALVADOR TASAYCO, PhD.

ICA, Perú

2024

DEDICATORIA

Lo dedico a mis padres por su continuo apoyo a lo largo de mi formación profesional, quienes día a día me motivan a mejorar; a mi abuela quien es una de mis pilares en la vida y una gran guía; a mis hermanos y tíos y tías por ser de gran ayuda en mi proceso de formación; a mi pareja por haberme apoyado y animado en este largo camino.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y soporte en cada paso a cumplir para la culminación de esta meta.

A mis padres César y María y mis hermanos Cinthia y Guillermo, que día a día me apoyaron, comprendieron y animaron en la importancia de poder continuar en el aprendizaje de esta hermosa carrera. A mis tíos y tías que siempre estuvieron apoyándome y motivándome en superarme profesionalmente. A mi querida abuela Florentina por ser una guía en mi vida. A mi pareja y su familia por brindarme siempre su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A los amigos que gané en mi experiencia laboral, por su apoyo y consejos en lograr culminar esta meta.

A los docentes de mi Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por sus enseñanzas y experiencias compartidas a lo largo de mi formación académica, así mismo a los médicos veterinarios con los cuales tuve la fortuna de cruzarme en el ámbito laboral y sus grandes consejos de vida.

A mi asesor PhD. Elías Salvador Tasayco por la paciencia, enseñanza y orientación en las largas horas de trabajo a lo largo de esta investigación.

INDICE DE CONTENIDOS

	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	1
II	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	10
	2.1 Nivel y tipo de investigación	10
	2.2 Fecha y lugar de ejecución del experimento	11
	2.3 Localización geográfica y meteorológica	11
	2.4 Materiales y equipo	11
	2.5 Alimentación y formulación de las dietas	11
	2.6 Programa sanitario y de manejo	12
	2.7 Variables evaluadas	12
	2.8 Diseño experimental de la investigación	13
	2.8.1 Tamaño de muestra de gallinas a utilizar	14

2.9	Tratamientos experimentales	14
2.10	Técnicas e instrumentos de la recolección de información	14
2.11	Análisis estadístico	15
III	RESULTADOS	16
IV	DISCUSIÓN	20
V	CONCLUSIONES	25
VI	RECOMENDACIONES	26
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
VIII	ANEXOS	32

INDICE DE TABLAS

N°		Pág.
01	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el peso vivo a las 18 y 27 semanas de edad	16
02	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre la ganancia de peso vivo a las 18, 20 y 27 semanas de edad	16
03	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre la longitud del metatarso a las 20 semanas de edad	17
04	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el peso relativo de la molleja (PRM) a las 20 y 27 semanas de edad	17
05	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el consumo de alimento de 15 a 18 semanas y de 20 a 27 semanas de edad	18
06	Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el índice de conversión alimenticia y eficiencia energética bruta de pollas de 15 a 18 semanas de edad	18

INDICE DE FIGURAS

01	Rotular casilleros de cada unidad experimental	57
02	Se dio inicio a fase de pre- postura	58
03	Se dio inicio a fase de pre- postura	58
04	Pesos de mollejas	59
05	Pesos de mollejas	59
06	Preparación de alimentos	60

INDICE DE ANEXOS

N°		Pág.
01	Fórmulas de las dietas utilizadas	32
02	Resultados de análisis estadístico	50
03	Fotos del desarrollo del experimento	57

RESUMEN

“Efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutra en la dieta sobre el desarrollo y respuesta productiva de pollas de levante”

INTRODUCCIÓN: en la fase de desarrollo de las pollas de reemplazo para postura es importante el contenido de fibra cruda en la dieta, sin embargo, no se cuenta con datos acerca de la fibra detergente neutra. **OBJETIVO:** determinar el efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutro en la dieta sobre el desarrollo de pollas para postura de la línea genética LOHMANN Brown y su evaluación económica. **MÉTODOS:** Se utilizaron 96 pollas de reemplazo para postura de la línea Lohmann Brown de 15 semanas de edad. Se diseñaron 3 tratamientos: dieta con 16.85% (T-1), 17.7% (T-2) y 18.54% (T-3) de FDN. Las pollas y tratamientos fueron distribuidas aleatoriamente bajo un diseño de bloques completo al azar. Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de peso vivo corporal, ganancia de peso, longitud del metatarso, peso relativo de la molleja, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, eficiencia energética, producción de huevo, costo de alimentación, margen bruto y retribución económica. **RESULTADOS:** los diferentes niveles de fibra detergente neutra de las dietas no tuvieron efecto significativo sobre los indicadores de desarrollo, a excepción del peso relativo de molleja que fue significativa, no se afectaron los indicadores productivos de peso vivo corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, producción de huevos, índice de conversión alimenticia y eficiencia energética. El costo de alimentación, margen y retribución económica fue mejor para la dieta con bajo nivel de FDN. **CONCLUSIÓN:** las pollas de reemplazo tienen similar respuesta con valores entre 16.85 y 18.54% de FDN en la fase de 15 a 18 semanas de edad. Las pollas que consumieron los altos niveles de FDN lograron un mayor peso relativo de la molleja.

Palabras claves: dieta fibra detergente neutra molleja peso pollas

ABSTRACT

“Effect of different levels of neutral detergent fiber in the diet on the development and productive response of rearing pullets”

INTRODUCTION: in the development phase of replacement pullets for laying, the crude fiber content in the diet is important, however, there are no data about neutral detergent fiber. **OBJECTIVE:** to determine the effect of different levels of neutral detergent fiber in the diet on the development of pullets for laying of the LOHMANN Brown genetic line and its economic evaluation. **METHODS:** 96 15-week-old Lohmann Brown replacement pullets were used. 3 treatments were designed: diet with 16.85% (T-1), 17.7% (T-2) and 18.54% (T-3) of NDF. Pullets and treatments were randomized under a randomized complete block design. Each of the treatments had 4 repetitions, giving a total of 12 experimental units. The variables of live body weight, weight gain, metatarsal length, relative weight of the gizzard, feed consumption, feed conversion ratio, energy efficiency, egg production, feed cost, gross margin and economic compensation were evaluated. **RESULTS:** the different levels of neutral detergent fiber in the diets did not have a significant effect on the development indicators, except for the relative weight of the gizzard, which was significant. The productive indicators of live body weight, weight gain, consumption of feed, egg production, feed conversion ratio and energy efficiency. The cost of feeding, margin and economic compensation was better for the diet with low level of NDF. **CONCLUSION:** replacement pullets have a similar response with values between 16.85 and 18.54% of NDF in the phase of 15 to 18 weeks of age. Pullets consuming the high levels of NDF achieved a higher relative gizzard weight.

Keywords: diet neutral detergent fiber gizzard weight pullets

I. INTRODUCCION

Las fórmulas de las dietas que se utilizan actualmente en la fase final del desarrollo de pollas de reemplazo y pre postura no consideran el nivel de fibra detergente neutra, que es un componente del alimento muy importante en esta fase y que está relacionado con diferentes características, como por ejemplo el desarrollo de órgano como la molleja y consecuentemente un mayor consumo de alimento y mejor respuesta de las pollas. A nivel comercial, desde el punto de vista nutricional y de la importancia de la fibra en esta fase no hay una estrategia eficiente para promover una mejor respuesta. Una mejora en esta fase implica una mejora en la respuesta productiva en las fases siguientes. Si bien la guía de recomendación nutricional de la línea Lohmann considera el concepto de fibra cruda, este concepto desde sus inicios ha sido cuestionado. Esta fracción proximal es muy relativo y compleja, por lo que solo debe servir como referencia. El concepto de fibra detergente neutra (FDN) nos permite precisar mejor, que la fibra cruda, sus efectos sobre la respuesta de las aves.

A nivel de la industria avícola de producción de huevos para consumo humano se presentan una serie de desafíos que influyen negativamente sobre la respuesta productiva de las gallinas, muchos de ellos están relacionados con la nutrición y especialmente en la fase de desarrollo y pre postura. Actualmente tenemos líneas genéticas con un mejor potencial productivo para el cual es necesario ajustar los aportes nutricionales para sostener dicha producción.

Existe una relación entre la FDN en la dieta y el desarrollo de los órganos del ave. Un estudio de Rodrigues *et al.* (1) observaron los mayores pesos de hígado e intestino con 18.5% de FDN en la dieta lo que puede estar asociados a efectos negativos de la fibra sobre la digestión y absorción de nutrientes, y a la fracción fibrosa del salvado de trigo, que puede incrementar la viscosidad intestinal y cambiar la morfología y fisiología entérica, modificando así la tasa de pasaje y desregulando la función hormonal, induciendo una mayor actividad de estos órganos y aumentando el peso relativo de los mismos. Según Marcato *et al.* (2), el hígado es el principal órgano metabólico del cuerpo, por lo que los factores nutricionales pueden interferir en su función y el cambio en el tamaño de este órgano puede ser causado por la modulación de la actividad metabólica. Por lo tanto, debido a la capacidad de adsorción de los polisacáridos no amiláceos (PNA) por las sales biliares, el mayor peso relativo del hígado de las pollitas alimentadas con niveles crecientes de FDN puede ocurrir de acuerdo con la mayor actividad de este órgano.

Un aumento de la fracción de fibra dietética puede disminuir la utilización de nutrientes y, por lo tanto, reducir la energía metabolizable del alimento y disminuir la tasa de crecimiento de las aves (3). El aumento del nivel de FDN en la dieta para las gallinas ponedoras en fase de crecimiento por encima del 14.50% disminuye la digestibilidad de los nutrientes y la energía metabolizable

de la dieta; sin embargo, no afecta la composición de la canal, la calidad ósea, la ingesta de alimento y el aumento de peso, aunque puede afectar la conversión alimenticia de pollitas de raza liviana (1).

El sistema de "fibras detergentes" fue establecida por van Soest (4). Este sistema incluye dos fracciones, la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida. Esto se ideó para separar la "hemicelulosa" más fermentable de la celulosa menos digerible y la lignina, y fue una medida mucho mejor de la fibra en comparación con la fibra bruta. Sin embargo, los formuladores de alimentos comerciales lo han ignorado en gran medida, a pesar de mucha investigación y refinamiento (5).

Se sabe que la adición de fibra en los alimentos para pollos diluye los nutrientes; como resultado, esto puede reducir la digestibilidad y el rendimiento de los nutrientes. Sin embargo, estudios recientes sugieren que la inclusión moderada de fibras insolubles (2 a 3%) puede estimular el desarrollo de la molleja, lo que podría resultar en una mejor utilización de nutrientes y crecimiento de pollitos. Las fuentes de fibra evaluadas anteriormente estaban sujetas a una amplia fluctuación en su composición nutricional y química debido a variaciones en el procesamiento (6).

En este sentido, a nivel comercial se utiliza aun el concepto de fibra cruda. Siendo más conveniente el uso del concepto de FDN, por lo que se debe evaluar para determinar el nivel adecuado, dado que tanto un exceso como un déficit puede afectar el desarrollo de órganos y consecuentemente la respuesta productiva.

Antecedentes de la investigación.

Donadelli *et al.* (6) en el año 2019 llevaron a cabo un estudio para determinar el efecto de la fuente de fibra dietética y el tamaño de las partículas sobre el desempeño del pollito de un día y la digestibilidad de los nutrientes. Los pollitos de un día (8 pollitos por jaula, 5 jaulas por tratamiento) fueron alimentados con dietas que contenían 3% de sepiolita (SEP), celulosa (CEL), pulpa de remolacha gruesa (BP), BP fina, pasto *Miscanthus* grueso (MG), y bien MG. Al final de los días 7, 14 y 21, se pesaron los pollos y las dietas experimentales para calcular la ganancia diaria promedio y la ingesta de alimento. Además, se recolectaron las excretas de las 48 h previas de cada punto de captura de datos para determinar la digestibilidad de los nutrientes. En general, los pollitos alimentados con dietas que contienen fibra consumieron más alimento, ganaron más peso y tuvieron una mejor tasa de conversión alimenticia que las aves alimentadas con la dieta SEP. El tamaño de partícula de la fibra no tuvo efecto sobre el comportamiento de los pollitos; sin embargo, la utilización de nutrientes fue mayor ($P < 0.05$) para pollos alimentados con partículas de fibra gruesa en comparación con estos alimentados con partículas de fibra fina. Las aves alimentadas con dietas que contienen MG tuvieron un desempeño similar a los pollitos

alimentadas con CEL alimentadas ($P > 0.05$), pero los coeficientes de digestibilidad de las aves alimentadas con dietas BP fueron generalmente más altos que los pollitos alimentados con dietas MG. En conclusión, los pollitos se desempeñaron mejor con fibra en su dieta y la MG fue comparable a la CEL.

Ormaeche (7) en el año 2019 realizó un estudio para determinar el efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutra en la dieta sobre la respuesta productiva y económica de pollos de engorde en la fase de acabado. Utilizó 80 pollos de engorde de sexo macho, de la línea genética Cobb 500 de 28 días de edad. Se diseñaron cuatro formulas con diferentes niveles de fibra detergente neutra: 11% (T-1), 11.5% (T-2), 12% (T-3) y 12.5% (T-4). Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada uno de los tratamientos tuvo cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Se evaluaron las variables de peso vivo, ganancia de peso, uniformidad, consumo de alimento, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica, eficiencia energética bruta, mortalidad y retribución económica. La respuesta productiva de peso vivo, ganancia de peso, uniformidad, consumo de alimento, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica, eficiencia energética bruta se mantuvieron constante y la retribución económica fue más alta para el grupo de aves que consumieron la dieta con 11.5 y 12% de fibra detergente neutra. Concluye que es posible utilizar niveles entre 11.5 y 12% de FDN en la dieta para mejorar la retribución económica sin afectar negativamente la respuesta productiva de los pollos de engorde en la fase de acabado de 28 a 42 días de edad.

