

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Escuela de Medicina Veterinaria



Para Optar al Grado de Doctor en Medicina Veterinaria

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL USO DE FRIJOL DE SOYA
INTEGRAL EXTRUSADA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS EN FASE
DE ENGORDE**

Sustentantes:

Caroline Castro García

Antonio Manuel Loreto López

Asesores:

Dr. José A. Choque López, Ph.D.

Ing. Agr. MSc. Humberto Araque

Santo Domingo, D. N., República Dominicana, diciembre 2021

Sustentantes:

Caroline Castro García

Antonio Manuel Loreto López

Asesores:



Dr. José A. Choque López, Ph.D.



Ing. Agr. MSc. Humberto Araque

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

A mis padres, Ana Ordaliza García Veras y Manuel de Jesús Castro Ureña, gracias por brindarme su amor incondicional, por enseñarme lo que es el trabajo duro, el sentido de la responsabilidad y honradez, por acompañarme a lo largo de este camino y por estar ahí siempre que los necesite, por ser mi roca, por siempre tener fe en mí e incentivarme a levantarme y seguir adelante cada vez que tocaba fondo, este triunfo es de ustedes.

A mi hermano Javier Eduardo Castro García, que a pesar de las adversidades siempre ha sido mi modelo a seguir.

A mis abuelos, por sus grandes deseos de verme triunfar y alcanzar las metas deseadas, por siempre preocuparse por mí, por sus palabras de aliento y por tenerme presente en sus oraciones.

A mis amigos y compañeros en especial Anais Guzmán, Odile Polanco, María Gabriela Nuñez, Bárbara Senges, Lilliana Álvarez, Nikaully Mejías, Fior Sterling y Javier de León, por siempre escucharme y acompañarme en los momentos difíciles, por estar ahí cuando necesite un amigo, un consejo y un hombro donde apoyarme, fue una linda experiencia compartir esta etapa de mi vida con ustedes, son las hermanas que la vida me regalo.

A mi perrita, Mía, por ser la razón por la cual inicie este viaje, mi fiel compañera, siempre sacándome sonrisas aun en los tiempos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Pedro Henríquez Ureña, fuente de sabiduría, experiencia y apoyo que participo en nuestra formación.

A los profesores, que con gran vocación nos inculcaron conocimientos y valores que nos servirán para toda la vida.

A nuestros asesores, Humberto Araque, José Choque y Nelly López, por su orientación, ayuda desinteresada y sobre todo paciencia en todo este proceso.

A mi compañero, Antonio Manuel Loreto López, fueron muchas las noches en desvela pero al fin nuestro trabajo es recompensado con la llegada final de nuestro viaje, lo logramos!

A Corporación Avícola del Caribe. LTD. y a todos sus empleados por abrirnos las puertas y hacernos sentir parte de la familia, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible.

Caroline Castro García

DEDICATORIA

A mi hermosa madre Nelly López, la mujer de mi vida, la persona que hizo que todo lo que he logrado en la vida haya sido posible. Dedico este esfuerzo a ti para que te sientas orgullosa, eres mi más grande fuente de inspiración y espero algún día ser como tú.

A mi novia Nikaully Mejías, que amo con todo mí ser, me diste apoyo en cada momento y siempre estuviste ahí para cualquier cosa, eres y serás siempre mi mayor tesoro.

A mis gatos Phoebe y Octaviano, que han vivido conmigo durante tanto tiempo en República Dominicana, cada mañana que me levanté solo ellos estaban ahí, son mis compañeros de casa e hijos adoptivos también.

A mi familia y amigos en Venezuela que creyeron siempre en mí, también a las amistades que logré hacer durante casi 6 años aquí en República Dominicana.

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco infinitamente el apoyo incondicional a mis tutores Humberto Araque, gran amigo y excelentísima persona, me enseñaste miles de cosas que nunca olvidare a lo largo de mi vida.

Le doy gracias a José Choque, que gracias a su gran esfuerzo nos ayudó a avanzar para lograr el máximo objetivo.

A Caroline Castro, que me demostró que no solo me puede brindar una amistad fantástica, también puede ser una increíble compañera que, si pudiese volver a escoger a alguien para un futuro proyecto, sin duda lo haría junto a ella.

Le agradezco a todo el equipo de Pollo Cibao que hizo posible este proyecto, cada gota de sudor y cada momento dedicado siempre lo recordaré.

A la UNPHU, por la educación que me entregó y por tantas buenas experiencias.

Antonio Manuel Loreto López

Tabla de contenido

CAPÍTULO I:	9
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	9
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO II:	13
REVISIÓN LITERARIA	13
2 REVISIÓN LITERARIA.....	14
2.1 Antecedentes de la investigación.....	14
2.2 La soya como fuente de proteína.....	16
2.3 Proceso de extrusado.....	19
Cocido:.....	20
Tostado:.....	21
Extrusión:.....	21
2.4 Factores Antinutricionales.....	22
2.5 Criterios de evaluación de calidad de procesos térmicos.....	24
CAPÍTULO III:	28
MATERIALES Y MÉTODOS	28
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1 Ubicación.....	29
3.2 Naves de producción.....	29
3.3 Animales.....	29
3.4 Manejo.....	30
3.5 Tratamientos.....	32
3.6 Dietas.....	32
3.7 Elaboración de alimento.....	35
3.8 Variables Evaluadas.....	36
a. Peso Inicial (PI):.....	36
b. Peso final (PF):.....	36
c. Ganancia total de peso (GTP):.....	37
d. Ganancia diaria promedio de peso (GDP):.....	37
e. Consumo de alimento (CA):.....	37

f.	Conversión de alimento (COA):.....	37
g.	Rendimiento de canal (RD).....	37
h.	Mortalidad (MO):.....	37
i.	Costo económico (CE):.....	37
3.9	Análisis estadístico y modelo experimental.....	38
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1	Resultados.....	40
	En el cuadro 13, se observan los resultados encontrados con el uso de torta de soya y frijol de soya extrusado, sobre los parámetros productivos en pollos de engorde.	40
a.	Peso inicial:.....	40
b.	Peso Final:.....	41
d.	Ganancia Diaria Promedio de Peso (GDP):.....	41
e.	Consumo de Alimento (CA):.....	41
f.	Conversión de alimento (CDA):.....	41
g.	Rendimiento en Canal (RC,.....	42
h.	Mortalidad (MO):.....	42
i.	Índice de Eficiencia Europea (IEE):.....	42
j.	Costo económico (CE):.....	42
4.2	Discusión.....	44
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1	Conclusiones.....	48
5.2	Recomendaciones.....	49
6	BIBLIOGRAFÍA.....	51
	CAPÍTULO VII:	55
	ANEXOS	55
7	ANEXOS.....	56

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

La soya es una legumbre de ciclo anual, de porte erguido, que alcanza entre 0,50 y 1,5 metros de altura. Posee hojas grandes, trifoliadas y pubescentes. Su nombre científico es *Glycine Max (L.)* y pertenece a la familia de las fabáceas. Esta planta herbácea posee vainas cortas, que contienen en su interior entre uno y cuatro granos oleaginosos (con un 20% de aceite). Al igual que las leguminosas, la soya puede capturar del suelo todo el nitrógeno que necesita porque posee nódulos en los que se desarrollan bacterias como la *Rhizobium japonicum*, fijadoras del nitrógeno atmosférico (Edgardo Ridner, 2006).

El uso de la soya en la alimentación animal ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), el frijol de soya se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria, destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como de una elevada densidad energética y proteica (Albarracín, 2010).

Sin embargo, aunque esta tiene un perfil nutricional aceptable, también posee bajos niveles de aminoácidos azufrados y presenta diversos metabolitos secundarios que actúan como protección natural de la planta y que son capaces de deprimir el crecimiento y perjudicar el desempeño de monogástricos (Cortés, 2014). También son llamados factores antinutricionales, entre estos se pueden mencionar, algunos oligosacáridos, saponinas, factores anti-tiroideos, fitohemoaglutininas o lectinas, inhibidores de proteasas, tales como los inhibidores de tripsina. (Bruggink, 1993).

El tratamiento térmico de los alimentos se ha considerado una vía tecnológica de externalizar parte del proceso digestivo consiguiendo aumentar su digestibilidad y, a la vez, reducir su toxicidad potencial. Los efectos conseguidos potencialmente pueden rendir grandes cantidades de energía que afectan a la masa corporal, crecimiento, reproducción, defensa contra parásitos y enfermedades, e inversión en locomoción y/o trabajo (Carmody y Grangham, 2009).