Augustyn and Barteczko (8), realizaron un estudio con el objetivo de evaluar qué parámetros de fibra, fibra cruda, fibra detergente (FDN o ADF) o fibra dietética pueden predecir la variación en el pH y la viscosidad intestinal de la digesta del yeyuno de engorde, así como en la longitud del intestino y en el peso de la molleja. La fibra se determinó usando el método de Hennenberg-Stohmann (fibra bruta), el método Van Soest (FDN, ADF) y el método enzimático-gravimétrico según el método AOAC 991.43 (soluble, insoluble y fibra dietética total). Se dividieron aleatoriamente 110 pollos de engorde a la edad de 14-49 días en 10 grupos de 11 y se alimentaron *ad libitum*. El grupo control no recibió trigo en mezclas concentradas. En grupos experimentales, los pollos fueron alimentados con mezclas que contenían 730 g / kg de grano de trigo (*Triticum aestivum*) de diferentes cultivares. Además del trigo, en las mezclas de concentrados había harina de soya (150 g / kg), harina de pescado (80 g / kg) y aditivos vitamínicos minerales (40 g / kg). El contenido intestinal total (muestras de yeyuno) se recolectó desde el extremo de la escisión duodenal hasta el divertículo de Meckel. El pH y la viscosidad intestinal se midieron en fracción líquida de digesta. El contenido de fibra bruta de las muestras de trigo varió de 19,9 a 27,4 g / kg de materia seca, NDF de 109,5 a 201,1 g / kg de materia seca, ADF de 30,6 a 51,8 g / kg seco materia y fibra dietética total de 123,0 a 152,7 g / kg de materia seca. El valor promedio del pH

fue de 6. Además, la longitud promedio del intestino fue de 107,3 cm (yeyuno); 73,52 cm (íleon) y el peso medio de la molleja fue de 35,7 g. Se determinaron los coeficientes de correlación entre los parámetros medidos y el contenido de fibra. Se encontró una correlación significativa ($P < 0.05$) entre el contenido de FDN y el pH y entre el contenido de IDF (DF insoluble) y el pH. La correlación entre la viscosidad intestinal y el contenido de IDF fue alta pero no estadísticamente significativa.

Walugembe *et al.* (9), diseñaron un experimento para determinar los efectos de la alimentación de fibra dietética alta sobre el rendimiento, la concentración cecal de ácidos grasos de cadena corta (SCFA) y la ecología microbiana cecal de pollos de engorde y ponedoras. Todas las dietas fueron formuladas para cumplir o exceder los estándares NRC (9) para pollitos iniciadores con la dieta baja en fibra basada en harina de soya de maíz (SBM) y la dieta alta en fibra formulada usando maíz-soya y granos de destilado seco soluble (DDGS) y salvado de trigo. La dieta con mayor contenido de fibra contenía tanto 60,0 g / kg de DDGS y salvado de trigo de 1 a 12 días y 80,0 g / kg de DDGS y salvado de trigo de 13 a 21 días. El experimento utilizó un diseño completamente aleatorizado con una distribución factorial 2 x 2 de tratamientos que consta de dos concentraciones dietéticas de fibra (fibra inferior y superior) y dos líneas de pollo (pollo de engorde y postura) alimentadas de 1 a 21 d. Los pollos de engorde Ross 308 y los polluelos machos Hy-line W36 se alojaron en jaulas de batería en una habitación con control ambiental con acceso ad libitum a la alimentación y al agua. La ganancia diaria promedio (ADG), la ingesta diaria promedio de alimento (ADFI) y la eficiencia de la alimentación (FE) se calcularon durante los períodos de alimentación de 1-12 y 1-21 d. Las muestras de excreta se recolectaron al final del experimento para determinar la digestibilidad de la energía metabolizable aparente corregida con nitrógeno (AMEn) y la fibra neutra detergente (aNDF). Las muestras Cecal se recogieron al final del experimento para determinar la concentración de AGCC y la ecología microbiana. Los resultados indican que la dieta con mayor cantidad de fibra dietética redujo significativamente la ADG de pollos de engorde durante los períodos 1-12 d y 1-21 d, pero no tuvo efecto sobre ADG de pollos de postura, lo que resultó en una interacción significativa ($P \leq 0.01$). La digestibilidad de la fibra detergente neutra fue mayor en pollos de ponedoras en comparación con pollos de engorde independientemente de la dieta ($P < 0.01$), y la mayor concentración de fibra dietética resultó en un aumento de la desaparición de aNDF ileal ($P < 0.01$) y total ($P < 0.02$) en ambas líneas. Aunque la desaparición de FDN se alteró entre la línea y la dieta, AMEn no fue diferente ($P > 0.41$), lo que sugiere que la energía de la dieta no estaba limitando el rendimiento del crecimiento. El análisis de ácidos grasos de cadena corta Cecal mostró un aumento en la concentración de ácido acético ($P = 0.02$) y ácido propiónico ($P < 0.01$) en pollos de engorde en comparación con pollos de postura y el aumento de fibra dietética produjo una reducción significativa de ácido butírico ($P = 0.03$). Hubo variación en las comunidades microbianas cecales como resultado de la línea de

pollos y la modificación de la dieta. Estos resultados sugieren que los ingredientes alimenticios altos en fibra son los sustitutos adecuados para la suplementación de las dietas de iniciación de pollos de postura, pero no en los pollos de engorde.

Rodrigues *et al.* (1) llevaron a cabo un estudio para evaluar la digestibilidad de los nutrientes, el rendimiento, el desarrollo del tracto digestivo, la composición corporal y la calidad ósea de dos líneas de gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de FDN durante la fase de crecimiento desde la séptima a la duodécima semana de edad. Se distribuyeron un total de 1.296 aves en un diseño completamente al azar en un arreglo factorial de 2 x 3 (dos líneas x tres niveles de FDN) con cuatro repeticiones de 54 aves por tratamiento. Se asignaron pollitas semipesadas (Hy Line Brown) y de línea liviana (Lohman LSL) a tratamientos dietéticos que consistían en 14,50, 16,50 y 18,50% de FDN. Se observó una interacción entre las líneas y los niveles de FDN solo para la relación alimento / ganancia y las pollitas de cepa ligera tuvieron un rendimiento más bajo con 18.50% de FDN. Los niveles crecientes de FDN en la dieta redujeron los coeficientes de digestibilidad de materia seca, nitrógeno y energía bruta, y los valores de energía metabolizable. Los niveles más altos de FDN en la dieta aumentaron el peso relativo del hígado y los intestinos y redujeron el peso de la molleja. También se observaron diferencias entre la calidad ósea y la composición del fémur y tibia de gallinas ligeras y semipesadas. El aumento del nivel de FDN en la ración para las gallinas ponedoras en fase de crecimiento por encima del 14,50% disminuye la digestibilidad de los nutrientes y la energía metabolizable de la dieta; sin embargo, no afecta la composición de la canal, la calidad ósea, el consumo de alimento y el aumento de peso, aunque puede afectar la conversión alimenticia de pollitas de raza liviana

La palabra "fibra" utilizada en el contexto de la nutrición animal es amplia, confusa y químicamente mal definida. Es amplia porque tradicionalmente se ha referido a la fibra como el residuo orgánico que queda después de una serie de extracciones de ácido, alcalinas y / o detergentes. Es confuso porque se usan varios términos para describir la fibra, como Fibra bruta, Fibra detergente ácida, Fibra detergente neutra y Fibra dietética. Estos términos se refieren a una proporción de las mismas entidades químicas o todas las entidades, pero ninguna de las otras entidades. Tampoco se corresponden ni se relacionan entre sí de manera significativa. Está químicamente mal definido debido a la forma en que se obtienen todas estas fibras, excepto la Fibra Dietética, y se basa en extracciones de solventes que no distinguen entidades químicas específicas. Como la nutrición animal se trata cada vez más de producir "más con menos" de forma sostenible, cada nutriente que absorbe la matriz de nutrientes en los piensos debe ser analizado. En los últimos años, ha surgido un gran interés en saber lo que hace la fibra en las aves de corral. Para lograr esto, las entidades químicas que componen la fibra deben ser elucidadas, y sus propiedades físicas y funcionales deben ser entendidas adecuadamente (5).

La fibra dietética es considerada un material de la pared celular vegetal que no es digerido por enzimas endógenas (10, 11, 12). La pared celular de la planta está compuesta por polisacáridos no amiláceos (PNA) y lignina. La clasificación de los polisacáridos en función de las diferencias de solubilidad los ubica en las siguientes categorías: celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina (13). Sin embargo, la composición y la actividad fisiológica no se reflejan por completo en este tipo de clasificación. Las paredes de las células vegetales también contienen glicoproteínas, glicolípidos y polifenoles (8).

Una alimentación típica para pollos de engorde, por ejemplo, contiene 65% de granos de cereal, es decir, maíz o trigo, 25% de harina de soya y algunos otros ingredientes menores que componen el resto. El contenido de fibra cruda de dicha dieta es de alrededor del 2.5-3%, pero cuando se suman todos los nutrientes enumerados en la matriz, incluidos los ingredientes menores, generalmente representan menos del 90%. El 10% que falta representa el resto de la fibra total que no se captura en la determinación de la fibra cruda (5).

La fibra dietética es la parte comestible de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas. Las fibras dietéticas promueven efectos fisiológicos beneficiosos que incluyen laxación y / o atenuación del colesterol en la sangre y / o atenuación de la glucosa en sangre (AACC 2000). Sigue habiendo mucha controversia sobre esta definición (5). El término "fibra" se ha usado ampliamente para describir polisacáridos no almidón (PNA) y lignina, siendo este último un compuesto polifenólico. Sin embargo, hay una serie de problemas clave que los nutricionistas de aves de corral encuentran cuando se trata de fibra. Primero, hay muchos términos de fibra que son difíciles de diferenciar (5).

El Sistema de Análisis Próximo ideado por la estación de Weende en Alemania (14, 15) clasificó los carbohidratos en un componente más digerible, llamado "extracto libre de nitrógeno (NFE)" y un componente fibroso menos digerible, llamado Fibra Cruda. La ventaja del sistema era que la separación de los componentes de alimentación (NFE, CF, humedad, ceniza, extracto de éter, es decir, grasa bruta y proteína cruda) se basaba en procedimientos analíticos detallados. Tal enfoque creó un sistema que ha resistido la prueba del tiempo a pesar de los avances masivos en la ciencia analítica y la comprensión nutricional que han ocurrido desde que se introdujeron por primera vez hace unos 150 años (5).

Entonces, la fibra cruda se refiere al remanente orgánico de alimentos que era insoluble en ácido sulfúrico diluido y caliente e hidróxido de sodio. Representa porciones variables del PNA insoluble, que incluye celulosa y algo de "hemicelulosa". Esta variación en el valor de CF depende en gran medida del ingrediente y la naturaleza fisicoquímica del PNA presente en él. En primer

lugar, no se tiene en cuenta ninguna de los PNA solubles. Por ejemplo, gran parte de los polisacáridos pécticos, β -glucanos mixtos y arabinosilanos no se miden en absoluto. Además, es muy probable que parte de la celulosa amorfa, es decir, menos cristalina y menos lignificada, también pueda pasarse por alto por la medición de la fibra bruta ya que se basa en la extracción con ácido y álcali calientes durante un período de tiempo prolongado. Sin embargo, la industria avícola aún utiliza fibra cruda en la formulación de alimentos. Dado que casi todos los polisacáridos pécticos no se miden en fibra bruta, las fuentes de proteína vegetal que son ricas en estos polímeros, como la harina de soya, tienen una gran proporción de su fibra verdadera sin contabilizar. Como resultado, aproximadamente el 25% de la harina de soya no se puede ver en la mayoría de las bases de datos de nutrientes, que se utilizan para formular millones de toneladas de alimento (5).

Van Soest (4) reconoció que los valores de fibra bruta no eran representativos de los niveles reales de fibra de los alimentos. Hay dos tipos de fibra: una se conoce como Fibra Detergente Neutra (FDN) y otra como Fibra Detergente Ácida (FDA). Existe un grado de acuerdo entre los valores de FDN y los niveles totales de PNA para materias primas no leguminosas. Sin embargo, cuando se trata de leguminosas y semillas oleaginosas que son ricas en polisacáridos pécticos, el valor FDN se vuelve poco confiable porque no representa la mayoría, si no la totalidad, de PNA soluble presente en la alimentación. Esto significa que muchos de los polímeros pécticos, tales como galacturonanos, ramnogalacturonanos, arabinos y arabinogalactanos, no se contabilizarán. En la harina de soya, por ejemplo, hasta 35% de carbohidratos están presentes, de los cuales, aproximadamente 14% son azúcares solubles de bajo peso molecular, y 21% son PNA. Del PNA, entre el 5-7% son solubles (16). Los valores de FDN de la harina de soya oscilan entre el 7.4 y el 12.2% en base a materia seca o entre el 6.5 y el 10.7% sobre la base tal como (17). Esto sugiere que alrededor del 24-29% de los carbohidratos presentes en la harina de soya no son capturados por el proceso NDF. Por lo tanto, es difícil ver una gran relevancia del valor FDN para la nutrición animal monogástrica (5).

Desde un punto de vista químico, los valores de FDN y FDA no representan ninguna entidad específica. La FDN se refiere a la porción insoluble de PNA más lignina, y ADF se refiere a una porción insoluble de PNA insoluble compuesta en gran parte, pero no exclusivamente, de celulosa y lignina. Por lo tanto, la siguiente aproximación se usa comúnmente para derivar el valor de hemicelulosa: $FDN - FDA = \text{hemicelulosa}$. El término hemicelulosa es una definición inexacta que surgió de un malentendido de que los componentes en las paredes celulares de las plantas solubilizados por álcalis eran precursores de la celulosa (18), que ahora se sabe que es incorrecta. De hecho, la llamada hemicelulosa cubre arabinosilanos, β -glucanos mixtos, xiloglucanos, mananos, galactomananos, galactanos, arabinanos y cualquier otro polisacárido neutro distinto de

la celulosa. Pero el término todavía es utilizado por la industria y la academia como si fuera una sola entidad química (5)

La fracción insoluble de los polisacáridos no amiláceos se ha considerado tradicionalmente como una dilución de nutrientes en dietas de animales monogástricos (19). Debido a que la mayoría de los ingredientes de los alimentos de origen vegetal contienen cantidades considerables de polisacáridos no amiláceos, siendo la mayoría insolubles (20), la función fisiológica y nutricional de los polisacáridos no amiláceos insoluble tiene implicaciones prácticas para la alimentación y la industria de animales monogástricos (7).

Los PNA insolubles constituyen la mayor parte de la fibra total en las dietas, pero tienen poco o ningún efecto sobre la utilización de nutrientes en animales monogástricos (21). El PNA insoluble, sin embargo, no es inerte y no se puede descuidar su papel en la nutrición monogástrica. Uno de los atributos más importantes de los PNA insoluble es su capacidad para absorber grandes cantidades de agua y mantener la motilidad normal del intestino (22). Esto es esencial para la consistencia de las excretas en animales monogástricos. Los niveles elevados de fibra insoluble en la dieta acortan el tiempo de residencia de la digesta (23) y algunos argumentan que esto puede dar como resultado una baja digestibilidad de nutrientes. El razonamiento es que cuanto más tiempo se expone el alimento a los procesos digestivos en el intestino, más completa es la digestión (5). Esto ha resultado ser incorrecto, ya que la adición de fuentes de fibra insolubles al trigo de baja energía aumentó su valor de energía metabolizable para las aves de corral (24). En los últimos años, ha aumentado la evidencia para sugerir que la adición de materiales estructurales gruesos que consisten principalmente en fibra insoluble para las dietas avícolas mejora el desarrollo intestinal y, en algunos casos, la digestibilidad de los nutrientes (5).

La fibra dietética insoluble no se degrada por la fermentación microbiana y podría aumentar la producción fecal. En la ingesta de aves de corral, la excreción y la degradación de la fibra (FDN, ADF o CF) varían entre las diferentes especies (8).

La fibra insoluble en dietas monogástricas se ha considerado durante mucho tiempo como diluyente de nutrientes (25). La poca o ninguna degradación de la fibra insoluble en pollos resulta en un aumento del volumen de digerir en el tracto intestinal. Esto hace que su efecto sobre la población microbiana sea bastante insignificante (26, 27, 28). Dado que las dietas altas en fibras insolubles contienen poca energía, las aves tienden a aumentar el consumo de alimento como una forma de compensar la menor concentración de nutrientes en los alimentos (29). Los ingredientes alimenticios con alto contenido de fibra insoluble provocan un aumento en el volumen de la digesta que finalmente conduce a un rápido tránsito de digesta a través del GIT, a menos que el animal tenga una gran capacidad de sistema digestivo. Se ha informado que este efecto mejora la digestibilidad (26, 30, 31). Hay sugerencias de que la fibra disminuye la digestión de nutrientes

porque encapsula los nutrientes en la célula de la planta causando una reducción en la actividad de las enzimas digestivas. Se ha informado que la fibra insoluble tiene algunos efectos beneficiosos. Se observó una mejoría en la digestibilidad del almidón a partir del trigo y las papas cuando se incluyeron los cascaras de avena en las dietas de pollo (30, 31). Algunos experimentos han demostrado que mientras la fibra insoluble se incluya en las dietas de aves de corral a concentraciones moderadas, el rendimiento de las aves no se verá afectado a pesar del hecho de que la concentración de nutrientes de la dieta es reducida (32, 33). Sin embargo, el mecanismo de formulación de dietas con niveles moderados de fibra insoluble no es bien conocido (32).

Existe evidencia de que, a niveles más altos de fibra insoluble en la dieta, se libera más mucina para proteger el epitelio del daño físico y la invasión microbiana de los animales (34). Además, se produce hipertrofia del tracto digestivo y aumento de células epiteliales de reemplazo (35).

Ivanov et al. (36) demostraron que la suplementación de raciones con fibra insoluble (fibra detergente neutra de paja y fibra detergente ácida) redujo la digestibilidad de los otros nutrientes en los gansos.

Por otro lado, la inclusión de pequeñas cantidades de fibra insoluble (cáscara de avena) en la ración mejora el desarrollo de los órganos digestivos, la secreción de enzimas, la digestibilidad de los nutrientes y el crecimiento de los pollos de engorde (37, 38). Hasta cierto punto, el efecto está influenciado por el tamaño y el origen de las partículas de fibra, y se informó que los cascaras de avena ejercen un efecto más beneficioso que la celulosa pura (39). La fibra insoluble influye en la motilidad intestinal, la velocidad del movimiento del quimo y podría mejorar el contacto de las enzimas digestivas y sus sustratos (40). Sarikhan et al. (41) utilizaron un producto comercial especial que contenía un 72,5% de fibra cruda insoluble (90,5% de fibra neutra detergente) diseñada como suplemento alimenticio para aves de corral. Los experimentos demostraron un efecto beneficioso sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales, la motilidad intestinal, la digestibilidad de los nutrientes y los rasgos productivos en los pollos de engorde machos.

La fibra detergente neutra, referida a la fracción de fibra insoluble de la dieta, juega un rol clave en el proceso de digestión de los alimentos en las aves en general. Este componente no es considerado en las fórmulas en la fase de desarrollo. Tiene una relación con una mejor actividad fisiológica y mecánica de la molleja que contribuye a una mejor trituración y digestión de los alimentos de allí el interés de su evaluación. En la fase de postura, las gallinas para demostrar su potencial genético y buena respuesta productiva depende de la gestión adecuada de la nutrición y alimentación en la fase de desarrollo y preposición, tomando en cuenta los factores como la fibra insoluble que influyen sobre el desarrollo de la molleja.

Algunos experimentos han demostrado que mientras la fibra insoluble se incluya en las dietas de aves de corral a concentraciones moderadas, el rendimiento de las aves no se verá afectado a pesar del hecho de que la concentración de nutrientes de la dieta es reducida (32; 33). Sin embargo, el mecanismo de formulación de dietas con niveles moderados de fibra insoluble no es bien conocido (32).

Jeraci y Van Soest (42) consideraron que la FDN puede ser una medida importante para la caracterización de la fibra en la alimentación de las aves de corral en comparación con la FDA y Fibra cruda.

Se planteó la hipótesis que la dieta de alto nivel de fibra detergente neutra dietaría mejora el desarrollo e indicadores productivos de pollas para postura de la línea genética LOHMANN Brown, por lo que el estudio tuvo como objetivo de determinar el efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutro en la dieta sobre el desarrollo, respuesta productiva y costo de alimentación de pollas para postura de la línea genética LOHMANN Brown.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Nivel y tipo de investigación:

Investigación aplicada. Investigación experimental

2.2 Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente experimento se llevó a cabo en la unidad de investigación, enseñanza y extensión en gallinas de postura 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.

Fecha de inicio: enero del 2022

Fecha de culminación: abril del 2022

2.3 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 (43).

2.4 Materiales y equipo

a. Jaulas

El material utilizado para cada casillero es malla metálica. Cada una de las unidades experimentales tiene un comedero y bebedero independiente para efectos de determinar el consumo del alimento y se confeccionaron registros para la toma de los datos en cada una de las variables evaluadas.

2.5 Alimentación y formulación de las dietas

En el anexo se presentan las tres dietas utilizadas que fueron formuladas de acuerdo con cada tratamiento. Se tomó como referencia las especificaciones nutricionales de acuerdo con las recomendaciones de la línea genética de gallinas de postura LOHMANN Brown.

Definición teórica de las dietas:

Dieta T1: es una dieta con un nivel de 16.85% de fibra detergente neutra. Es isocalórica y similar niveles de nutrientes que las otras dos dietas.

Dieta T2: es una dieta con un nivel de 17.70% de fibra detergente neutra. Es isocalórica y similar niveles de nutrientes que las otras dos dietas.

Dieta T3: es una dieta con un nivel de 18.54% de fibra detergente neutra. Es isocalórica y similar niveles de nutrientes que las otras dos dietas.

Para la elaboración de las fórmulas de las dietas alimenticias se utilizó el Software de formulación Animal Feed Optimization Software (AFOS, 2021) y el LP máxima rentabilidad (44).

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

2.6 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.

2.7 Variables evaluadas:

Variable independiente:

Niveles de fibra detergente neutra en la dieta. Se utilizaron 3 niveles de FDN: 16.85%, 17.70% y 18.54%.

Variables dependientes:

Desarrollo y respuesta productiva:

a. Peso vivo: se pesaron las pollas individualmente (g/ave) al inicio del experimento para la distribución homogénea en las unidades experimentales y al final de las fases de desarrollo y fase de pre-postura. Se utilizó una balanza digital con 2.5 Kg de aproximación.

b. Ganancia de peso vivo: se calculó la ganancia de peso en base al peso final y peso inicial lo que se divide entre el número de días del estudio para generar los datos promedios en términos de g/ave/día

c. Longitud del metatarso: se midió con un calibrador Vernier digital. Se toma la medida antes de la base de los dedos hasta lo que forma el hueso en la articulación con el tibio-tarso en dirección cráneo-caudal.

d. Peso relativo de la molleja: se pesaron los pesos absolutos de las mollejas y se relacionó al peso vivo de las pollas (g/100 g de peso vivo)

d. Consumo de alimento: se midió como la diferencia del alimento ofrecido menos residuo que será calculado diariamente en g/ave/día y g/ave/semana

e. Índice de conversión alimenticia: se obtuvo del cálculo de la relación del consumo de alimento entre ganancia de peso. Las unidades de medida son en g/g.

f. Eficiencia energética: se obtuvo del cálculo del consumo de energía metabolizable (consumo de alimento * nivel de EM de la dieta) entre la ganancia de peso. Se representa en Mcal de EM consumida por Kg de ganancia de peso.

g. Margen bruto y retribución económica

- Costo de alimentación: calculado a partir del costo de la dieta y el consumo del alimento por cada tratamiento.

- Margen económico sobre costo de alimentación: calculado a partir del ingreso bruto (S/) por kg de peso vivo menos el costo de alimentación por cada Kg de ganancia de peso vivo.

- Retribución económica: calculado como la proporción del margen económico comparado a otros tratamientos.

2.8 Diseño experimental de la investigación:

Las pollas de reemplazo y los tratamientos fueron distribuidas siguiendo el protocolo de un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Cada uno de los tratamientos tuvo 4 repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales (8 gallinas por unidad experimental). Se utilizaron 32 pollas por tratamiento, con un total de 96 aves.

Modelo matemático

Se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

φ_{ij} = error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\varphi_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

2.8.1 Tamaño de muestra de gallinas a utilizar

Se utilizaron 96 pollas de reemplazo para postura de la línea genética LOHMANN Brown. El cálculo de la muestra se realizó utilizando el software GRAMNO (2021):

Dónde:

$Z\alpha$ = valor de Z correspondiente al riesgo α fijado = 0.05 (1.645);

$Z\beta$ = valor de Z correspondiente al riesgo β fijado = 0.20 (0.842);

S = desviación estándar (*) = ± 0.21 (índice de conversión alimenticia)

(*) = El valor referencial de desviación estándar de la variable índice de conversión alimenticia (g/g) se obtuvo de un estudio piloto previo en el galpón experimental (2021).

d = valor mínimo de la diferencia en la ganancia de peso de las pollas que se desea detectar = 0.22

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento = 20%

Tipo de contraste bilateral

Según el cálculo ejecutado y aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan 24 pollas de reemplazo en cada grupo para detectar una diferencia mínima de 0.22 entre dos grupos, asumiendo que existen 3 grupos y una desviación estándar de 0.21. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%.

Se aumentó a 32 pollas por tratamiento. Considerando 3 grupos experimentales como tratamiento y 4 repeticiones por cada uno, se tienen 12 unidades experimentales en total, y 8 gallinas por unidad, lo que corresponde a 96 pollas en total.

2.9 Tratamientos experimentales

T-1: Dieta con nivel bajo de FDN (16.85%)

T-2: Dieta con nivel medio de FDN (17.70%)

T-3: Dieta con nivel alto de FDN (18.54%)

2.10 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 el registro de todos los datos que corresponde a las variables dependientes en estudio como es el consumo de alimento, peso vivo, longitud del metatarso, tamaño, mortalidad.

c. Hojas de cálculo de Excel: se utilizó 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.

2.11 Análisis estadístico

Los datos de las variables cuantitativas evaluados fueron analizados como un diseño de bloques completamente aleatorizado con ANOVA unidireccional (one-way) utilizando el procedimiento GLM del software SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, 2021, v. 9.4) (45). Las variables paramétricas fueron analizadas con un ANOVA para muestras independientes. 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 (46).

Se utilizó el procedimiento LSMEANS para calcular las medias del tratamiento y se utilizó la opción PDIF de SAS para separar las medias si la diferencia es significativa (46).

Se realizaron análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey para evaluar la diferencia entre los grupos cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas (46).

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

Estadística descriptiva (Estadígrafos de posición y dispersión, como media aritmética, media geométrica, y desviación estándar).

III. RESULTADOS

3.1 Desarrollo de las pollas

En la tabla 1 se encuentran los resultados del efecto de los tres niveles de fibra detergente neutra (FDN) en la dieta sobre el peso vivo corporal a las 18 semanas en la condición de pollas y 27 semanas en la condición de ponedoras. Como se observa, no se encontró diferencias estadísticas ($P>0.05$) en los valores promedios de los pesos vivos.

Tabla 1. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el peso vivo a las 18 y 27 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>PESO INICIAL (g/ave) 15 semanas</i>	<i>PESO (g/ave) 18 semanas</i>	<i>PESO (g/ave) 27 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	1210.25 ±0.50	1582.50 ±50.5	1856.25 ±25.97
<i>FDN 17.70</i>	1210.00 ±1.15	1580.00 ±59.27	1877.50 ±33.98
<i>FDN 18.54</i>	1210.00 ±1.15	1582.00 ±15.29	1834.50 ±49.86
<i>PROBABILIDAD</i>			
<i>P-VALUE</i>	0.7703	0.9942	0.3307

En la tabla 2 se encuentran los resultados del efecto de los tres niveles FDN en la dieta sobre la ganancia de peso vivo corporal en los periodos de 15 a 18 semanas en la condición de pollas y 18 a 20 semanas en condición de pre-postura y de 20 a 27 semanas en la condición de ponedoras. Como se observa, no se encontró diferencias estadísticas ($P>0.05$) en los valores promedios de la ganancia de pesos vivos.

Tabla 2. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre la ganancia de peso vivo a las 18, 20 y 27 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Ganancia peso (g/ave) 15-18 semanas</i>	<i>Ganancia peso (g/ave) 18-20 semanas</i>	<i>Ganancia peso (g/ave) 20-27 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	372.25 ±50.74	183.50 ±29.59	90.25 ±31.92
<i>FDN 17.70</i>	370.00 ±60.34	179.25 ±25.18	118.25 ±21.86
<i>FDN 18.54</i>	372.00 ±15.89	201.00 ±27.92	51.50 ±56.54
<i>PROBABILIDAD</i>			
<i>P-VALUE</i>	0.9949	0.5737	0.1377

En la tabla 3 se encuentran los resultados del efecto de los tres niveles de FDN en la dieta sobre la longitud del metatarso a las 20 semanas de edad. Como se observa, no se encontró diferencias estadísticas ($P>0.05$) en los valores promedios de metatarso.