Existen varios métodos de cocción para procesar soya, siendo la extrusión uno de los más utilizados. Este proceso consiste en la aplicación de altas temperaturas (140 a 170°C) por cortos períodos de tiempo (menos de 90 segundos), en donde el grano molido se envía a través de un cilindro con un tornillo sinfín que gira a cierta velocidad configurado de manera específica, esto somete al grano a fuertes presiones, tras lo cual el material se expulsa hacia fuera de un orificio final bajo presión; esta abrupta descompresión afecta la estructura y conformación molecular del grano, y por lo tanto, beneficia sus propiedades (Mateos, 2002).

En este sentido, la soya es la materia prima más económica para suplir las necesidades de aminoácidos para la producción de carne de pollo, que combinado con el tratamiento térmico extrusado, potencian su uso en la producción animal rentable. Por tanto, si la soya integral extrusada resulta ser benéfica para los pollos de engorde, sin perjudicar los parámetros productivos, estaremos frente al uso de una materia prima de mayor aporte de nutrientes y de menor costo, que puede repercutir en mejor resultado en el peso de las aves, así como en la calidad física y aporte nutricional del alimento.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el uso de la soya integral extrusada con torta de soya convencional en la alimentación de pollos en fase de engorde.

1.2.2 Objetivos específicos

Comparar el uso de la soya integral extrusada al 20% con torta de soya convencional en la alimentación de pollos en fase de engorde, en función de:

- ✓ Peso vivo inicial
- ✓ Peso vivo final
- ✓ Ganancia media diaria

- ✓ Consumo medio diario
- ✓ Conversión alimenticia y eficiencia
- ✓ Rendimiento de canal
- ✓ Mortalidad
- ✓ Manifestaciones clínicas
- ✓ Índice de eficiencia europeo.
- ✓ Costo económico

CAPÍTULO II:
REVISIÓN LITERARIA

2 REVISIÓN LITERARIA

2.1 Antecedentes de la investigación

En la República Dominicana, no hay datos científicos reportados de uso de la soya extrusada, pero si un reporte a través de una comunicación personal con la Dra. (M.V Msc) Nelly López, nutricionista asesora de la empresa Corporación Avícola del Caribe LTD, sobre uso fijo de 20 % de soya extrusada en sus alimentos de pollos de engorde (Preiniciador, Iniciador y Engorde); con muy buenos resultados de pesos, consumo, conversión y mortalidad. Ese nivel de 20 % lo han usado ya por 2 años.

López (2021), recomienda usar alrededor del 20 % en las fórmulas de pollos cuando el alimento es peletizado, debido a que si el porcentaje es mayor, el nivel de la grasa total del alimento será muy alto y provocará que se fragmente con facilidad y como consecuencia que la durabilidad del pellets no sea ideal, dando como resultado muchos finos (polvo), ocasionando una disminución en el consumo, es decir, el pollo selecciona los gránulos grandes y desecha el polvo.

En algunos países de Centro América y Sudamérica el alimento común en las aves de corral es alimento en forma de harina, en éste el nivel de soya integral extrusada no importa debido a que no afecta físicamente al alimento, algunas empresas se despreocupan por la pérdida de alimento durante su proceso y transporte, su objetivo principal es que el ave coma. En países como República Dominicana, donde se tiene un clima cálido y húmedo, donde se trabajan líneas genéticas como Ross, con requerimientos nutricionales altos y específicos, las empresas generalmente trabajan con alimento peletizado y sus intereses a la hora de cuidar el alimento tienen mucho valor.

Rueda (2016), en su investigación, “Energía Metabolizable del grano de soya integral determinada en pollos de engorde”; el estudio que condujo a la determinación de la energía metabolizable aparente (EMA) y aparente con corrección por balance de nitrógeno (EMAn) con recolección total de excretas y recolección parcial de excretas y uso del indicador Cr₂O₃, se realizó con 160 pollos machos de la línea Ross 308, de 21 días de edad, que recibieron cinco dietas (una de referencia, de maíz, torta de soya y aceite vegetal, y cuatro en las que se sustituyó el 30% del núcleo energético de la dieta de referencia por el grano de soya integral crudo, cocido, tostado y extruido).

El resultado arrojó bajos coeficientes de variación en todas las variables analizadas lo que sugiere un elevado control en los procesos de las diversas fases de su realización. La dieta con grano de soya integral crudo condujo a la mayor producción de excretas, materia seca, nitrógeno y valor calorífico bruto excretado, así como a excretas con mayor contenido de nitrógeno y valor calorífico bruto. La producción de excretas, materia seca excretada y valor calorífico bruto excretado no evidenció diferencia entre la dieta de referencia y las que tuvieron el grano de soya integral sometido a cualquier proceso térmico.

El proceso térmico del grano de soya integral no condujo a efectos en el contenido de nitrógeno en las excretas, el valor calorífico bruto en las excretas y el nitrógeno excretado.

El análisis de varianza mostró que el modelo propuesto fue significativo para la ingestión, excreción y el balance de nitrógeno ($P < 0.0001$). El nivel más bajo de ingestión de nitrógeno se observó con la dieta de referencia. Las dietas con grano integral de soya, crudo o tostado, acompañaron los mayores niveles de nitrógeno ingerido. La ingestión de nitrógeno fue semejante entre las dietas con el grano crudo y tostado y entre las que contenían grano de soya procesado. El menor valor en la excreción de nitrógeno se generó en los pollos que recibieron la dieta de referencia.

Plácido. (1999), en su investigación “Utilización de soya entera extruída en dietas de pollos de engorde” explica que hay un alto interés en la utilización de soya integral en dietas de pollo de engorde por su alto contenido de proteína (38-42%) y de aceite (18-22%). Es necesario que la soya se procese en un aparato que genere calor a fin de eliminar el inhibidor de tripsina y otros factores antinutricionales como: hemaglutinas, saponinas, un factor goitrogénico, un anticoagulante, un diurético y la enzima lipoxidasa que causa la rancidez. Se comparó el efecto de diferentes porcentajes de soya entera extruída sobre: peso corporal (PC), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (ICA), mortalidad acumulada (MA), peso final en canal (PFC) y rendimiento en canal caliente (RC).

Evaluó en 1500 pollos de la línea Indian River distribuidos en quince corrales experimentales de 3×4m. Los tratamientos fueron las dietas control (0%) y 25, 50, 75 y

100% de soya entera extruída. Los mayores PC y CA se obtuvieron con la dieta control, pero el mejor ICA a los 42 días se obtuvo con 75 y 100% de soya entera extruída. No se detectó diferencias en PC, CA, PFC y RC, pero si en ICA en la sexta semana con las dietas de 75 y 100% de soya entera extruída. Económicamente, se obtuvo un 4% de rentabilidad sobre los costos con la dieta con 75% de soya entera extruída, que fue superior a las demás dietas bajo condiciones de igual precio.

2.2 La soya como fuente de proteína

Las proteínas del alimento, como las que se encuentran en los granos de cereal y en la harina de soja, son compuestos complejos que se descomponen en el proceso digestivo y generan aminoácidos, los cuales se absorben y ensamblan para construir proteínas que se utilizan en la formación de tejidos (por ejemplo, músculos, nervios, piel, plumas). Los niveles de proteína bruta no indican su calidad en los ingredientes del alimento; esta depende del nivel, el balance y la digestibilidad de los aminoácidos esenciales del alimento terminado y mezclado (González, 2018).

Un déficit pronunciado de metionina en aves puede dar lugar a un empeoramiento del estado sanitario y afectar negativamente los parámetros productivos. Además, la metionina y la cisteína son los principales componentes de la proteína de las plumas; una deficiencia de los mismos se manifestará inicialmente por un emplume pobre (Michael, 1995).

Actualmente existe una gran aceptación y aplicación del concepto de proteína ideal, así como mayor conocimiento del requerimiento de treonina, y la interacción treonina con los desafíos sanitarios en campo. Se tienen determinadas las relaciones óptimas de los aminoácidos en función a la lisina, para las distintas etapas de crecimiento, además de la diferenciación de los requerimientos de aminoácidos basados en sexo, temperatura ambiental, objetivo de la producción: ganancia de peso, conversión de alimento, mayor producción de pechuga o menor contenido de grasa abdominal (Rostagno, 2011).

Las proteínas para la alimentación de las aves tienen dos origen, animal y proteína de origen vegetal, siendo la mayoría de las dietas en pollos de engorde en base de maíz y

de harina de soja, debido a la gran variabilidad en la composición nutricional de estos alimentos alternativos (Waldroup, 2002).

El valor nutritivo de esta proteína en particular, está en función de varios factores, incluyendo el perfil de aminoácidos, su digestibilidad y el requerimiento de aminoácidos esenciales para el organismo (Erdman, 1995).