Tabla 3. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre la longitud del metatarso a las 20 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>MTT</i> (<i>cm</i>)	<i>MTT</i> (<i>cm</i>)
	<i>15 semanas</i>	<i>20 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	7.32 ±0.12	9.42 ±0.22
<i>FDN 17.70</i>	7.35 ±0.05	9.25 ±0.12
<i>FDN 18.54</i>	7.35 ±0.13	9.30 ±0.21
<i>PROBABILIDAD</i>		
<i>P-VALUE</i>	0.8966	0.4428

En la tabla 4 se observa que los diferentes niveles de FDN en la dieta afectan significativamente ($P<0.05$) el peso relativo de la molleja a las 20 semanas de edad. Conforme aumenta el nivel de FDN en la dieta el peso relativo de la molleja es mayor. A las 27 semanas de edad no se encontró diferencia significativa, sin embargo, existe una tendencia estadística ($P=0.0876$).

Tabla 4. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el peso relativo de la molleja (PRM) a las 20 y 27 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>PRM</i> (<i>g/100 g PV</i>)	<i>PRM</i> (<i>g/100 g PV</i>)	<i>PRM</i> (<i>g/100 g PV</i>)
	<i>15 semanas</i>	<i>20 semanas</i>	<i>27 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	2.49 ±0.15	1.53 ^b ±0.08	1.39 ±0.09
<i>FDN 17.70</i>	2.45 ±0.21	1.77 ^a ±0.11	1.46 ±0.04
<i>FDN 18.54</i>	2.46 ±0.14	1.94 ^a ±0.06	1.51 ±0.54
<i>PROBABILIDAD</i>			
<i>P-VALUE</i>	0.9686	0.0009	0.0876

3.2 Respuesta productiva

En la tabla 5 se observa que los diferentes niveles de FDN en la dieta no afectaron significativamente ($P>0.05$) el consumo de alimento en los periodos de 15 a 18 y de 20 a 27 semanas de edad.

Tabla 5. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el consumo de alimento de 15 a 18 semanas y de 20 a 27 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Consumo alimento (g/ave) 15-18 semanas</i>	<i>Consumo alimento (g/ave) 20-27 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	1704.50 ±23.45	7942.25 ±96.91
<i>FDN 17.70</i>	1697.75 ±16.80	7945.50 ±99.35
<i>FDN 18.54</i>	1720.50 ±35.04	7974.00 ±91.37
<i>PROBABILIDAD</i>		
<i>P-VALUE</i>	0.4948	0.8389

En la tabla 6 se observa que los diferentes niveles de FDN en la dieta no afectaron significativamente ($P>0.05$) el índice de conversión alimenticia y eficiencia energética bruta (conversión calórica) en los periodos de 15 a 18 semanas de edad.

Tabla 6. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el índice de conversión alimenticia y eficiencia energética bruta de pollas de 15 a 18 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>ICA (g/g) 15-18 semanas</i>	<i>EEB (Mcal/Kg) 15-18 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	4.63 ±0.56	12.750 ±1562
<i>FDN 17.70</i>	4.68 ±0.75	12.870 ±2081
<i>FDN 18.54</i>	4.63 ±0.23	12.737 ±652
<i>PROBABILIDAD</i>		
<i>P-VALUE</i>	0.9772	0.9772

En la tabla 7 se observa que los diferentes niveles de FDN en la dieta no afectaron significativamente ($P>0.05$) la producción de huevos a las 23 y 26 semanas de edad.

Tabla 7. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre la producción de huevos a las 23 y 26 semanas de edad

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>PH</i> (%)	<i>PH</i> (%)
	<i>23 semanas</i>	<i>26 semanas</i>
<i>FDN 16.85</i>	84.94 ±9.13	90.62 ±7.90
<i>FDN 17.70</i>	89.47 ±4.49	96.36 ±4.80
<i>FDN 18.54</i>	87.75 ±10.90	92.79 ±8.44
<i>PROBABILIDAD</i>		
<i>P-VALUE</i>	0.7913	0.4247

3.3 Evaluación económica

En la tabla 8 se presentan los resultados de la evaluación económica. El costo de alimentación fue menor para el nivel de 16.85% de FDN y el mas alto costo fue para el nivel de 17.70%. El mayor margen y retribución económica se obtuvo con el nivel de 16.85% de FDN

Tabla 8. Efecto de diferentes niveles de FDN sobre el costo de alimentación (CA), margen bruto (MB) y retribución económica (RE) de gallinas de postura

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>CA</i> (<i>S/Kg PV</i>)	<i>MB</i> (<i>S/</i>)	<i>RE</i> (%)
<i>FDN 16.85</i>	8.33295516	1.66704484	100
<i>FDN 17.70</i>	8.42865399	1.57134601	94.25
<i>FDN 18.54</i>	8.35797733	1.64202267	98.49

IV. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos del presente estudio, donde las características de desarrollo de las aves y los indicadores de producción no fueron afectadas significativamente con excepción del peso relativo de la molleja, podríamos indicar que el rango de 16.85% a 18.54% de fibra detergente neutra (FDN) en la dieta fueron suficientes para que las aves en condición de pollas o inicio de postura puedan adaptarse fisiológica y metabólicamente a la característica de la dieta y mantener la respuesta sin alteración.

Como se indicó, si bien las aves se adaptan a estos tipos de dietas de diferentes niveles de FDN, en este estudio es necesario describir las otras características de las dietas, ya que la respuesta del ave obedece muchas veces a la interacción del factor evaluado con los otros factores presente. Son dietas sin inclusión de aceite, pero con uso de harina integral de soya que fue en aumento conforme aumentaba el nivel de FDN lo que conllevó a un incremento del nivel de extracto etéreo (EE) que corresponde a los lípidos, desde 3.49 (T-1) a 5.62% (T-3), esto con el objetivo de mantener el nivel de energía metabolizable que fue de 2750 Kcal/Kg en las tres dietas evaluadas. La fuente principal de FDN fue el subproducto de trigo, cuya inclusión en la dieta fue incrementándose desde 13.90 a 19.97%. El nivel de fibra cruda fue de 3.12% en la dieta T-1, 3.43 en la dieta T-2 y 3.74% en la dieta del T-3. Desde el punto de vista económico, es necesario precisar que, bajo las condiciones del estudio, incrementar los niveles de FDN conllevó a un aumento leve del costo de la dieta (S/Kg) que fue desde S/ 1.79, S/ 1.800 y S/1.804 para T-1, T-2 y T-3 respectivamente.

En la fase de desarrollo de las pollas, si bien no existe una recomendación técnica del nivel de FDN adecuado, sin embargo, las dietas tradicionales son elaboradas con niveles de fibra cruda por encima de 3%. La guía de recomendación nutricional de la línea LOHMANN Brown (47) menciona que el cambio a la dieta de desarrollo (9 a 17 semanas) solo se debe hacer cuando se ha alcanzado el peso corporal estándar y una reducida densidad de nutrientes y un incremento del contenido de fibra cruda (5-6%) durante esta fase es beneficioso para mejorar la capacidad de alimentación (consumo), recomiendan un intervalo de energía metabolizable entre 2700 a 2750 Kcal/Kg. Comparando estas recomendaciones con las dietas utilizadas en este estudio, los niveles de fibra cruda (3.12 a 3.74%) están por debajo de 5-6% mencionado. Esto indicaría que aun queda un rango mas alto para utilizar y que podría mejorar el consumo de alimento, que es uno de los problemas que se debe superar al inicio de la puesta, sin embargo, se requiere de estudios complementarios sobre aumento de FDN por encima de los niveles evaluados para demostrar estas indicaciones.

En esta línea, hay estudios cuyos resultados indican que aumentando el nivel de FC en base a fibra insoluble no se tiene efecto perjudicial en la respuesta de las pollas. Guzmán et al (48) investigaron los efectos de la inclusión de fibra en la dieta sobre el rendimiento del crecimiento y las características digestivas en pollitas desde la eclosión hasta las 17 semanas de edad, encontraron que la inclusión (peso: peso) de fibra en la dieta no afectó el desarrollo de las pollitas de 0 a 5 semanas de edad. La inclusión de un 2% de paja, a expensas de toda la dieta, podría beneficiar el desarrollo del TGI de las pollitas sin ningún efecto adverso sobre el rendimiento del crecimiento. Sin embargo, la inclusión de pulpa de remolacha azucarera redujo el rendimiento de las pollitas después de las 5 semanas de edad. De acuerdo con los resultados de este estudio, hasta un 10 % de FDN (equivalente a un 3,5 % de FC) de 0 a 5 semanas y hasta un 15 % de FDN (4,5 % de FC) de 10 a 17 semanas de edad pueden incluirse en las dietas de pollitas, siempre que se utilizan fuentes de fibra insoluble.

Haciendo una comparación con el estudio de Guzmán et al (48) donde las dietas de desarrollo que utilizó tenían 1% de FDN equivalente a 4.5% de FC según sus fórmulas utilizadas que contenían varios ingredientes como fuentes principales de fibra (cebada, trigo, subproducto de trigo y fuentes de fibra como pulpa de remolacha y paja de trigo y cebada) lo que incrementó el nivel de FC, esta fuente de fibra (paja) tenía 69.9% de FDN y 78.5% de FC. En nuestro estudio la única fuente principal de FC fue el subproducto de trigo, por eso los niveles de FC en las dietas fluctuaron entre 3.12 a 3.75% (equivalente a 16.85 y 18.54% de FDN), mucho menor en FC, pero mucho mayor en FDN de los que utilizaron en el estudio de Guzmán et al. (48). Los valores de FDN y FC utilizados en el presente estudio se tomó referencia la base de datos de Rostagno et al. (49). De esta comparación se deduce que aun se podría incrementar mas el nivel de FC en las dietas de fase de desarrollo, pero como se indica con fuente de fibra insoluble.

En la fase de pre-postura, se presenta un problema en el consumo de alimento, ya que se requiere que aumente al ritmo de la producción, por eso es importante mejorar la capacidad digestiva y apetito. Uno de estos órganos digestivos es la molleja que se debe maximizar su tamaño para mejorar sus funciones digestivas.

En este periodo se debe relacionar el nivel de FC con la producción y calidad de huevo. El estudio de Carneiro de Andrade et al. (50) quienes evaluaron los efectos de diferentes niveles de FC sobre el rendimiento y la calidad del huevo de gallinas ponedoras en los períodos de prepuesta (16 a 19 semanas de edad), inicio de puesta (20 a 22 semanas de edad) y pico de puesta (23 a 28 semanas de edad), con cinco niveles de fibra (2.00, 2.50, 3.00, 3.50 y 4.00%) en las dietas y encontraron que los niveles de fibra encontraron que no influyeron en el período de inicio de la puesta. Por lo que mencionan que tanto antes de la puesta como al inicio de la puesta, niveles superiores al 2,5% de fibra provocaron un empeoramiento paulatino del rendimiento. Desde el inicio de la puesta

hasta el pico de puesta, niveles superiores al 2,5% de fibra también provocaron un empeoramiento gradual de la calidad del huevo.

La gestión de la FDN en las dietas de gallinas de postura es de interés porque está relacionado con la salud intestinal y salud hepática. Han et al. (51) encontraron que una disminución de las concentraciones de energía metabolizable en las dietas perjudica la calidad del huevo y agrava la acumulación de grasa hepática en gallinas ponedoras de edad avanzada sin afectar el rendimiento productivo. Sin embargo, el aumento de las concentraciones de FND en las dietas mejora la calidad del huevo sin efectos negativos sobre el rendimiento productivo en gallinas ponedoras de edad avanzada. Además, el aumento de las concentraciones de FDN en las dietas con EM recomendadas comercialmente disminuye las concentraciones de grasa hepática en gallinas ponedoras de edad avanzada al aumentar la oxidación de ácidos grasos y disminuir la síntesis de ácidos grasos en el hígado, lo que puede ayudar a prevenir el desarrollo de Síndrome del hígado graso hemorrágico (FLHS) en gallinas ponedoras de edad avanzada.

Un nivel de fibra dietética moderada podría promover el desarrollo de los órganos digestivos, aumentar la actividad de las enzimas digestivas y la digestibilidad de los nutrientes, mejorar el estado de salud y mejorar el rendimiento del crecimiento en las aves de corral (52).

Agregar un 1% de fibra insoluble a la dieta de los pollos de engorde podría aumentar el peso relativo del proventrículo, la molleja y el hígado y mejorar la actividad proteolítica del páncreas (53)

La fibra dietética podría aumentar la actividad enzimática pancreática y revertir el peristaltismo, lo que conduciría a un aumento en la digestibilidad de los nutrientes (52)

El exceso de fibra dietética formaría una estructura de recubrimiento que reduciría la accesibilidad de las enzimas digestivas a los nutrientes, interrumpiendo así la digestión normal (54)

Una fibra dietética más baja reduciría el peristaltismo intestinal y las enzimas digestivas, lo que reduciría la digestibilidad de los nutrientes (55).

Cuando aumenta el consumo de fibra esto conlleva a estimular el desarrollo intestinal al aumentar la retención de alimento en el intestino (56).

Según resultados de Han et al. (51) encontraron un aumento en el peso de la molleja al alimentar dietas altas en FDN, pero tal efecto no se observó en otros órganos intestinales. Adicionalmente, según reportan los autores es el primer experimento que muestra la modificación del metabolismo de los ácidos grasos hepáticos y la reducción de las concentraciones de grasa hepática mediante dietas ricas en FDN en gallinas ponedoras de edad avanzada.

La fibra insoluble estimula más el desarrollo de la parte superior del tracto gastrointestinal (TGI) que la fibra soluble (57), lo que a su vez mejora el desarrollo y facilita la adaptación del tracto digestivo de las aves a consumir más alimento (48).

Estudio llevado a cabo por Hetland et al. (58) observaron que la molleja fue un 21 % más pesada en pollos de engorde de 33 días alimentados con 10 % de cascara de avena que en pollos de engorde alimentados con la dieta de control.

Un estudio reportó que los pollos alimentados con salvado de trigo al 3 % han aumentado el peso relativo de la molleja y han aumentado la actividad del intestino delgado, lo que se correlaciona con la digestibilidad de los nutrientes (59).

Según resultados de estudios, la fibra insoluble afecta más el desarrollo del TGI en los pollos de engorde que en las pollitas, un fenómeno que podría estar relacionado con el menor contenido de fibra de las dietas de los pollos de engorde, pero también con las diferencias en el consumo de alimento y la tasa de paso del alimento entre las 2 líneas de aves (48).