La soja cultivada es un vegetal perteneciente a la familia *Fabácea* (leguminosas) y dentro de esta a la subfamilia *Papilionoideae* y al género *Glycine Willd.* Este género incluye el subgénero Soja que consta de tres especies anuales procedentes de Asia: *G. max L. (merr)* que es la soja cultivada, *G. soja Sieb* y *Zucc* que es su forma silvestre y *G. Gracilis Skvorsov* considerada maleza, la cual posee fenotipos intermedios a las anteriores. (Plant Biosafety Office, 1996; Lackey, 1981, cit, in Monsanto, 2002).

Es originaria del este de Asia, donde ha sido utilizada en la alimentación humana desde hace más de 4000 años. A partir del año 1900 se introdujo a Europa y América. En este último continente encontró las mejores condiciones climáticas para convertirse en un cultivo comercial de gran impacto productivo y económico. Actualmente, los principales países productores de soya son: Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, India, Paraguay y Canadá. Estados Unidos es el primer productor y exportador en el mundo, sin embargo, Brasil y Argentina suman la mitad de la producción mundial. La soya transgénica representa más del 70% de la soya sembrada en todo el mundo, con el objetivo de lograr una mayor resistencia a los herbicidas e insectos (FAO, 2012).

Las proteínas presentes en el grano de soja son albúminas y globulinas (glicininas y conglucinininas) que conforman el 65 a 80 % del total (Irazoqui e Isla, 1996; Maggio, 1996; Murphy, 1985).

El principal destino de esta producción es la industria elaboradora de aceites y harinas (Méndez et al., 2010), absorbiendo un porcentaje que oscila el 78% del total producido con una producción de 30,1 M tn/año de harina y 7,3 M tn/año de aceite de soja (Bragachini, 2011). Los subproductos oleaginosos son los residuos sólidos resultantes de la extracción industrial de aceite de granos oleaginosos, obtenidos por presión o solventes. Estos subproductos son denominados expellers cuando provienen de la

extracción de aceite por presión (prensa y/o extrusado y prensa) y harinas cuando la extracción del aceite se realiza en base a la aplicación de solventes. (Méndez, 2010).

Tanto el expeller de soja (subproducto que se obtiene luego del proceso de extrusado y prensa) como la harina de soja (subproducto que se obtiene luego del proceso de extracción de aceite por solventes) son concentrados con un importante contenido proteico (por lo general entre 40 y 47% sobre sustancia seca). Desde el punto de vista de la nutrición animal los expellers y las harinas de soja en sus diferentes formas, son ingredientes de alto valor nutritivo porque representan la principal fuente de proteína (y de aminoácidos esenciales) para muchas especies de interés comercial: aves, cerdos y ganado de leche y carne (Gallardo, 2005).

Por otro lado, obtenemos el aceite de soja, que es el producto principal del proceso. “El aceite de soja se destaca por su excelente calidad, directamente relacionada con sus ácidos grasos insaturados, su fluidez en un amplio rango de temperaturas, sus antioxidantes naturales y la posibilidad de hidrogenación selectiva” (Ridner, 2006).

En las Tablas de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA- (De Blas, Mateos y Rebollar, 2010) se indica que el grano de soja entero contiene entre 18 y 20% de grasa altamente insaturada (54-56% de linoleico y 7-8% de linolénico) y la fracción hidrocarbonada de la soja contiene, además de los oligosacáridos, un 6 – 8% de azúcares solubles (principalmente sacarosa) y alrededor de 12% de pared celular poco lignificada, rica en pectinas. Aunque su contenido de almidón es muy bajo (<1%), la calidad energética de esta fracción es elevada en rumiantes, intermedia en porcinos y conejos y más reducida en aves.

La torta de soja es sin duda el suplemento proteico más utilizado en la alimentación animal. En años recientes a la torta se ha sumado el grano entero de soja, que con adecuado tratamiento térmico, es crecientemente utilizado en la alimentación, en especial de animales monogástricos y a la que se denomina comúnmente como soja integral (SI) Como pocos insumos, combina en un solo producto la deseada característica de tener elevadas concentraciones de energía y proteínas, estas últimas de alto valor biológico, que hacen de este grano una alternativa excepcional en prácticamente todas las fases de la alimentación de aves. (Echegaray, 2009).

El grano de soja muestra un elevado contenido de energía metabolizable (EM); sin embargo, es preciso indicar que el valor consignado por el NRC (1994) estaría subestimando su valor real y correspondería a producto resultante de tratamiento por tostado, que sería el material utilizado en la información técnica que sirvió de base al NRC.

Por su menor contenido de proteína bruta, la soya integral (SI) presenta una ligera menor concentración de AA con relación a la torta. Excepto por la baja concentración de AA azufrados, la SI es un suplemento bastante bien balanceado con respecto a las proporciones de AA de la proteína ideal para el pollo, y se complementa bien con el perfil de aminoácidos de granos de cereales como el maíz. En lo que respecta a la digestibilidad de los AA en la SI esta es bastante alta en el caso del grano extruido y no difiere mayormente de los valores observados en la torta; sin embargo, los valores serían más bien bajos en el caso del grano tostado (SIT) (Café, 2000).

2.3 Proceso de extrusado

Para utilizar la soya integral en la alimentación de aves y de cerdos, esta debe ser sometida a procesos térmicos; según indicó Monari (1999) si la soya integral no sufre algún tipo de tratamiento térmico su valor nutritivo es relativamente bajo, y señaló además que el grano de soya crudo puede influenciar negativamente la salud animal. (Griffiths, 1998) describe a los factores antinutricionales, como un gran grupo de compuestos de origen vegetal que al ser consumidos son capaces de reducir el valor nutritivo de los alimentos; interfiriendo en la digestibilidad, absorción y utilización de los nutrientes. Consumidos en altas concentraciones, pueden causar daño a la salud; incluso la muerte (Belmar y Nava. 2005).

Los procesos térmicos difieren en cuanto al tiempo, temperatura, presión, humedad, superficie del grano expuesta (Monari, 1999) aunque tienen como objetivo común obtener un producto final homogéneo con actividad residual mínima de sus FAN, calidad óptima de la proteína y alta disponibilidad de aceite. (Jorge Netto, 1992) señaló que las opciones térmicas incluían la cocción, el tostado en tambor rotacional, vapor húmedo o seco, el jet sploder, micronización, extrusión en seco o húmeda y el microondas.

El calor aplicado en los procesos tecnológicos ha resultado efectivo en la desactivación de los factores antinutritivos (FAN) (Borges, 2003; Machado, 2008). No obstante, la humedad del grano, la temperatura y la duración de los procesos establecen variaciones en la calidad nutricional del producto final (Marsman 1997; Shirley y Parson 2000; Prachayawarakorn, 2006). El exceso de calor incrementa la formación de compuestos de la reacción de Maillard y en consecuencia disminuye la disponibilidad de carbohidratos y aminoácidos esenciales (Parsons et al 1992; Shirley y Parson, 2000; Glani y Sepehr 2003).

Entre los factores tóxicos que posee el frijol de soya crudo se encuentran: inhibidores de tripsina y quimotripsina, lectinas o hemaglutininas, factores alergénicos (glicina y β -Conglicina), oligosacáridos, saponinas, polisacáridos no amiláceos entre otros, los cuales causan efecto negativo sobre el desempeño de los animales (Carvalho, 2006).

Los principales métodos aplicados para desactivar el frijol de soya son:

Cocido: La cocción es un proceso relativamente sencillo, su aplicación es ancestral. Se remoja el grano de soya en agua y se somete a cocción entre 30 y 120 minutos. Posteriormente se seca de forma mecánica o extendida sobre el suelo. En investigación realizada por, (Kaankuka, 1996).

El grado de inhibición de los componentes de las leguminosas depende de la temperatura, el tiempo de tratamiento, el volumen del alimento y el contenido de agua del mismo. Sin embargo, un tratamiento térmico severo puede disminuir la calidad proteica, por lo que es importante controlar el tiempo y la temperatura de cocción. (Anderson RL y Wolf WJ, 1995).

Dentro del método de desactivado del frijol por cocción destaca; el autoclave y reactor hidrotérmico. Siendo la autoclave, el método de mayor utilización y eficiencia. En este sentido, (Monari, 1999) señaló que la autoclave consiste en cocer el grano aplicando vapor caliente a presión y ha sido el método más utilizado a nivel de centros de investigación y de producción.