Una correcta cuantificación de fibra es beneficiosa para las aves, presentando efectos positivos sobre el rendimiento, la calidad del huevo, etc. (60).

La inclusión de fibra en las dietas puede controlar la ingesta de nutrientes, los procesos de absorción de nutrientes y el peso de las aves. Además, la estructura de la fibra y su relación con el agua en la luz influyen en gran medida en la eficiencia convectiva y la dinámica microbiana en todo el intestino (61).

Las grandes variaciones en los niveles de fibra aplicados a las dietas de las aves pueden tener efectos tanto positivos como negativos, donde los niveles moderados tienden a ser la mejor recomendación (62).

Un gran aumento del nivel de fibra o de su período de acción puede elevar la viscosidad en el intestino, disminuyendo el área de contacto de las enzimas, interfiriendo en la velocidad de paso, resultando en un menor uso de los nutrientes y peor rendimiento (63).

Una dieta pico tradicional (26–50 semanas) contiene aproximadamente 2.3% de fibra cruda. La fibra adicional en la dieta generalmente resulta en un déficit de energía; esto a menudo se compensa con la inclusión de aceite adicional, pero más del 4% de aceite tienen problemas de manejo debido al alto contenido de humedad (64).

Desbruslais et al. (64) presenta algunos ejemplos de formulaciones que contienen cantidades crecientes de fibra que pueden ser utilizadas van desde 8.19, 10.16 y 12.92% de fibra detergente neutra en dietas de gallinas de postura en el pico de postura.

En general, se considera que las gallinas ponedoras tienen una buena capacidad para aumentar el consumo de alimento cuando las dietas se diluyen; sin embargo, se deben tener en cuenta los posibles costos adicionales del procesamiento de alimentos y el transporte de dietas diluidas. Para evitar el uso de grandes cantidades de aceite de soja, se puede utilizar un mayor uso de semillas oleaginosas como el girasol y la colza (65). Bajo nuestras condiciones tenemos la harina de soya integral como fuente de aceites que puede ser utilizada.

Finalmente, como indicamos anteriormente, la inclusión de niveles mayores de la fuente de fibra conllevó a un incremento del costo de la dieta (S/Kg) y con ello un aumento del costo de alimentación, una reducción del margen y retribución económica. En este punto es necesario hacer evaluaciones adicionales para buscar alternativas más económicas de fuentes de fibra y evaluar niveles más bajo de energía metabolizable.

V. CONCLUSIÓN

5.1 Los diferentes niveles de fibra detergente neutra en la dieta no afectó el peso vivo corporal ni la ganancia de peso de las pollas para postura

5.2 La longitud del metatarso no fue afectado por el consumo de dietas con diferentes niveles de fibra detergente neutra

5.3 El peso relativo de la molleja fue mejorado conforme se incrementó el nivel de fibra detergente neutra en la dieta de pollas a las 20 semanas de edad.

5.4 El consumo de alimento, conversión alimenticia y eficiencia energética no fueron afectados por los niveles de fibra detergente neutra en la dieta de pollas

5.5 La producción de huevos a las 23 y 26 semanas de edad fueron similares.

5.6 El costo de alimentación. Margen y retribución económica fueron mejores para la dieta con el mas bajo nivel de FDN

VI. RECOMENDACIÓN

- 6.1 Diseñar pruebas con niveles más altos de fibra cruda, fibra detergente neutra y fibra insoluble en el periodo de crecimiento y desarrollo de pollas de reemplazo para postura.
- 6.2 Se deben continuar con las evaluaciones con FDN y relacionarlo con la salud intestinal
- 6.3 En los estudios que se realicen considerar un mayor tiempo de evaluación para ver su efecto en la longevidad y persistencia de puesta

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Rodrigues Freitas E, de Melo Braz N, Henrique Watanabe P, Braga Cruz CE, Jerônimo do Nascimento GA, Madeira Bezerra R. Nível de fibra na fase de crescimento para poedeiras comerciais. *Ciênc. Agrotec., Lavras*. 2014; 38 (2):188-198.
2. Marcato SM, et al. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2010; 39:1082-1091.
3. Bedford MR. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. *Animal Feed Science and Technology*. 1995; 53:145-155.
4. Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fibre residues of low nitrogen content. *AOAC Journal*. 1963; 46: 825–829.
5. Choct M. Fibre - Chemistry and Functions in Poultry Nutrition. LII Simposio científico de Avicultura, Malaga 28-30 de octubre, 2015.
6. Donadelli RA, Stone DA, Aldrich CG, Beye RS. Effect of fiber source and particle size on chick performance and nutrient utilization. *Poultry Science*. 2019; 98:5820–5830.
7. Ormaeche BD. Efecto de diferentes niveles de fibra detergente neutra en la dieta sobre la respuesta productiva de pollos de engorde en la fase de acabado. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. 2019. 77 p.
8. Augustyn R, Barteczko J. Effect of crude, detergent or dietary fibre in wheat grain cultivars on pH and intestinal viscosity in broiler chickens. Agricultural University of Cracow, Department of Animal Nutrition, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Cracow, Poland. Ministry of Education and Science. 2006; Grant No. 2PO6Z 046 29.
9. Walugembe M. The effect of high and low dietary fiber diets on the performance of two lines of chickens with divergent growth rates. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University. 2013. 13336. <http://lib.dr.iastate.edu/etd/13336>.
10. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirement for Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, USA. 1994. 174 p.
11. Theander O, Weaterlund E, Aman P. Structure and components of dietary fiber. *Cereal Foods World*. 1993; 38, 135-141.
12. Turner ND, Lupton JR. Nutrition information. *American Society of Nutrition. Adv. Nutr.* 2011; 2, 151-152.
13. Albersheim P, Darvill AG, Davis KR, Lau JM, McNeil M, Sharp JK, York WS. Why study the structure of biological molecules? In: W.M. Dugger and S. Bartnicki-Garcia (Editors), *Structure, Function and Biosynthesis of Plant Cell Walls*. American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD. 1984; pp. 19-51.

14. Henneberg W, Stohmann F. Uber das Erhaltungsfutter volljahrigen Rindviehs. *Journal der Landwirtschaft*. 1859; 3, 485–551.
15. Henneberg W, Stohmann F. Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer I & II. Braunschweig. 1860.
16. Choct M, DErsjant-LI Y, McLeish J, Peisker M. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010; 23, 1386-1398.
17. Van Eys JE, Offner A, Bach A. Chemical analysis. Manual of quality analyses for soybean products in the feed industry. American Soybean Association. 2004. <http://www.slideshare.net/drvasuc/manual-of-quality-analysis-soya-products>.
18. Schulze E. Zur Kenntnis der Chemischen Zusammensetzung der pflanzlichen Zellmembranen. *Ber Dtsch Chem Ges*. 1891;24, 2277-2287.
19. Hetland H, Choct M. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Proceedings of the 14th European Symposium of Poultry Nutrition*. Lillehammer, Norway. 2003; 64-69.
20. Bach Knudsen KE. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Animal Feed Science and Technology*. 1997; 67: 319-38.
21. Begin JJ. The effect of cellulose with and without supplemental energy in chick diets. *Poultry Science*. 1961; 40, 892-900.
22. Stephen AM, Cummings JH. Water-holding by dietary fibre in vitro and its relationship to faecal output in man. *Gut*. 1979; 20, 722-729.
23. Kirwan WO, Smith AN, Mcconnell AA, Mitchell WD, Eastwood MA. Action of different bran preparations on colonic functions. *British Medical Journal*. 1974; 4, 187-189.
24. Rogel AM. The digestion of wheat starch in broiler chickens. PhD Thesis. 1985. University of Sydney, Camden, Australia.
25. Edwards CA. The physiological effect of dietary fibre. In: Kritchewsky, D. and Bonfield, C. (eds). *Dietary fibre in health and disease*. Eagan Press, St. Paul, Minnesota, USA. 1995; 58-71.
26. Krogdahl Å. Antinutrients affecting digestive functions and performance in poultry. *Proceedings of the 7th European Poultry Conference, Paris*. 1986; 1: 239-248.
27. Choct M, Hughes RJ, Wang J, Bedford MR, Morgan AJ, Annison G. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of nonstarch polysaccharides in chickens. *Br. Poult. Sci*. 1996; 37, 609-621.
28. Langhout DJ. The role of intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks. Ph.D Thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 1998; 162 pp.

29. Hill FW, Dansky LM. Studies of the energy requirements of chickens. *Poult. Sci.* 1954; 33, 112-119.
30. Rogel AM, Balnave D, Bryden WL, Annison EF. Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and other fibrous feedingredients. *Australian Journal of Agricultural Research.* 1987; 38: 629-637.
31. Rogel AM, Balnave D, Bryden WL, Annison EF. The digestion of wheat starch in broiler chickens. *Australian J. Agr. Research.* 1987; 38: 639-649.
32. Hetland H, Svihus B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *British Poult. Sci.* 2001; 42: 354-361.
33. Hetland H, Svihus B, Olaisen V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poult. Sci.* 2002; 43: 416-423.
34. Montagne L, Pluske JR, Hampson DJ. A review of interactions between fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim. Feed Sci. Tech.* 2003; 108: 95–117.
35. Jin L, Reynolds LP, Redmer DA, Caton JS, Crenshaw JD. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 1994; 72: 2270–2278.
36. Ivanov K, Penkov D, Hristova T. Comparative estimation of the true metabolizable energy of comercial compound feed plus increasing quantity of acid and neutral detergent fiber in trial with geese. *Scientific Work of Agrarian University, Plovdiv.* 2001; 46: 299-304.
37. Jimenez-Moreno E, Gonzalez-Alvaredo JM, Gonzalez-Serrano D, Lazaro R, Mateos GG. Effect of dietary fiber and fat on performance and gigestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Sci.* 2009; 88: 2562–2574.
38. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro RP. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *J. Appl. Poultry Res.* 2011;21 (1): 156–174.
39. Jimenez-Moreno E, Gonzalez-Alvaredo JM, Gonzalez-Serrano D, Lazaro R, Mateos, GG. Effect of type and particale size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. *Poultry Sci.* 2010;89: 2197–2212.
40. Choct M. Enzyme Supplementation of Poultry Diets Based on Viscous Cereals. In: Bedford, M.R. and G.G. Partridge (eds.), *Enzymes in Farm Animal Nutrition.* 2001; pp: 145–160. CAB International.
41. Sarikhan M, Shahryar HA, Gholizadeh B, Hosseinzadeh MH, Beheshti B, Mahmoodnejad A. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and

- ileum morphological parameters on broiler chick males. *Int. J. Agric. Biol.* 2010; 12: 531–536.
42. Jeraci JL, Van Soest PJ. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. *Advances in Experimental Medicine and Biology.* 1990; 270:245-263.
 43. FONAGRO. Información meteorológica diaria de la estación. Chincha. SENAMHI. Dirección Regional de Ica. 24 p. 2019.
 44. Guevara, V.R. Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science.* 2004; 83 (1): 147 151.
 45. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, INSTITUTE. User's Guide: Statistics. Version 9.4. Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA. 2021
 46. Salvador TE. Curso de Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional "San Luis Gonzaga". 2021.
 47. LOHMANN Brown. Guía de recomendación nutricional. Alemania. 2021
 48. Guzmán P, Saldaña B, Kimiaetalab MV, García J, Mateos GG. Inclusion of fiber in diets for brown-egg laying pullets: Effects on growth performance and digestive tract traits from hatching to 17 weeks of age1 1Supported by funding through Project AGL2014-56139, Ministerio de Economía y Competitividad, C. P. 28046, Madrid, Spain., *Poultry Science.* 2015; 94(11): 2722-2733.
- ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps/pev288>
49. Rostagno et al. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 4a Edición. 2017. Universidad Federal de Viçosa Departamento de Zootecnia. 488 p.
 50. Carneiro de Andrade PG, de Freitas Mendonça MA, Guimarães Cru FG, Ferreira Rufino JP, Fernandes Silva FM, de Almeida Reis L. Effects of dietary fiber on performance and egg quality of laying hens at pre-laying and laying peak. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 2023; 45, e57534.
 51. Han GP, Kim DY, Kim KH, Kim JH, Kil DY. Effect of dietary concentrations of metabolizable energy and neutral detergent fiber on productive performance, egg quality, fatty liver incidence, and hepatic fatty acid metabolism in aged laying hens. *Poultry Science.* 2023; 102:102497 <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102497>
 52. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro RP. Poultry Response to High Levels of Dietary Fiber Sources Varying in Physical and Chemical Characteristics. *J. Appl. Poult. Res.* 2012; 21: 156–174
 53. Yokhana JS, Parkinson G, Frankel TL. Effect of Insoluble Fiber Supplementation Applied at Different Ages on Digestive Organ Weight and Digestive Enzymes of Layer-Strain Poultry. *Poult. Sci.* 2016; 95: 550–559

54. Walugembe M, Hsieh JCF, Koszewski NJ, Lamont SJ, Persia ME, Rothschild MF. Effects of Dietary Fiber on Cecal Short-Chain Fatty Acid and Cecal Microbiota of Broiler and Laying-Hen Chicks. *Poult. Sci.* 2015; 94: 2351–2359
55. Gonzalez-Alvarado JM, Jimenez-Moreno E, Lazaro R, Mateos GG. Effect of Type of Cereal, Heat Processing of the Cereal, and Inclusion of Fiber in the Diet on Productive Performance and Digestive Traits of Broilers. *Poult. Sci.* 2007; 86: 1705–1715
56. Sousa LS de, et al. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2019; 48.
57. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Valencia DG, Lázaro R, Mateos GG. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. *Poult.Sci.* 2008; 87:1779–1795.
58. Hetland H, Svihus B, Krogdahl A. Effects of oat hulls and wood shaving on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *Br. Poult. Sci.* 2003; 44:275–282
59. Shang QH, Wu D, Liu HS, Mahfuz S, Piao XS. The Impact of Wheat Bran on the Morphology and Physiology of the Gastrointestinal Tract in Broiler Chickens. *Animals.* 2020; 10, 1831.
60. Mohiti-Asli M, Shivazad M, Zaghari M, Rezaian M, Aminzadeh S, Mateos GG. Effects of feeding regimen, fiber inclusion, and crude protein content of the diet on performance and egg quality and hatchability of eggs of broiler breeder hens. *Poultry Science.* 2012; 91(12), 3097-3106. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02282>
61. Incharoen T, Maneechote P. The effects of dietary whole rice hull as insoluble fiber on the flock uniformity of pullets and on the egg performance and intestinal mucosa of laying hens. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences.* 2013; 8(4), 323-329. DOI: <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2013.323.329>
62. Rufino JPF, Cruz FGG, Brasil RJM, Oliveira Filho PA, Melo RD, Feijo JC. Relationship between the level and the action period of fiber in diets to laying hens. *Acta Scientiarum. Animal Sciences.* 2021; 43(1) e49033. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.49033>
63. Van Soest PJ. *Nutritional ecology of the ruminant.* New York, NY: Cornell University Press. 1994.
64. Desbruslais A, Weallean A, Gonzalez-Sanchez D, di Benedetto M. Dietary fibre in laying hens: a review of effects on performance, gut health and feather pecking, *World's Poultry Science Journal.* 2021; 77:4, 797-823, DOI: 10.1080/00439339.2021.1960236

VIII. ANEXOS

8.1 Formulas de las dietas utilizadas

T-1 16.85% FDN DESARROLLO

Plant: FDN POLLAS

LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.7973

Batch Cost(in USD): 44.9332

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			65.4086	16.3522	26.654	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			16.0219	4.0055	9.3728	
SP DE TRIGO	1.39			13.9025	3.4756	4.8311	
CARBONATO DE CALCIO POLVO	0.23			1.6069	0.4017	0.0924	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.3696	0.3424	1.5408	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4			0.7737	0.1934	0.4642	
SAL COMUN	0.5			0.2852	0.0713	0.0357	
BICARBONATO DE SODIO	3.5			0.2	0.05	0.175	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1257	0.0314	0.1948	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	
DL METIONINA	19.4			0.0358	0.0089	0.1736	

25.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		1.6791	
Alanina T	2	%			0.8905	
Almidon	3	%			46.6582	
Arginina SID	4	%	0.59		0.9074	
Arginina T	5	%			0.9867	
Asp T	6	%			0.8313	
BED	7	mEq/Kg			192.8758	
Calcio	8	%	0.9	0.9	0.9	-0.0055
Ceniza	9	%			2.53	
Cloro	10	%			0.2657	

Colina	11	mg/kg	1700		1700	
Cystina SID	12	%			0.2343	
Cystina T	13	%			0.2808	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0003
ENeta postura		kcal/kg			2324.0244	
Extracto etereo	24	%			3.4949	
FDA	25	%			5.216	
FDN	26	%	16.85	16.85	16.85	0.0042
Fenylalanina SID	27	%			0.6772	
Fenylalanina T	28	%			0.7557	
Fibra cruda	29	%			3.12	
Glu T	30	%			1.6089	
Gly + Ser T	31	%			1.4887	
Glycina T	32	%			0.6841	
Histidina SID	33	%			0.3799	
Histidina T	34	%			0.4302	
Isoleucina SID	35	%	0.43		0.5506	
Isoleucina T	36	%			0.6189	
Leucina SID	38	%			1.2975	
Leucina T	39	%			1.4186	
Lysina SID	40	%	0.56		0.6321	
Lysina T	41	%			0.7313	
Materia seca	42	%			89.4058	
Met + Cys T	43	%			0.5722	
Met + Cys SID	44	%	0.48		0.5026	
Methionina SID	45	%	0.26		0.26	0.1641
Methionina T	46	%			0.2832	
P Dig cvb	47	%			0.3654	
P Dig FEDNA	48	%			0.3667	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.1974
P fitico	50	%			0.244	
P total	51	%			0.6739	
PNA	53	%			18.1337	
Potasio	54	%			0.6687	
Prolina T	55	%			0.9784	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.023
Serine T	57	%			0.8045	
Sodio	58	%	0.18	0.19	0.18	0.0016
Threonina SID	59	%	0.39		0.5221	
Threonina T	60	%			0.596	
Tryptophano SID	61	%	0.13		0.161	
Tryptophano T	62	%			0.1795	
Tyrosine T	63	%			0.5461	
Valina SID	64	%	0.45		0.636	
Valina T	65	%			0.7429	

T-2 17.70% FDN DESARROLLO

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.8009

Batch Cost(in USD): 45.0224

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			61.3291	15.3323	24.9916	
SP DE TRIGO	1.39			16.9582	4.2395	5.893	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			10.2368	2.5592	5.9885	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4			7.6044	1.9011	4.5626	
CARBONATO DE CALCIO POLVO	0.23			1.615	0.4038	0.0929	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.3489	0.3372	1.5175	
SAL COMUN	0.5			0.2825	0.0706	0.0353	
BICARBONATO DE SODIO	3.5			0.2	0.05	0.175	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1168	0.0292	0.181	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	
DL METIONINA	19.4			0.0384	0.0096	0.1863	

25

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		2.2423	
Alanina T	2	%			0.8737	
Almidon	3	%			45.0648	
Arginina SID	4	%	0.59		0.9132	
Arginina T	5	%			0.9847	
Asp T	6	%			0.8178	
BED	7	mEq/Kg			196.9908	
Calcio	8	%	0.9	0.9	0.9	-0.0055
Ceniza	9	%			2.5954	
Cloro	10	%			0.2603	
Colina	11	mg/kg	1700		1700	
Cystina SID	12	%			0.2309	

Cystina T	13	%			0.2828	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0003
ENeta postura		kcal/kg			2344.8613	
Extracto etereo	24	%			4.5671	
FDA	25	%			5.726	
FDN	26	%	17.7	17.7	17.7	0.0042
Fenylalanina SID	27	%			0.6675	
Fenylalanina T	28	%			0.7477	
Fibra cruda	29	%			3.4329	
Glu T	30	%			1.6144	
Gly + Ser T	31	%			1.477	
Glycina T	32	%			0.6866	
Histidina SID	33	%			0.3743	
Histidina T	34	%			0.4262	
Isoleucina SID	35	%	0.43		0.5447	
Isoleucina T	36	%			0.6125	
Leucina SID	38	%			1.2696	
Leucina T	39	%			1.3911	
Lysina SID	40	%	0.56		0.6249	
Lysina T	41	%			0.7314	
Materia seca	42	%			89.5102	
Met + Cys T	43	%			0.5744	
Met + Cys SID	44	%	0.48		0.4996	
Methionina SID	45	%	0.26		0.26	0.1641
Methionina T	46	%			0.2845	
P Dig cvb	47	%			0.3673	
P Dig FEDNA	48	%			0.3693	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.1974
P fitico	50	%			0.253	
P total	51	%			0.6906	
PNA	53	%			19.3263	
Potasio	54	%			0.7009	
Prolina T	55	%			0.9752	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.023
Serine T	57	%			0.7904	
Sodio	58	%	0.18	0.19	0.18	0.0016
Threonina SID	59	%	0.39		0.5163	
Threonina T	60	%			0.5908	
Tryptophano SID	61	%	0.13		0.1618	
Tryptophano T	62	%			0.1805	
Tyrosine T	63	%			0.5346	
Valina SID	64	%	0.45		0.6294	
Valina T	65	%			0.7371	

T-3 18.54% FDN DESARROLLO

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.8044

Batch Cost(in USD): 45.1106

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			57.2975	14.3244	23.3487	
SP DE TRIGO	1.39			19.9779	4.9945	6.9423	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4			14.3547	3.5887	8.6128	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			4.5197	1.1299	2.644	
CARBONATO DE CALCIO POLVO	0.23			1.6231	0.4058	0.0933	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.3284	0.3321	1.4944	
SAL COMUN	0.5			0.2798	0.0699	0.035	
BICARBONATO DE SODIO	3.5			0.2	0.05	0.175	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.108	0.027	0.1675	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	
DL METIONINA	19.4			0.041	0.0102	0.1988	

25

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		2.7988	
Alanina T	2	%			0.8571	
Almidon	3	%			43.4902	
Arginina SID	4	%	0.59		0.919	
Arginina T	5	%			0.9827	
Asp T	6	%			0.8045	
BED	7	mEq/Kg			201.0574	
Calcio	8	%	0.9	0.9	0.9	-0.0055
Ceniza	9	%			2.6602	
Cloro	10	%			0.2551	
Colina	11	mg/kg	1700		1700	
Cystina SID	12	%			0.2276	

Cystina T	13	%			0.2848	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0003
ENeta postura		kcal/kg			2365.4531	
Extracto etereo	24	%			5.6267	
FDA	25	%			6.2301	
FDN	26	%	18.54	18.54	18.54	0.0042
Fenylalanina SID	27	%			0.6578	
Fenylalanina T	28	%			0.7398	
Fibra cruda	29	%			3.7421	
Glu T	30	%			1.6198	
Gly + Ser T	31	%			1.4654	
Glycina T	32	%			0.6891	
Histidina SID	33	%			0.3687	
Histidina T	34	%			0.4223	
Isoleucina SID	35	%	0.43		0.5389	
Isoleucina T	36	%			0.6061	
Leucina SID	38	%			1.2421	
Leucina T	39	%			1.364	
Lysina SID	40	%	0.56		0.6177	
Lysina T	41	%			0.7316	
Materia seca	42	%			89.6134	
Met + Cys T	43	%			0.5767	
Met + Cys SID	44	%	0.48		0.4966	
Methionina SID	45	%	0.26		0.26	0.1641
Methionina T	46	%			0.2857	
P Dig cvb	47	%			0.3692	
P Dig FEDNA	48	%			0.3718	
P disponible	49	%	0.37		0.37	0.1974
P fitico	50	%			0.2619	
P total	51	%			0.707	
PNA	53	%			20.505	
Potasio	54	%			0.7327	
Prolina T	55	%			0.9721	
Proteina cruda	56	%	15		15	0.023
Serine T	57	%			0.7763	
Sodio	58	%	0.18	0.19	0.18	0.0016
Threonina SID	59	%	0.39		0.5105	
Threonina T	60	%			0.5857	
Tryptophano SID	61	%	0.13		0.1625	
Tryptophano T	62	%			0.1814	
Tyrosine T	63	%			0.5232	
Valina SID	64	%	0.45		0.6229	
Valina T	65	%			0.7314	

T-1 13.58% FDN PRE POSTURA

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.8665

Batch Cost(in USD): 46.6622

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			60.6117	15.1529	24.6993	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			25.8568	6.4642	15.1262	
SP DE TRIGO	1.39			4.283	1.0707	1.4883	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			3.2095	0.8024	0.1845	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24			2.5	0.625	0.15	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.5188	0.3797	1.7087	
ACEITE DE SOYA	3.8	1		1	0.25	0.95	
SAL COMUN	0.5			0.3121	0.078	0.039	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.05	0.175	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1248	0.0312	0.1935	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
DL METIONINA	19.4			0.1132	0.0283	0.5489	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	

25.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		1.9798	
Alanina T	2	%			0.9808	
Almidon	3	%			41.3453	
Arginina SID	4	%	0.73		1.0924	
Arginina T	5	%			1.1851	
Asp T	6	%			1.0739	
BED	7	mEq/Kg			212.6958	
Calcio	8	%	2.5	2.5	2.5	-0.0124
Ceniza	9	%			2.617	
Cloro	10	%			0.2752	

Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2572	
Cystina T	13	%			0.3043	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0002
ENeta postura		kcal/kg			2211.6689	
Extracto etereo	24	%			4.1878	
FDA	25	%			4.4932	
FDN	26	%	13.58		13.5856	
Fenylalanina SID	27	%			0.8102	
Fenylalanina T	28	%			0.8982	
Fibra cruda	29	%			2.5463	
Glu T	30	%			1.7538	
Gly + Ser T	31	%			1.7278	
Glycina T	32	%			0.7752	
Histidina SID	33	%			0.4402	
Histidina T	34	%			0.4928	
Isoleucina SID	35	%	0.56		0.679	
Isoleucina T	36	%			0.76	
Leucina SID	38	%			1.4717	
Leucina T	39	%			1.6101	
Lysina SID	40	%	0.7		0.8188	
Lysina T	41	%			0.9254	
Materia seca	42	%			89.8034	
Met + Cys T	43	%			0.6986	
Met + Cys SID	44	%	0.63		0.63	0.1667
Methionina SID	45	%	0.35		0.3641	
Methionina T	46	%			0.3857	
P Dig cvb	47	%			0.3809	
P Dig FEDNA	48	%			0.3881	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.1898
P fitico	50	%			0.2266	
P total	51	%			0.6572	
PNA	53	%			14.963	
Potasio	54	%			0.7143	
Prolina T	55	%			1.0678	
Proteina cruda	56	%	17.5		17.5	0.0195
Serine T	57	%			0.9526	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	-0.005
Threonina SID	59	%	0.49		0.6158	
Threonina T	60	%			0.6985	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.1962	
Tryptophano T	62	%			0.2164	
Tyrosine T	63	%			0.6463	
Valina SID	64	%	0.62		0.7542	
Valina T	65	%			0.8654	

T-2 14.26% FDN PRE POSTURA

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.8697

Batch Cost(in USD): 46.7429

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			57.3757	14.3439	23.3806	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			21.2676	5.3169	12.4416	
SP DE TRIGO	1.39			6.7089	1.6772	2.3313	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4			5.4139	1.3535	3.2483	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			3.216	0.804	0.1849	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24			2.5	0.625	0.15	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.5024	0.3756	1.6902	
ACEITE DE SOYA	3.8			1	0.25	0.95	
SAL COMUN	0.5			0.3099	0.0775	0.0387	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.05	0.175	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1178	0.0295	0.1826	
DL METIONINA	19.4			0.1177	0.0294	0.5708	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	

25

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		2.4261	
Alanina T	2	%			0.9674	
Almidon	3	%			40.0816	
Arginina SID	4	%	0.73		1.097	
Arginina T	5	%			1.1834	
Asp T	6	%			1.0631	
BED	7	mEq/Kg			215.9447	
Calcio	8	%	2.5	2.5	2.5	-0.0042
Ceniza	9	%			2.6688	