Otro método de cocción que se efectúa por medio de un reactor hidrotérmico, que consiste básicamente en tratar al Frijol de soya en una olla a cierta presión donde las condiciones aplicadas varían según el tamaño y capacidad de la máquina (desde 4 hasta 25 t/hora). Los elementos del sistema son el acondicionador, el reactor para la cocción, el sistema de expansión y el secador-enfriador, la cocción dura unos 45 min y el grano sale con un 25% de humedad, aproximadamente. Frank (1988)

Tostado: Es un proceso de origen prehistórico aún hoy día utilizado por la industria con ligeras modificaciones. Existen numerosos modelos, incluyendo sistemas convencionales en seco similares a los utilizados para el secado de los cereales y sistemas con aplicación de calor húmedo. El calor proviene de un horno, un quemador de carbón o directamente de una llama y la temperatura aplicada varía entre 110 y 170 °C según el equipo utilizado (Katic, 1996). En su forma más simple consiste en la aplicación directa e intensa de calor seco (torrefacción) durante un tiempo en torno a los 20 segundos (Lessire, 1988). Se recomienda que la temperatura de las habas a la salida del equipo sea de 110 a 113 °C para monogástricos y en torno a 116 °C para rumiantes para aumentar el porcentaje de proteína no degradable en rumen (Thomason, 1987).

El proceso reduce la humedad inicial del frijol en un 30% pero no rompe las estructuras celulares ni libera el aceite, por lo que conviene un molido o laminado posterior previo a su utilización en la dieta. Los sistemas de tostado de mayor uso son el tambor rotatorio, los modelos de lecho fluidificado, el tostado en cascada, el jet-sploding, la micronización y las microondas. La diferencia clave entre métodos es la forma de aplicar el calor (seco o húmedo) y la existencia o no de laminación o expansión posterior.

Extrusión: INTSOY (1999) define a la extrusión como un proceso continuo en el que materiales húmedos, expandibles, almidonosos y/o proteicos son plastificados y cocinados mediante una combinación de humedad, presión, temperatura y energía mecánica. La extrusión tiene acción directa sobre las proteínas y grasas; en las cadenas proteicas se produce una expansión generando que éstas se desenrollen, aumentando así la superficie de contacto para hacerlas más susceptibles al ataque enzimático y por ende más digestibles; por otro lado, las grasas contenidas en el grano de soya sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas y son recubiertas

por almidones y proteínas, quedando así encapsuladas; ésta al ser emulsionada es más atacable por los jugos digestivos de los animales, aumentando por tanto la energía del producto (Valls, 1993).

(Wiseman, 1980) comparó varios métodos de procesado térmico y su efecto sobre la digestibilidad de la grasa de la soja integral en pollos. La extrusión con vapor rompía los esferosomas de los cuerpos grasos, liberando el aceite, lo que conducía a una mayor digestibilidad.

En general, estos tratamientos se dividen en procesos cortos (130-170 °C por 10 a 180 segundos) y largos (Máximo 105 °C entre 15 y 30 minutos) (Mateos, 2002); de los primeros hacen parte el tostado y la extrusión, mientras que la cocción pertenece al grupo de los procesos largos.

Extrusora: es una máquina que posee un tornillo o husillo que cumple varias funciones (transportar; calentar, fundir y mezclar); además la compone una garganta de alimentación conectada a través de una boquilla de entrada por debajo de una tolva o contenedor del material a procesar. El tornillo, tiene un plato rompedor que sirve de soporte a un paquete de filtros, que mejoran el mezclado y homogeneizan el fundido (Melina, 2016).

2.4 Factores Antinutricionales

Los FAN son sustancias naturales no fibrosas generadas por el metabolismo secundario de las plantas, como un mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros, o en algunos casos, productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, que al estar contenidos en ingredientes utilizados en la alimentación de animales ejercen efectos contrarios afectando el valor nutricional, reduciendo el consumo e impidiendo la digestión, la absorción y la utilización de nutrientes por el animal. Su naturaleza, mecanismos de acción y potencia de sus efectos son muy variados y tienen una amplia distribución en el reino vegetal (Huisman, 1990; Liener, 1994).

Los factores antinutricionales pueden clasificarse como termo estables y termo lábiles; los factores termo estables incluyen: factores antigénicos, oligosacáridos y aminoácidos no proteicos tóxicos, saponinas, estrógenos, cianógenos, fitatos; siendo los más importantes: los factores antigénicos, los oligosacáridos, las saponinas y los fitatos. Así mismo, entre los factores termo lábiles se encuentran, los inhibidores de proteasas (tripsina y quimotripsina), lectinas, goitrogénos y anti-vitaminas; siendo los más importantes los inhibidores de proteasas y las lectinas.

Hay otros factores antinutricionales conocidos como hemaglutininas, que causan aglutinación de los glóbulos rojos; los goitrógenos que causan la inflamación de la glándula tiroides; toxinas que causan el alargamiento del páncreas e inhibidores de proteasas que ligan las enzimas digestivas de proteína, la tripsina y quimotripsina (Ruiz, 1990).

- Los inhibidores de tripsina son proteínas que inhiben la digestión proteica ligándose a las enzimas pancreáticas tripsina y quimotripsina, generando una disminución en la eficiencia digestiva. Los principales inhibidores hallados en el grano crudo de soya son el factor Kunitz y el factor Bowman-Birk, de los cuales el segundo es más resistente a la acción del calor.
- (Rocha, 2014) encontró que los inhibidores de proteasas afectan el páncreas generando un incremento en el tamaño y el número de células exocrinas, al igual que lo reportado por Lesson y Summers 2001 donde señalan que estos inhibidores causan hipertrofia e hiperplasia del páncreas debido a la estimulación de las secreciones pancreáticas. Al actuar los inhibidores de proteasa sobre la tripsina genera complejos que la inactiva, lo cual lleva a que el páncreas sea estimulado por la colecistoquinina para segregar más tripsina conduciendo así a una hipertrófia del páncreas.
- Las lectinas o hemaglutininas son proteínas que no pertenecen al sistema inmunológico, sin embargo, son capaces de reconocer sitios específicos en las moléculas y ligarse reversiblemente a los carbohidratos (Silva y Silva, 2000).

Son encontradas en la mayoría de las plantas e interactúan con las células de la mucosa intestinal, principalmente en duodeno y yeyuno, ligándose a estas células reduciendo la absorción de nutrientes. La mayoría de las lectinas son resistentes a la acción enzimática del tracto gastrointestinal (Carvalho, 2006; Monari, 1999).

La presencia de hemaglutininas o lectinas en el epitelio intestinal tiene efectos negativos en él reduciendo la altura de las vellosidades, cambiando la actividad de las enzimas en el borde de cepillo, causando hipersecreción de proteínas endógenas y dañando las microvellosidades (Rocha, 2014). También reporta un alto número de células caliciformes que conllevan a incrementos en la producción de mucina en el epitelio intestinal, esto lo observaron cuando los pollos fueron alimentados con grano de soya crudo. El aumento en la producción de mucina genera un costo nutricional alto ya que al ser una proteína se generan pérdidas de aminoácidos endógenos y aumenta los requerimientos de mantenimiento.

- Las saponinas son glicósidos de sabor amargo, están presentes en la soya en cantidades relativamente bajas (alrededor de 0,5%), son capaces de formar complejos insolubles de difícil digestión y tiene efecto hemolítico en las células de la sangre. (Monari, 1999).

2.5 Criterios de evaluación de calidad de procesos térmicos

La calidad del procesamiento se refleja en las características nutricionales de la soya procesada; el sobre-procesamiento genera complejos lisina carbohidratos por una reacción de Maillard, haciendo menos disponible la lisina contenida en el grano (Carvalho, 2006); el subprocesamiento genera una deficiente inactivación de los metabolitos secundarios termolábiles presentes en el grano de soya, generando un pobre desempeño en los animales alimentados con éste. El frijol soya subprocesado tiene un característico sabor a almendras, mientras que los granos sobre calentados tienen un

color oscuro y sabor a quemado, dicho sobrecalentamiento también puede ocasionar la destrucción de la lisina y otros aminoácidos sensibles al calor (Leeson, 2000).

Tanto el subprocesamiento como el sobre procesamiento perjudican la disponibilidad de la fracción proteica. En el primer caso parte de los metabolitos secundarios no se destruyen, lo que reduce la utilización de los aminoácidos. Con el exceso de calor se producen reacciones entre los grupos aminos de ciertos aminoácidos y los azúcares libres del grano de soya, reduciendo también la utilización de la fracción proteica. (Mateos, 2002)

Para hacer la evaluación de la efectividad del procesamiento térmico en el grano de soya se tienen disponibles métodos analíticos como el índice de actividad ureásica, la solubilidad de la proteína en KOH e incluso la medición de los inhibidores de tripsina después de dicho procesamiento, Monari (1999).