Cloro	10	%			0.271	
Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2545	
Cystina T	13	%			0.3058	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0003
ENeta postura		kcal/kg			2228.1008	
Extracto etereo	24	%			5.0341	
FDA	25	%			4.8976	
FDN	26	%	14.26		14.26	0.0048
Fenylalanina SID	27	%			0.8024	
Fenylalanina T	28	%			0.8919	
Fibra cruda	29	%			2.7945	
Glu T	30	%			1.758	
Gly + Ser T	31	%			1.7184	
Glycina T	32	%			0.7771	
Histidina SID	33	%			0.4357	
Histidina T	34	%			0.4896	
Isoleucina SID	35	%	0.56		0.6742	
Isoleucina T	36	%			0.7548	
Leucina SID	38	%			1.4495	
Leucina T	39	%			1.5883	
Lysina SID	40	%	0.7		0.813	
Lysina T	41	%			0.9254	
Materia seca	42	%			89.8863	
Met + Cys T	43	%			0.7028	
Met + Cys SID	44	%	0.63		0.63	0.1652
Methionina SID	45	%	0.35		0.3665	
Methionina T	46	%			0.3891	
P Dig cvb	47	%			0.3825	
P Dig FEDNA	48	%			0.3901	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.1988
P fitico	50	%			0.2338	
P total	51	%			0.6704	
PNA	53	%			15.9091	
Potasio	54	%			0.7397	
Prolina T	55	%			1.0652	
Proteina cruda	56	%	17.5		17.5	0.0214
Serine T	57	%			0.9413	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	0.0028
Threonina SID	59	%	0.49		0.6111	
Threonina T	60	%			0.6943	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.1968	
Tryptophano T	62	%			0.2172	
Tyrosine T	63	%			0.6371	
Valina SID	64	%	0.62		0.7489	
Valina T	65	%			0.8608	

T-3 14.94% FDN PRE POSTURA

Plant: FDN POLLAS LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 25.0000

Cost in USD/kg: 1.8730

Batch Cost(in USD): 46.8239

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			54.1225	13.5306	22.0549	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			16.6542	4.1635	9.7427	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4			10.8565	2.7141	6.5139	
SP DE TRIGO	1.39			9.1477	2.2869	3.1788	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			3.2225	0.8056	0.1853	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24			2.5	0.625	0.15	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.4859	0.3715	1.6716	
ACEITE DE SOYA	3.8			1	0.25	0.95	
SAL COMUN	0.5			0.3077	0.0769	0.0385	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.05	0.175	
DL METIONINA	19.4			0.1222	0.0306	0.5927	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.03	0.75	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1108	0.0277	0.1717	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.025	0.495	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.0125	0.1538	

25.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1		2.8748	
Alanina T	2	%			0.954	
Almidon	3	%			38.8113	
Arginina SID	4	%	0.73		1.1015	
Arginina T	5	%			1.1817	
Asp T	6	%			1.0522	
BED	7	mEq/Kg			219.2108	
Calcio	8	%	2.5	2.5	2.5	-0.0042
Ceniza	9	%			2.7209	
Cloro	10	%			0.2667	

Colina	11	mg/kg	1800		1800	
Cystina SID	12	%			0.2518	
Cystina T	13	%			0.3074	
EM pollitas	18	kcal/kg	2750		2750	0.0003
ENeta postura		kcal/kg			2244.6196	
Extracto etereo	24	%			5.8848	
FDA	25	%			5.3042	
FDN	26	%	14.938		14.938	0.0048
Fenylalanina SID	27	%			0.7946	
Fenylalanina T	28	%			0.8854	
Fibra cruda	29	%			3.0439	
Glu T	30	%			1.7623	
Gly + Ser T	31	%			1.7089	
Glycina T	32	%			0.7791	
Histidina SID	33	%			0.4311	
Histidina T	34	%			0.4864	
Isoleucina SID	35	%	0.56		0.6695	
Isoleucina T	36	%			0.7496	
Leucina SID	38	%			1.4272	
Leucina T	39	%			1.5662	
Lysina SID	40	%	0.7		0.8071	
Lysina T	41	%			0.9254	
Materia seca	42	%			89.9696	
Met + Cys T	43	%			0.707	
Met + Cys SID	44	%	0.63		0.63	0.1652
Methionina SID	45	%	0.35		0.3689	
Methionina T	46	%			0.3925	
P Dig cvb	47	%			0.384	
P Dig FEDNA	48	%			0.3922	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.1988
P fitico	50	%			0.241	
P total	51	%			0.6837	
PNA	53	%			16.8603	
Potasio	54	%			0.7653	
Prolina T	55	%			1.0627	
Proteina cruda	56	%	17.5		17.5	0.0214
Serine T	57	%			0.9299	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	0.0028
Threonina SID	59	%	0.49		0.6064	
Threonina T	60	%			0.6901	
Tryptophano SID	61	%	0.15		0.1973	
Tryptophano T	62	%			0.2179	
Tyrosine T	63	%			0.6279	
Valina SID	64	%	0.62		0.7435	
Valina T	65	%			0.8561	

T-1 12% FDN POSTURA I

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 30.0000

Cost in USD/kg: 1.8829

Batch Cost(in USD): 56.4866

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			56.6937	17.0081	27.7232	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			23.8434	7.153	16.7381	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24	6.5		6.5	1.95	0.468	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4		5	5	1.5	3.6	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			2.8873	0.8662	0.1992	
ACEITE DE SOYA	3.8	1		1.8857	0.5657	2.1497	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.5398	0.4619	2.0787	
SP DE TRIGO	1.39			0.5366	0.161	0.2238	
SAL COMUN	0.5			0.3122	0.0937	0.0468	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.06	0.21	
DL METIONINA	19.4			0.1905	0.0571	1.1086	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1409	0.0423	0.2621	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.036	0.9	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.03	0.594	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.015	0.1845	

30

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.9		2.7677	
Alanina T	2	%			0.9653	
Almidon	3	%			37.9588	
Arginina SID	4	%	0.81		1.1081	
Arginina T	5	%			1.1949	
Asp T	6	%			1.1055	
BED	7	mEq/Kg			210.2418	
Calcio	8	%	3.9		3.9	0.0223
Ceniza	9	%			2.5132	

Cloro	10	%			0.272	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2518	
Cystina T	13	%			0.3005	
EM pollitas	18	kcal/kg	2772		2772	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2151.1062	
Extracto etereo	24	%			5.6759	
FDA	25	%			4.2266	
FDN	26	%	12		12	0.0202
Fenylalanina SID	27	%			0.8176	
Fenylalanina T	28	%			0.9057	
Fibra cruda	29	%			2.3119	
Glu T	30	%			1.7278	
Gly + Ser T	31	%			1.7246	
Glycina T	32	%			0.7701	
Histidina SID	33	%			0.4401	
Histidina T	34	%			0.4908	
Isoleucina SID	35	%	0.62		0.6923	
Isoleucina T	36	%			0.7723	
Leucina SID	38	%			1.4681	
Leucina T	39	%			1.6049	
Lysina SID	40	%	0.78		0.8424	
Lysina T	41	%			0.9509	
Materia seca	42	%			90.0991	
Met + Cys T	43	%			0.7676	
Met + Cys SID	44	%	0.7		0.7	0.1605
Methionina SID	45	%	0.39		0.4392	
Methionina T	46	%			0.4591	
P Dig cvb	47	%			0.3742	
P Dig FEDNA	48	%			0.3854	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.2278
P fitico	50	%			0.2131	
P total	51	%			0.6316	
PNA	53	%			13.2773	
Potasio	54	%			0.7097	
Prolina T	55	%			1.052	
Proteina cruda	56	%	17.6		17.6	0.0275
Serine T	57	%			0.9545	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	0.0282
Threonina SID	59	%	0.55		0.6212	
Threonina T	60	%			0.7014	
Tryptophano SID	61	%	0.17		0.1991	
Tryptophano T	62	%			0.2181	
Tyrosine T	63	%			0.6464	
Valina SID	64	%	0.68		0.7603	
Valina T	65	%			0.8659	

T-2 12.6% FDN POSTURA I

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 30.0000

Cost in USD/kg: 1.8931

Batch Cost(in USD): 56.7926

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			53.3682	16.0105	26.0971	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			22.7287	6.8186	15.9555	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24	6.5		6.5	1.95	0.468	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4		6	6	1.8	4.32	
SP DE TRIGO	1.39			3.2163	0.9649	1.3412	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			2.8892	0.8668	0.1994	
ACEITE DE SOYA	3.8	1		2.6609	0.7983	3.0335	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.522	0.4566	2.0547	
SAL COMUN	0.5			0.3115	0.0935	0.0467	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.06	0.21	
DL METIONINA	19.4			0.1941	0.0582	1.1295	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.139	0.0417	0.2586	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.036	0.9	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.03	0.594	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.015	0.1845	

30.000

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.9		3.2378	
Alanina T	2	%			0.9548	
Almidon	3	%			36.6396	
Arginina SID	4	%	0.81		1.1109	
Arginina T	5	%			1.1967	
Asp T	6	%			1.0964	
BED	7	mEq/Kg			213.1299	
Calcio	8	%	3.9		3.9	0.0223
Ceniza	9	%			2.5795	

Cloro	10	%			0.27	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2507	
Cystina T	13	%			0.3007	
EM pollitas	18	kcal/kg	2772		2772	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2109.8513	
Extracto etereo	24	%			6.5687	
FDA	25	%			4.4866	
FDN	26	%	12.6		12.6	0.0202
Fenylalanina SID	27	%			0.8112	
Fenylalanina T	28	%			0.9001	
Fibra cruda	29	%			2.5014	
Glu T	30	%			1.7304	
Gly + Ser T	31	%			1.7214	
Glycina T	32	%			0.7733	
Histidina SID	33	%			0.4365	
Histidina T	34	%			0.4888	
Isoleucina SID	35	%	0.62		0.6874	
Isoleucina T	36	%			0.7683	
Leucina SID	38	%			1.4447	
Leucina T	39	%			1.5829	
Lysina SID	40	%	0.78		0.8387	
Lysina T	41	%			0.9496	
Materia seca	42	%			90.1818	
Met + Cys T	43	%			0.7698	
Met + Cys SID	44	%	0.7		0.7	0.1605
Methionina SID	45	%	0.39		0.4405	
Methionina T	46	%			0.4615	
P Dig cvb	47	%			0.3767	
P Dig FEDNA	48	%			0.3866	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.2278
P fitico	50	%			0.2185	
P total	51	%			0.6438	
PNA	53	%			14.1976	
Potasio	54	%			0.7253	
Prolina T	55	%			1.0489	
Proteina cruda	56	%	17.6		17.6	0.0275
Serine T	57	%			0.9481	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	0.0282
Threonina SID	59	%	0.55		0.6157	
Threonina T	60	%			0.6979	
Tryptophano SID	61	%	0.17		0.1998	
Tryptophano T	62	%			0.2197	
Tyrosine T	63	%			0.6416	
Valina SID	64	%	0.68		0.7553	
Valina T	65	%			0.8635	

T-3 13.2% FDN POSTURA I

Plant: FDN POLLAS
LOHMANN

Batch Size(USD/kg): 30.0000

Cost in USD/kg: 1.9033

Batch Cost(in USD): 57.0986

Composition Chart

Ingredient Restrictions

Ingredient	Price (USD)	Min(%)	Max(%)	Usage(%)	Batch(kg)	Cost(USD)	Shadow
MAIZ	1.63			50.0428	15.0128	24.4709	
TORTA DE SOYA, 46.50	2.34			21.614	6.4842	15.173	
SOYA INTEGRAL, 37.3	2.4		7	7	2.1	5.04	
CARBONATO DE CALCIO GRUESO	0.24	6.5		6.5	1.95	0.468	
SP DE TRIGO	1.39			5.8959	1.7688	2.4586	
ACEITE DE SOYA	3.8	1		3.4362	1.0309	3.9172	
CARBONATO DE CALCIO FINO	0.23			2.8912	0.8674	0.1995	
MONTAFOS (P monodicalcico) 21	4.5			1.5043	0.4513	2.0308	
SAL COMUN	0.5			0.3108	0.0932	0.0466	
BICARBONATO DE SODIO	3.5	0.2		0.2	0.06	0.21	
DL METIONINA	19.4			0.1976	0.0593	1.1503	
CLORURO DE COLINA 60%	6.2			0.1371	0.0411	0.255	
PREMEZCLA MIN+VIT POSTURA	25	0.12	0.12	0.12	0.036	0.9	
SECUESTRANTE MICOTOXINAS	19.8	0.1	0.1	0.1	0.03	0.594	
ZINC BACITRACIN	12.3	0.05	0.05	0.05	0.015	0.1845	

30

Nutrient Restrictions

Nutrient	Code	Units	Min Limit	Max Limit	Actual	Shadow
Acido Linoleico	1	%	1.9		3.7079	
Alanina T	2	%			0.9443	
Almidon	3	%			35.3203	
Arginina SID	4	%	0.81		1.1136	
Arginina T	5	%			1.1986	
Asp T	6	%			1.0873	
BED	7	mEq/Kg			216.0181	
Calcio	8	%	3.9		3.9	0.0223
Ceniza	9	%			2.6458	

Cloro	10	%			0.2679	
Colina	11	mg/kg	1900		1900	
Cystina SID	12	%			0.2497	
Cystina T	13	%			0.3009	
EM pollitas	18	kcal/kg	2772		2772	0.0005
ENeta postura		kcal/kg			2068.5962	
Extracto etereo	24	%			7.4615	
FDA	25	%			4.7466	
FDN	26	%	13.2		13.2	0.0202
Fenylalanina SID	27	%			0.8048	
Fenylalanina T	28	%			0.8944	
Fibra cruda	29	%			2.691	
Glu T	30	%			1.7331	
Gly + Ser T	31	%			1.7183	
Glycina T	32	%			0.7765	
Histidina SID	33	%			0.4329	
Histidina T	34	%			0.4867	
Isoleucina SID	35	%	0.62		0.6825	
Isoleucina T	36	%			0.7643	
Leucina SID	38	%			1.4212	
Leucina T	39	%			1.5608	
Lysina SID	40	%	0.78		0.835	
Lysina T	41	%			0.9482	
Materia seca	42	%			90.2646	
Met + Cys T	43	%			0.772	
Met + Cys SID	44	%	0.7		0.7	0.1605
Methionina SID	45	%	0.39		0.4418	
Methionina T	46	%			0.4639	
P Dig cvb	47	%			0.3793	
P Dig FEDNA	48	%			0.3879	
P disponible	49	%	0.4		0.4	0.2278
P fitico	50	%			0.2239	
P total	51	%			0.6561	
PNA	53	%			15.1178	
Potasio	54	%			0.7409	
Prolina T	55	%			1.0459	
Proteina cruda	56	%	17.6		17.6	0.0275
Serine T	57	%			0.9418	
Sodio	58	%	0.19	0.19	0.19	0.0282
Threonina SID	59	%	0.55		0.6102	
Threonina T	60	%			0.6944	
Tryptophano SID	61	%	0.17		0.2005	
Tryptophano T	62	%			0.2213	
Tyrosine T	63	%			0.6367	
Valina SID	64	%	0.68		0.7504	
Valina T	65	%			0.861	