La ureasa cataliza la hidrólisis de la urea a dióxido de carbono y amoníaco. Se encuentra principalmente en semillas, microorganismos e invertebrados. En las plantas, la ureasa es un hexámero –consiste en seis cadenas idénticas- y se encuentra en el citoplasma. En bacteria, consiste en dos o tres subunidades diferentes. Para su activación, la ureasa necesita unir dos iones de níquel por subunidad.

Según Eys, Offner y Bach (Manual of quality analyses for soybean products in the feed industry. American Soybean Association and United Soybean Board, 2004), el método del índice de actividad ureásica determina la ureasa residual de los productos procesados de soya como un indicador indirecto para evaluar si los metabolitos secundarios, como los inhibidores de tripsina presentes en la soya, han sido destruidos por los tratamientos térmicos. Monari (1999) señaló que, aunque es un método indirecto, se trata de una determinación exacta, que evalúa el grado de calentamiento mediante la estimación de la reducción de la actividad de la ureasa tras su procesamiento y se mide como el incremento de pH entre la solución de la muestra y un blanco.

El método del laboratorio implica que la soya debe mezclarse con urea y agua durante un minuto. La prueba mide el aumento del pH que se genera como consecuencia de la liberación de amoníaco y de dióxido de carbono. El incremento en el pH es directamente proporcional a la actividad ureásica de la soya. Un incremento de 0,3 indica que la soya ha recibido un tratamiento adecuado y puede ser utilizada para la

alimentación de aves y cerdos; un incremento superior a 0,3 puede ser indicativo de que la soya esta subprocesada. Para soyas sobreprocesadas, la actividad ureásica es poco eficiente como indicativo de la reducción de la calidad de la proteína (Carvalho, 2006). La solubilidad de la proteína en KOH al 0,2%, es un método que determina la solubilidad de la proteína de la soya en un hidróxido de potasio como una medida del grado de calentamiento a que fue sometida durante el procesamiento. Esta medición evalúa el grado de desnaturalización de la proteína y la biodisponibilidad de los aminoácidos (Carvalho, 2006);

El inhibidor de Tripsina es un inhibidor proveniente de la soya y que es específico para Tripsina y proteasas tipo Tripsina. Este inhibidor es una proteína monomérica de 181 aminoácidos en una sola cadena polipeptídica entrecruzada por dos puentes desulfuro. Este inhibidor forma un complejo 1:1 con el sitio activo de la proteasa. La inhibición puede ser anulada y es dependiente de pH. El pH óptimo para unión a la Tripsina es de 8.0.

Con el análisis de la actividad inhibidora de la tripsina se determinan los inhibidores de tripsina total y residual en todos los productos generados a partir de la soya. Esta se mide en unidades inhibidoras de tripsina por miligramo de muestra (UIT/mg) (Eys, Offner y Bach, 2004).

Para obtener una adecuada medida de la calidad del procesamiento se debe hacer un análisis integral de los indicadores de calidad del procesamiento; el índice de actividad ureásica puede dar medida de la falta de procesamiento en la soya pero no da indicios de un sobre procesamiento, al igual que los inhibidores de tripsina, por esta razón estos análisis deben ir acompañados de los valores de la proteína soluble en KOH para tener un panorama más amplio de la calidad del procesamiento al que fue sometido el grano de soya, tal como lo recomiendan (Anderson-Hafermann, 1992; Félix, 2010).

Los análisis proximales Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, ceniza y extracto libre de nitrógeno en la muestra (Miguel Angel Olvera Novoa, 2020).

Luego de todo lo visto, está clara la idea de que los pollos de engorde necesitan alimentarse con productos de buena calidad para obtener los mejores rendimientos, la soya extrusada actualmente está sustituyendo a la harina de soya por motivos económicos y productivos, que benefician a la empresa. Para garantizar una proteína de mejor estándar es necesario pruebas de laboratorio con el fin de confirmar una soya con alta concentración proteica y buena digestibilidad, que ayudará a los pollos en generar el peso final es tan solo pocas semanas de vida.

CAPÍTULO III:
MATERIALES Y MÉTODOS

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El trabajo experimental se llevó a cabo en el proyecto granja Dajao Cibao de la empresa Corporación Avícola del Caribe. LTD., ubicado en la provincia de Monte Plata, poblado Dajao, en la carretera Hacienda Estrella, a latitud 18.816667, y longitud 69.683333, en las aproximaciones de la circunvalación norte de Santo Domingo, cerca del río Dajao, República Dominicana. Durante el invierno, entre los días 8 y 20 del mes de marzo del año 2021, a una temperatura promedio de 30° Celsius, humedad media de 78% con una precipitación media de 52mm.

3.2 Naves de producción

Se utilizaron 8 naves de ambiente abierto, de estructura de hierro con techo de aluzinc y aislamiento, con longitud de 110 metros de largo x 11 metros de ancho x 5 metros de alto, con capacidad aproximada de 10,000 aves/nave, donde en las naves 1, 2 y 3 del departamento 1 y las 2, 3 y 4 del departamento 2 contenían 8,500 aves y en la nave 4 del departamento 1 contenía 8,752 y la nave 1 del departamento 2 contenía 9,000 aves, cada nave con comederos manuales y bebederos automáticos, a una relación de 40 aves/comedero y 50 aves/bebedero, a 1.0 metro de distancia entre uno y otro. Cama a base de cascarilla de arroz, con iluminación de 30 bombillos/nave y 12 ventiladores equidistantes. Para controlar la presencia de insectos dentro de la nave se utilizó Vetancid, insecticida que posee el piretroide cipermetrina al 5% en presentaciones de sacos de un kg en polvo. Este producto fue aplicado a una relación de 1 kg en medio kilómetro al cuadrado, en todas y cada una de las naves.

3.3 Animales

Se utilizaron 66836 aves (machos y hembras), de la línea genética ROSS 308, distribuidos en las 8 naves descritas.

3.4 Manejo

Las aves fueron recibidas al día de edad, fueron criadas con el manejo desarrollado en el proyecto, cuidando los criterios de calefacción, ventilación, densidad y manejo de espacio hasta el día 26, día en que se empezó a desarrollar la evaluación, el levantamiento de dato se llevó a cabo en el desde el día 26 de edad hasta el 36, período en el cual las aves comen alimento de engorde, y tiempo. Los cambios de alimento fueron: Pre-Iniciador (Día 1 hasta el día 10) Iniciador (Día 11 hasta el día 25), Engorde (Día 26 hasta el día 36). Las aves estuvieron Conviviendo a temperatura de 30° Celsius, en promedio.

Las aves llegaron vacunadas desde la incubadora contra NewCastle, Marek y contra el virus de la infección de la bolsa de Fabricio (IBF), con refuerzos en granja al día 10 y 18 de edad contra NewCastle y Bronquitis infecciosa, vía agua. Durante la cría se usaron acidificantes y vitaminas, según la necesidad del pollo tales como Livervit, Amino Impulsor y Rovisol estos se administraban cada 24 horas en dosis de 1 a 1.5 litros, a parte también se administró Bromex antibiótico, antitusígeno y expectorante, se administró a dosis de 1 litro durante 4 días seguidos tomando en cuenta el tiempo de retiro.

Fueron pesadas 1000 aves utilizando la metodología zig-zag por nave, sin diferenciar hembras o machos, divididas en grupos de 10 aves, para conocer los pesos promedios de cada una de las 8 naves, utilizando balanzas de precisión de la marca virtech, realizándose 4 pesajes en total durante toda la fase experimental, en los días 26, 28, 34 y 36 de edad.

Se ofreció alimento según distribución de cada dieta. Cada día se pesó el alimento que fue ofrecido para cada nave en sacos de harina utilizando básculas de piso de la marca CAMRY. El consumo de agua y alimento fue *Ad Libitum*.

Los pollos se mantuvieron en constante observación en busca de cualquier manifestación que haya podido interferir en el experimento, a partir del día 29 comenzó un brote leve de Hepatitis por cuerpos de inclusión causada por un adenovirus, en las naves 3 y 4 del departamento 1, naves alimentadas con el tratamiento 2 a base de 20%

de soya extrusada mas harina de soya, provocando el aumento de la mortalidad, siendo la misma de 300-400 pollos durante los días en que esta enfermedad estuvo activa, causando una caída en el consumo de alimento hasta de un 45% y por lo tanto, en los pesos.

El despacho de los pollos se realizó con la edad de 36 días, destacando que los despachados para el matadero se realizaron en horario de la noche debido a las bajas temperaturas, mientras que los de vendedores independientes la granja estableció un horario de la tarde para llevar un mejor control. Los despachos se realizaron en taras, la cual era pesada con anterioridad y después eran cargadas con una cantidad de 8 pollos por tara, seguido se pesaban 5 taras cargadas y finalmente eran depositadas en los camiones, estos valores se iban registrando en un programa el cual al final de la pesada nos deja saber el peso bruto, el peso de la tara, el peso neto, el peso por pollo y el peso promedio por nave.

Para establecer el rendimiento de canal por pollo, se sacrificaron 20 pollos, 10 pollos por tratamientos, fueron seleccionados machos al azar el día anterior al sacrificio, y se mantuvieron en un ayuno de 8hrs a 12hrs para desocupar el contenido del lumen y los intestinos y así reducir los riesgos de contaminación fecal. Antes de realizar el sacrificio se tomó el peso del ave viva con ayuda de una balanza de la marca Salter-Brecknell Serie ElectroSamson, balanza colgante con pantalla LCD, de 22 libras de capacidad, en el proceso de colgado se aseguró una pata del ave en el gancho de la balanza, este se realizó de una forma rápida para así reducir estrés del ave.

Al momento de realizar el sacrificio primero se procedió a inmovilizar al animal de sus dos patas y de inmediato se realizó un corte la arteria carótida y en la vena yugular y desangrado (sangría), mediante una incisión transversal profunda en la garganta del animal en el músculo del cuello, parte frontal y ambos lados de la garganta, justo debajo del hueso de la mandíbula utilizando una hoja de bisturí no.11, se dejó drenar toda la sangre durante 3-4 minutos y volvimos a pesar el animal.

Luego del desangrado se procedió en realizar el escaldado, el cual consistió en sumergir el cuerpo del animal en agua caliente en una temperatura de 50 y 52 grados C para dilatar los folículos de piel con la finalidad de que las plumas se desprendan con

facilidad, una vez ya realizado el desplume manual nuevamente se realizó otro pesaje del cuerpo del ave.

Una vez peladas y duchadas las aves, las patas fueron separadas por sección, a la altura del talón o articulación tibiometarsiana con cuchillo limpio y desinfectado, seguido se realizó un eviscerado manual, ejecutando un corte horizontal a la altura del esternón, se introdujo la mano y se retiró las vísceras, evitando la rotura del aparato digestivo, se procedió a realizar el corte de la cabeza, teniendo en cuenta la extracción del buche, que se encuentra en el cuello del ave, consiguiente se lavó con abundante agua y se dejó escurrir, para pesar nuevamente.

3.5 Tratamientos

Fueron establecidos 2 tratamientos para ésta evaluación, los cuales fueron:

1. Tratamiento 1, T1: Alimento formulado con harina de torta de soya, testigo, siendo alimentadas 34,000 aves.
2. Tratamiento 2, T2: Alimento formulado con 20% de soya extrusada más harina de soya, siendo alimentadas 34,752 aves.

Se utilizó este nivel de soya extrusada (T2, 20 %), debido a que actualmente en la empresa Corporación Avícola del Caribe LTD, es el nivel que se ha estado utilizando con los mejores resultados de rentabilidad, tanto en los parámetros productivos como económicos.

3.6 Dietas

Las dietas fueron formuladas en un software de formulación de raciones llamado ALLIX2 Sistema Matemático Francés, de donde se generaron las fórmulas establecidas usando los requerimientos nutricionales de la estirpe ROSS 308, logrando dietas isoproteicas, isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas. En el Cuadro 10, se muestran los ingredientes, la proporción de ingredientes y los niveles nutricionales de cada dieta correspondiente a T1 y T2.

Cuadro 9.- Análisis de NIIR para las materias primas en estudio, harina de soya y frijol de soya integral extruido.

Análisis	TORTA DE SOYA	GRANO DE SOYA INTEGRAL EXTRUSADA
% Humedad	10.52	10.35
% Proteína	46.24	33.12
% Grasa	1.51	21.10
% Fibra	4.39	6.04
% Ceniza	6.38	4.55
% Densidad	640.19	608.03

Cuadro 10.- Análisis químico de la cascarilla del frijol de soya

Análisis	
% Humedad	11.84
% Proteína	11.28
% Grasa	2.6
% Fibra	36.24
% Ceniza	4.38
% Calcio	0.52
% Fosforo	0.17

Cuadro 11.- Ingredientes, proporción y nivel nutricional de las dietas establecidas para cada tratamiento.

Ingrediente, %	T1	T2
Maíz amarillo americano	57.03	55.67
Soya extrusada	X	20.00
Harina de soya USA UBC	32.93	17.62
Aceite de soya	5.63	2.40
Fosfato monodisódico	1.18	1.00
Carbonato fino	0.98	1.03
Sal	0.30	0.30
Metionina líquida	0.34	0.35
L-Lisina 78%	0.18	0.20
Vitamina pollo + enzimas	0.28	0.28
Bicarbonato de sodio	0.25	0.25
Arcilla	0.20	0.20
Mineral pollo	0.17	0.17
Trimetilglicina	0.10	0.10
Secuestrante micotoxina	0.10	0.10
CL-Colina 60%	0.07	0.07
Ionóforo	0.05	0.05
Lisofosfolípidos	0.05	0.05
Acidificante	0.05	0.03
Protector hepático	0.03	0.03
Sulfato de cobre, 25%	0.02	0.02
Antioxidante	0.02	0.02
Enzima Proteasa	0.01	0.01
Promotor de crecimiento	0.01	0.01
Total	100.00	100.00
Nutrientes, %		
Materia seca	87.971	87.77
Proteína cruda	19.750	19.75
Grasa cruda	8.106	8.89
Fibra cruda	2.640	2.95
Calcio total	0.852	0.85
Fósforo total	0.581	0.58
Ceniza total	5.181	5.07
Humedad	9.967	10.19
Sodio total	0.200	0.20
Cloruro total	0.266	0.27

El cuadro demuestra las diferencias entre el alimento con harina de soya (T1) y el alimento con soya extrusada al 20% más harina de soya (T2), donde la sumatoria de los ingredientes da 100% de formulación. El maíz, la soya, el aceite y otros ingredientes, poseen distintas exigencias en cada una de las formulaciones, pudiendo apreciar que los requerimientos de cada dieta varían.

3.7 Elaboración de alimento

Ambas dietas fueron procesadas y mezcladas en la planta de alimentos para animales de la Corporación Avícola del Caribe, LTD, ubicada en la calle Libertad, con carretera Sánchez vieja, Bajos de Haina, Parque Industrial Tegra, Antiguo Ingenio en San Cristóbal, República Dominicana. Fueron mezcladas en harina por una mezcladora marca ROSAL de 6 toneladas de capacidad por hora, tipo horizontal, luego pasaron por un acondicionador doble de 20 toneladas por hora y otros acondicionadores de marca ROSAL Y CPM con capacidades de 6.5 toneladas por hora, a una temperatura de 80 grados Celsius y una presión de 15 a 35 PSI y luego enviadas a las peletizadoras Mabrik marca ROSAL y otras peletizadoras de la marca CPM, se utilizaron dos marcas diferentes de peletizadoras ya que no presentan diferencias a nivel nutricional entre ellas, siendo los valores de % de vapor utilizado y la configuración de la matriz similares y presentando 80% de dureza del pellets y 20% de finos ambas maquinas. Esto además se comprueba con los análisis bromatológicos o químicos que se realizan a diario.

Se despachó cada dieta en camiones a granel independiente, y depositadas en los silos marcados anteriormente para recibir cada tipo de dieta, donde el alimento testigo 100% harina de soya se encontraba en los silos de la nave 1 y 2 del primer departamento y 3 y 4 del segundo departamento, mientras que el tratamiento con 20% de soya extrusada se encontraba en los silos de la nave 3 y 4 del primer departamento y 1 y 2 del segundo departamento. De allí se sacó para ofrecer a cada nave de forma cuantificada, tomando en cuenta la diferencia de densidad que presentaban ambos tratamientos. Se realizaron en total 8 despachos.

En el caso del tratamiento 2, que fue formulado con soya extrusada, se usó un extrusor marca ROSAL de acción húmeda, con una capacidad de 10 toneladas por hora, a una

temperatura de 125 grados Celsius, humedad de 10.60 y presión de 8 bar. Desde allí, fue direccionado a la mezcladora.

Cuadro 12.- Análisis de NIR realizados a ambos tratamientos. T1, tratamiento a base de 100% harina de soya y T2, tratamiento con grano de soya integral extrusada al 20% mas harina de soya.