8.2 Resultados de análisis estadístico

8.2.1 Peso vivo

Obs	trt	block	PV15W
1	FDN16.85	1	1210
2	FDN16.85	2	1210
3	FDN16.85	3	1210
4	FDN16.85	4	1211
5	FDN17.70	1	1209
6	FDN17.70	2	1209
7	FDN17.70	3	1211
8	FDN17.70	4	1211
9	FDN18.54	1	1209
10	FDN18.54	2	1209
11	FDN18.54	3	1211
12	FDN18.54	4	1211

Obs	trt	block	PV18W
1	FDN16.85	1	1594
2	FDN16.85	2	1649
3	FDN16.85	3	1538
4	FDN16.85	4	1549
5	FDN17.70	1	1654
6	FDN17.70	2	1601
7	FDN17.70	3	1525
8	FDN17.70	4	1540
9	FDN18.54	1	1576
10	FDN18.54	2	1601
11	FDN18.54	3	1586
12	FDN18.54	4	1565

Obs	trt	block	PV27W
1	FDN16.85	1	1865
2	FDN16.85	2	1876
3	FDN16.85	3	1866
4	FDN16.85	4	1818
5	FDN17.70	1	1917
6	FDN17.70	2	1888
7	FDN17.70	3	1836
8	FDN17.70	4	1869
9	FDN18.54	1	1825
10	FDN18.54	2	1834
11	FDN18.54	3	1900
12	FDN18.54	4	1779

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PV15W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	7.08333333	1.41666667	4.64	0.0444
Error	6	1.83333333	0.30555556		
Total corregido	11	8.91666667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PV15W
0.794393	0.045680	0.552771	1210.083

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	6.91666667	2.30555556	7.55	0.0185
trt	2	0.16666667	0.08333333	0.27	0.7703

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	6.91666667	2.30555556	7.55	0.0185
trt	2	0.16666667	0.08333333	0.27	0.7703

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PV18W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	11671.66667	2334.33333	1.93	0.2227
Error	6	7243.33333	1207.22222		
Total corregido	11	18915.00000			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PV18W
0.617059	2.196971	34.74510	1581.500

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	11657.66667	3885.88889	3.22	0.1038
trt	2	14.00000	7.00000	0.01	0.9942

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	11657.66667	3885.88889	3.22	0.1038
trt	2	14.00000	7.00000	0.01	0.9942

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PV27W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	8358.41667	1671.68333	1.21	0.4054
Error	6	8290.50000	1381.75000		
Total corregido	11	16648.91667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PV27W
0.502040	2.002706	37.17190	1856.083

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4660.250000	1553.416667	1.12	0.4110
trt	2	3698.166667	1849.083333	1.34	0.3307

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4660.250000	1553.416667	1.12	0.4110
trt	2	3698.166667	1849.083333	1.34	0.3307

8.2.2 Ganancia de peso vivo

Obs	trt	block	GPV15A18W
1	FDN16.85	1	384
2	FDN16.85	2	439
3	FDN16.85	3	328
4	FDN16.85	4	338
5	FDN17.70	1	445
6	FDN17.70	2	392
7	FDN17.70	3	314
8	FDN17.70	4	329
9	FDN18.54	1	367
10	FDN18.54	2	392
11	FDN18.54	3	375
12	FDN18.54	4	354

Obs	trt	block	GPV18A20W
1	FDN16.85	1	167
2	FDN16.85	2	151
3	FDN16.85	3	201
4	FDN16.85	4	215
5	FDN17.70	1	160
6	FDN17.70	2	160
7	FDN17.70	3	213
8	FDN17.70	4	184
9	FDN18.54	1	242
10	FDN18.54	2	194
11	FDN18.54	3	180
12	FDN18.54	4	188

Obs	trt	block	GPV20A27W
1	FDN16.85	1	104
2	FDN16.85	2	76
3	FDN16.85	3	127
4	FDN16.85	4	54
5	FDN17.70	1	103
6	FDN17.70	2	127
7	FDN17.70	3	98
8	FDN17.70	4	145
9	FDN18.54	1	7
10	FDN18.54	2	39
11	FDN18.54	3	134
12	FDN18.54	4	26

Procedimiento GLM

Variable dependiente: GPV15A18W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	12233.08333	2446.61667	2.04	0.2050
Error	6	7187.83333	1197.97222		
Total corregido	11	19420.91667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de GPV15A18W
0.629892	9.318843	34.61174	371.4167

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	12220.91667	4073.63889	3.40	0.0943
trt	2	12.16667	6.08333	0.01	0.9949

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	12220.91667	4073.63889	3.40	0.0943
trt	2	12.16667	6.08333	0.01	0.9949

Procedimiento GLM

Variable dependiente: GPV18A20W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	2708.083333	541.616667	0.62	0.6906
Error	6	5224.833333	870.805556		
Total corregido	11	7932.916667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de GPV18A20W
0.341373	15.70346	29.50941	187.9167

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	1644.916667	548.305556	0.63	0.6221
trt	2	1063.166667	531.583333	0.61	0.5737

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	1644.916667	548.305556	0.63	0.6221
trt	2	1063.166667	531.583333	0.61	0.5737

Procedimiento GLM

Variable dependiente: GPV20A27W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	13476.83333	2695.36667	1.69	0.2708
Error	6	9595.83333	1599.30556		
Total corregido	11	23072.66667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de GPV20A27W
0.584104	46.14383	39.99132	86.66667

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4488.666667	1496.222222	0.94	0.4796
trt	2	8988.166667	4494.083333	2.81	0.1377

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	4488.666667	1496.222222	0.94	0.4796
trt	2	8988.166667	4494.083333	2.81	0.1377

8.2.3 Longitud de metatarso

Obs	trt	block	LMTT15W
1	FDN16.85	1	7.5
2	FDN16.85	2	7.3
3	FDN16.85	3	7.3
4	FDN16.85	4	7.2
5	FDN17.70	1	7.4
6	FDN17.70	2	7.4
7	FDN17.70	3	7.3
8	FDN17.70	4	7.3
9	FDN18.54	1	7.5
10	FDN18.54	2	7.2
11	FDN18.54	3	7.3
12	FDN18.54	4	7.4

Obs	trt	block	LMTT20W
1	FDN16.85	1	9.5
2	FDN16.85	2	9.1
3	FDN16.85	3	9.5
4	FDN16.85	4	9.6
5	FDN17.70	1	9.2
6	FDN17.70	2	9.3
7	FDN17.70	3	9.1
8	FDN17.70	4	9.4
9	FDN18.54	1	9.6
10	FDN18.54	2	9.1
11	FDN18.54	3	9.3
12	FDN18.54	4	9.2

Procedimiento GLM

Variable dependiente: LMTT15W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	0.06416667	0.01283333	1.71	0.2652
Error	6	0.04500000	0.00750000		
Total corregido	11	0.10916667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de LMTT15W
0.587786	1.179603	0.086603	7.341667

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.06250000	0.02083333	2.78	0.1327
trt	2	0.00166667	0.00083333	0.11	0.8966

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.06250000	0.02083333	2.78	0.1327
trt	2	0.00166667	0.00083333	0.11	0.8966

Procedimiento GLM

Variable dependiente: LMTT20W

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	5	0.19416667	0.03883333	1.12	0.4398
Error	6	0.20833333	0.03472222		
Total corregido	11	0.40250000			

R-cuadrado	Var Coef.	Raiz MSE	Media de LMTT20W
0.482402	1.998273	0.186339	9.325000

Origen	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.12916667	0.04305556	1.24	0.3749
trt	2	0.06500000	0.03250000	0.94	0.4428

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
block	3	0.12916667	0.04305556	1.24	0.3749
trt	2	0.06500000	0.03250000	0.94	0.4428

8.2.4 Peso relativo de molleja

Obs	trt	block	PRMOLLEJA15W
1	FDN16.85	1	2.26
2	FDN16.85	2	2.54
3	FDN16.85	3	2.62
4	FDN16.85	4	2.54
5	FDN17.70	1	2.73
6	FDN17.70	2	2.24
7	FDN17.70	3	2.50
8	FDN17.70	4	2.35
9	FDN18.54	1	2.63
10	FDN18.54	2	2.42
11	FDN18.54	3	2.29
12	FDN18.54	4	2.52

Obs	trt	block	PRMOLLEJA20W
1	FDN16.85	1	1.45
2	FDN16.85	2	1.58
3	FDN16.85	3	1.62
4	FDN16.85	4	1.47
5	FDN17.70	1	1.78
6	FDN17.70	2	1.93
7	FDN17.70	3	1.64
8	FDN17.70	4	1.75
9	FDN18.54	1	1.90
10	FDN18.54	2	2.04
11	FDN18.54	3	1.89
12	FDN18.54	4	1.96

Obs	trt	block	PRMOLLEJA27W
1	FDN16.85	1	1.39
2	FDN16.85	2	1.27
3	FDN16.85	3	1.39
4	FDN16.85	4	1.51
5	FDN17.70	1	1.45
6	FDN17.70	2	1.41
7	FDN17.70	3	1.49
8	FDN17.70	4	1.52
9	FDN18.54	1	1.49
10	FDN18.54	2	1.58
11	FDN18.54	3	1.48
12	FDN18.54	4	1.52

8.2.5 Consumo de alimento

Obs	trt	block	CONSUMO15A18W
1	FDN16.85	1	1683
2	FDN16.85	2	1737
3	FDN16.85	3	1693
4	FDN16.85	4	1705
5	FDN17.70	1	1699
6	FDN17.70	2	1687
7	FDN17.70	3	1721
8	FDN17.70	4	1684
9	FDN18.54	1	1679
10	FDN18.54	2	1705
11	FDN18.54	3	1756
12	FDN18.54	4	1742

Obs	trt	block	CONSUMO20A27W
1	FDN16.85	1	7905
2	FDN16.85	2	7836
3	FDN16.85	3	7963
4	FDN16.85	4	8065
5	FDN17.70	1	7832
6	FDN17.70	2	7957
7	FDN17.70	3	7921
8	FDN17.70	4	8072
9	FDN18.54	1	7862
10	FDN18.54	2	8085
11	FDN18.54	3	7984
12	FDN18.54	4	7965

8.2.6 Índice de conversión alimenticia

Obs	trt	block	CONVERSION15A18W
1	FDN16.85	1	4.38281
2	FDN16.85	2	3.95672
3	FDN16.85	3	5.16159
4	FDN16.85	4	5.04438
5	FDN17.70	1	3.81798
6	FDN17.70	2	4.30357
7	FDN17.70	3	5.48089
8	FDN17.70	4	5.11854
9	FDN18.54	1	4.57493
10	FDN18.54	2	4.34949
11	FDN18.54	3	4.68267
12	FDN18.54	4	4.92090

8.2.7 Peso de huevo

Obs	trt	block	PESOH23W
1	FDN16.85	1	59.2727
2	FDN16.85	2	59.4251
3	FDN16.85	3	56.1539
4	FDN16.85	4	56.5014
5	FDN17.70	1	57.1057
6	FDN17.70	2	58.1213
7	FDN17.70	3	58.3764
8	FDN17.70	4	61.3710
9	FDN18.54	1	60.3375
10	FDN18.54	2	59.3436
11	FDN18.54	3	56.0067
12	FDN18.54	4	60.3568

Obs	trt	block	PESOH26W
1	FDN16.85	1	62.5930
2	FDN16.85	2	69.8431
3	FDN16.85	3	58.8000
4	FDN16.85	4	59.0191
5	FDN17.70	1	58.7481
6	FDN17.70	2	59.6038
7	FDN17.70	3	60.0269
8	FDN17.70	4	58.2992
9	FDN18.54	1	59.8456
10	FDN18.54	2	59.4773
11	FDN18.54	3	59.0104
12	FDN18.54	4	59.8877

8.2.8 Producción de huevo

Obs	NUMERO	TRT	PH23W
1	1	1	87.5000
2	2	1	71.4286
3	3	1	89.7959
4	4	1	91.0714
5	5	2	91.8367
6	6	2	85.7143
7	7	2	85.7143
8	8	2	94.6429
9	9	3	98.2143
10	10	3	93.8776
11	11	3	73.2143
12	12	3	85.7143

Obs	NUMERO	TRT	PH26W
1	1	1	98.214
2	2	1	82.143
3	3	1	85.714
4	4	1	96.429
5	5	2	97.959
6	6	2	98.214
7	7	2	89.286
8	8	2	100.000
9	9	3	94.643
10	10	3	97.959
11	11	3	80.357
12	12	3	98.214

8.3 Fotos de la ejecución del experimento

Figura 1. Rotular casilleros de cada unidad experimental



Figura 2. Se dio inicio a fase de pre- postura

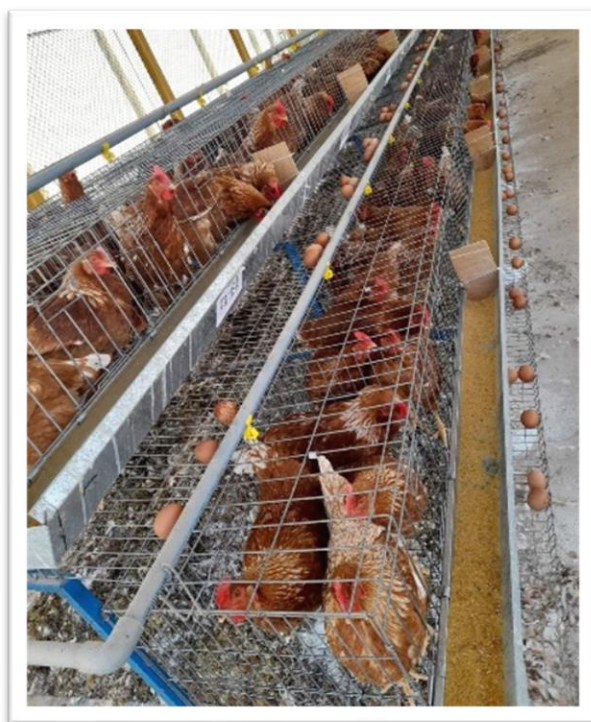


Figura 3. Se dio inicio a fase de pre- postura



Figura 4. Pesos de mollejas



Figura 5. Pesos de mollejas



Figura 6. Preparación de alimento