Análisis	T1	T2
Temperatura	73.25	74.50
% Durabilidad	94.45	82.51
% De Pellet Fino	1.07	2.28
% Humedad	11.35	11.81
% Proteína	19.55	19.71
% Grasa	7.69	8.16
% Fibra	3.14	3.04
% Ceniza	5.97	5.96
% Densidad	716.82	675.85

3.8 Variables Evaluadas

- a. **Peso Inicial (PI):** Al día 26 de edad, se realizó el cambio alimento de inicio a engorde, tomando el peso inicial de cada nave, usando una balanza electrónica digital de la marca Virtech de capacidad de 300 kg. Se realizó un muestreo en zig-zag a lo largo de la nave para garantizar el pesado de 1000 pollos por nave, en grupos de 10 aves, sin diferenciar hembras y machos.

- b. **Peso final (PF):** Al día 36 de edad, los pollos fueron pesados para determinar su peso de salida, usando una balanza electrónica industrial, marca Totalcomp, TLI, de capacidad 200 x 0.05 lb. Se realizaron varios pesajes de 5 taras, cada tara cargada con 8 pollos haciendo un total de 40 pollos en cada zona de pesado, con muestreo en zig-zag a los largo de la nave, sin diferenciar hembras y machos, al peso bruto se le resto el peso de la tara para obtener el peso neto, este valor se dividió entre la cantidad de pollos y así se obtuvo el peso por pollo en cada punto.

- c. **Ganancia total de peso (GTP):** Se obtuvo de la diferencia entre el peso final y el peso inicial.
- d. **Ganancia diaria promedio de peso (GDP):** Se determinó través de la diferencia entre el peso final y el peso inicial, entre el número de días transcurridos en ensayo.
- e. **Consumo de alimento (CA):** Se determinó mediante la lectura diaria de consumo de alimento en cada nave. Para esto, cada nave cuenta con balanza electrónica que contabiliza el consumo de alimento por nave, para lo cual se utilizó una balanza digital marca Premier ®.
- f. **Conversión de alimento (COA):** Se consideró como la relación entre el consumo de alimento y el peso total ganado en el periodo.
- g. **Rendimiento de canal (RD):** Se realizaron varios pesajes, primero el peso vivo de las aves, seguido del peso luego del desangrado, después el peso posterior al desplume y finalmente el peso de la canal (eviscerado, sin cabeza ni patas), usando una balanza electrónica digital, marca Salter-Brecknell Serie ElectroSamson, LCD, de 22 libras de capacidad, cuchillos, bisturí de hoja no.11
- h. **Mortalidad (MO):** Se realizó un conteo diario de los pollos muertos por nave durante todo el tiempo de la investigación, desde el día 26 hasta el día 36 hubo un total de 2625 aves muertas.
- i. **Costo económico (CE):** Se evaluó el costo de producción de producir una libra de peso vivo. Solo cuánto cuesta por concepto de alimentación, producir una libra de pollo vivo en cada tratamiento.

Para determinar los costos de alimentación se utilizaron los criterios de Bellaver(1985), que consideran el costo requerido para producir un kg de carne de acuerdo a la siguiente expresión matemática:

$$Y_i = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Dónde:

Y_i = costo de la dieta por kg ganado en el i-ésimo tratamiento.

Q_i = cantidad total de la dieta consumida en el i-ésimo tratamiento.

P_i = precio por kg de dieta utilizada en el i-ésimo tratamiento.

G_i = ganancia promedio de peso en el i-ésimo tratamiento.

3.9 Análisis estadístico y modelo experimental

Las variables fueron analizadas mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico Statistix 10.0. Para un análisis de varianza (ANOVA). Las variables donde se encontraron diferencias fueron analizadas a través de las pruebas de rango múltiples de Tukey con probabilidad del 95 % (Steel y Torrie, 1980).

Utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Y_i = Efecto de la i-esima repetición

T_j = Efecto del j-esimo Tratamiento

ϵ_{ij} = error experimental

Dónde:

$i = 1, 2, 3, 4$

$T_j = 1, 2$

Investigación aplicada, bajo un diseño completamente aleatorizado compuesto de dos tratamientos y cuatro repeticiones/tratamiento, con la finalidad de asegurar la consistencia estadística de los datos. Cada repetición estuvo compuesta por una nave de producción en condiciones comerciales que fue considerada como unidad experimental.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En el cuadro 13, se observan los resultados encontrados con el uso de torta de soya y frijol de soya extrusado, sobre los parámetros productivos en pollos de engorde.

Cuadro 13. Resultados obtenidos en la alimentación de pollos en la fase de engorde alimentados con diferentes tratamientos productivos, comparando el uso de harina de soya al 100% y el frijol de soya integral extrañado al 20% más harina de soya.

	HARINA SOYA	SOYA EXTRUSA DA			
Variable	T1	T2	SEM	CV	Probabil idad
Peso Inicial, libras	2.6225	2.700	0.0722	5.43	0.4765
Peso Final, libras	4.7100	4.4700	0.0800	3.49	0.0781
Ganancia total de peso, libras	2.0875 a	1.7700 b	0.0573	5.94	0.0078
Ganancia diaria de peso, libras	0.2088 a	0.1770 b	0.0005	5.94	0.0078
Consumo alimento, libras	3.5075 a	3.3425 b	0.0468	2.73	0.0469
Conversión de Alimento	1.6848 b	1.8930 a	0.0657	6.34	0.0408
Mortalidad, %	3.43	4.44	0.8390	44.94	0.4481
índice de Eficiencia Europea	546.53 a	407.58 b	31.886	13.37	0.0216
Costo por libra de pollo producida, \$	22.126 b	24.860 a	0.7444	6.34	0.0408
Rendimiento en canal, %	72.22	73.10	4.6780	2.04	0.2013

- a. **Peso inicial:** Aun sin el efecto de las dietas experimentales, los pesos iniciales, tanto para el T1, como el T2, fueron semejantes, el peso inicial fue mayor para

el Tratamiento 2, formulación con 20% soya extrusada, no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos, por lo que se considera que al comenzar la fase experimental los tratamientos se iniciaron con pesos semejantes.

- b. **Peso Final:** El PF fue mayor para el T1, formulación con la harina de Soya con 4.71 libras, comparado con 4.47 libras para el T2, formulado con 20% soya extrusada más torta de soya, entre ambos tratamientos no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos, por lo que el peso final del ave no es influenciado por el uso de uno u otro producto.
- c. **Ganancia Total de Peso (GTP):** La GTP resultó significativa ($P < 0.05$), siendo mayor para el T1, formulado con harina de soya, con de 2.085 libras en comparación con 1.77 libras del T2, formulado con 20% soya extrusada más harina de soya.
- d. **Ganancia Diaria Promedio de Peso (GDP):**La GDP resultó también diferencias altamente significativas, ($P < 0.05$), siendo T1 superior a T2, con 0.2088 y 0.1770 libras/día respectivamente
- e. **Consumo de Alimento (CA):** Destacando que la oferta de las dietas fue controlada, el consumo de alimento voluntario presento diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo el mayor consumo para el T1, formulado con harina de soya que alcanzó las 3.5075 libras comparado con el consumo de T2, formulado con 20% de soya extrusada mas harina de soya, que alcanzó 3.3425 libras.
- f. **Conversión de alimento (CDA):** La CDA también resultó con diferencias significativas ($P < 0.05$) a favor de T1, formulado con harina de soya con 1.68 a diferencia del 1.89 logrado con T2, formulación con 20% soya extrusada más

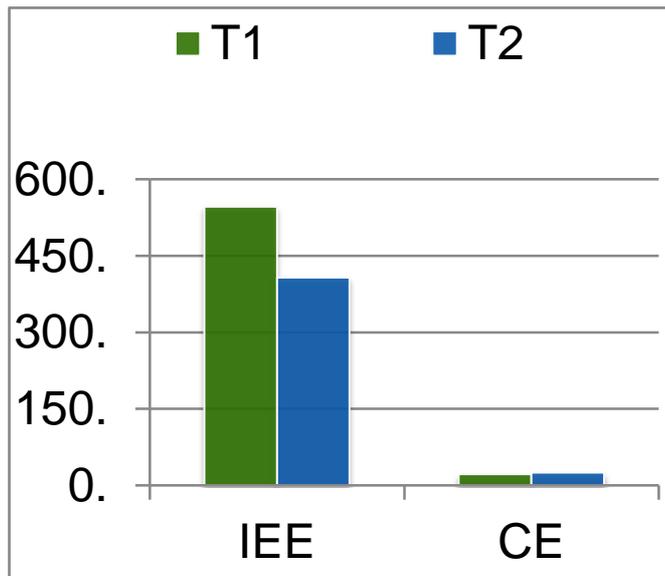
harina de soya, por tanto, la CO de alimento se desmejora con el uso de frijol de soya extrusado.

- g. **Rendimiento en Canal (RC, %):** Los resultados del RC con T2, formulado con 20% soya extrusada más torta de soya fue de 73.10% mientras que T1, formulado con harina de soya fue 72.22%, sin diferencias estadísticas entre ambas medias.

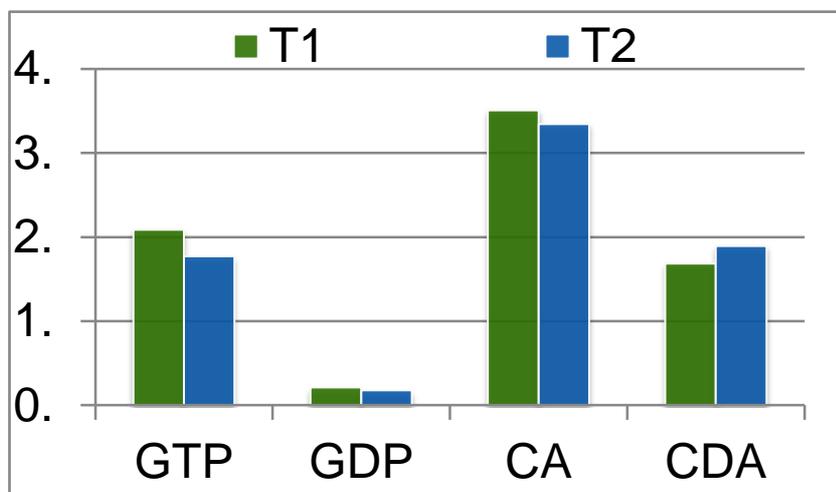
- h. **Mortalidad (MO):** La MO no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos, por lo que la soya integral extrusada no afecta esta variable.

- i. **Índice de Eficiencia Europea (IEE):** Siendo el IEE, una variable que reúne la eficiencia durante el periodo evaluado, se encontró diferencias significativas entre ambos tratamientos, ($P < 0.05$) siendo mayor el IEE para el T1, dieta con harina de soya, con 546 vs 407 puntos para T2, dieta con 20% de soya extruida más harina de soya, y no cabe duda que el alimento elaborado solamente con harina de soya es más eficiente para convertir proteína vegetal en proteína animal.

- j. **Costo económico (CE):** El parámetro costo económico por libra de pollo fue para el T1, formulado con harina de soya de 22,12 pesos por libra, siendo más económico comparado con los costos de T2, que fue de 24,86 pesos por libra, cuyas diferencias significativas ($P < 0.05$), indican que la inclusión de soya extrusada, genera mayor costo para producir una libra de pollo, por concepto de alimentación.



Gráfica 1. Representación de los resultados del índice de eficiencia europea y costo económico.



Gráfica 2. Diagrama de barras, resultados de las variables con diferencias significativas. Donde la ganancia total de peso es (GTP), ganancia diaria de peso es (GDP), consumo de alimento es (CA), conversión alimenticia es (CDA).

4.2 Discusión

Con los resultados obtenidos en la investigación para determinar el incremento de peso de los pollos en la fase de engorde alimentados con dos tratamientos diferentes, T1 dieta control a base de harina de soya y T2 con un 20% de soya extruida más harina de soya, se pudo comprobar que en la fase de engorde el mejor incremento de peso se obtuvo con T1.

Al igual que los resultados obtenidos en el presente trabajo, Navarro (2015) concluyó que el uso de torta de soya en dietas para pollos de engorde permite contar con la opción de sustituir parcial o totalmente otras fuentes proteicas, que aun en niveles de inclusión elevados (35%), este resulta atractivo. También Rueda (2016), quien sustituyó el 30% del núcleo energético de la dieta de referencia por el grano de soya integral crudo, cocido, tostado y extruido a partir de los 21 días de edad de los pollos; llegó a la conclusión que las dietas con grano integral de soya crudo presentan pesos finales más bajos en comparación a dietas con grano de soya integral sometida a cualquier proceso térmico.

Es importante explicar también, que en la investigación pudo influir en los resultados que en dos de las naves del T2, formulado con 20% soya extruida más harina de soya, se presentó hepatitis aviar, enfermedad viral infecciosa, producida por un Adenovirus Tipo 1, enfermedad enzoótica de la República Dominicana, la cual afecta directamente el hígado y el metabolismo general de las aves, con disminución entre el 40 - 45% en el consumo de alimentos, durante los días en que la enfermedad estuvo activa, afectando la ganancia de peso y la conversión alimenticia. El brote estuvo presente durante 3 días, exactamente el día 29, 30 y 31 de edad, alcanzando picos de mortalidad de 120-150 aves por día. Esta enfermedad se presenta durante todo el año afectando más en temperaturas variables.

Los que nos lleva a destacar que la investigación se realizó en una granja de ambiente abierto, donde no se lleva un control de los valores de la humedad ni de la temperatura de las naves, así como una mayor exposición a enfermedades, en comparación con las granjas de ambiente controlado donde se ha demostrado que las dietas con formulaciones especiales expresan su máximo potencial. La temperaturas promedios de

la ubicación de este proyecto, superó los 30°C en promedio, con mínimas de 20°C y máximas de 34°C, variable que claramente afecta el consumo de alimento.

Sabiendo esto, se puede mencionar que la rentabilidad económica de la investigación se vio afectada por el ambiente y el manejo sometido al ave. López (2021), explica que en la actualidad, alimento formulado con soya extrusada al 20% más harina de soya está dando conversiones alimenticias por debajo de 1.6 en ambientes controlados, lo que podría sugerir un escenario distinto para este tratamiento, ya que lograría los mejores resultados posibles a menor costo, siendo un alimento más económico (28.49\$ RD el Kg) en comparación con los (29.29\$RD el Kg) del T2.

(White 1967) y (Waldroup y Cotton 1974) encontraron resultados similares donde las ganancias de peso del grupo testigo torta de soya, fueron superiores a la de soya integral, obtenida por diferentes métodos de procesamiento, tanto en el periodo de iniciación, como para el de finalización, e indican que el mayor problema cuando se utilizan niveles altos de soya integral es la reducción en consumo de alimento debido a la densidad calórica de las dietas.

Además de las condiciones mencionadas anteriormente se encuentra la diferencia de densidad (kg/m³), entre ambos alimentos, siendo el alimento T2, formulado con 20% soya extrusada más harina de soya, un alimento más liviano, es decir, mayor volumen cuando se compara con el alimento T1, formulado con harina de soya, lo que influyó en la diferencia en la cantidad consumida de alimento entre ambos tratamientos, un alimento menos denso, ocupa más rápido el espacio físico, lo que explica, que el pollo alcanza su nivel de saciedad más rápido con menor cantidad de alimento, lo cual resultó en las diferencias encontradas en los consumos de alimento. Las raciones muy densas poseen altos niveles de energía, de proteína y de aminoácidos, con un mayor costo por unidad de peso (Pontes y Castelló, 1995; Arroyo, 2003).

También es importante mencionar que el alimento con soya extrusada al 20% más harina de soya posee más grasa que el alimento con 100% harina de soya, pudiendo aumentar la energía y así bajar el consumo de alimento, debido a que las aves sacian su hambre con más rapidez.

Hull 1963 no encontraron diferencias significativas para la ganancia de peso de las aves entre soya extruida y la torta de soya y concluyen que la soya integral puede producir

rendimientos iguales o superiores a la torta de soya en la alimentación aviar, siempre que se mantengan una concentración adecuada de nutrimentos en las dietas.

Las presentes condiciones determinaron las diferencias encontradas en esta evaluación, con mejores resultados con el tratamiento con solo harina de soya.

CAPÍTULO V
CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- 1) El tratamiento con harina de soya fue superior al del tratamiento de soya extrusada al 20% más harina de soya en la mayoría de los parámetros productivos evaluados en los que resaltan consumo, ganancia de peso, conversión y más económico por libra de pollo producida en las mediciones de este experimento.
- 2) El tratamiento con soya extrusada al 20% más harina de soya no mostró variaciones significativas a favor en ninguna de las variables investigadas.
- 3) La hepatitis por cuerpos de inclusión viral que presentaron dos de las naves alimentadas con el tratamiento con 20% de soya extruida más harina de soya, ocasionó una alteración en el desenlace de la investigación, causando una disminución en el consumo de alimento, en el peso y un aumento de la mortalidad.
- 4) A nivel de laboratorio se pudo comprobar que la densidad de la dieta (kg/m³) del tratamiento de soya extruida es más baja (Liviana) y más voluminosa, que el tratamiento de harina de soya que es más alta (Pesada) y con menos volumen, lo que llevo a una diferencia en la oferta de alimento para cada una de las dietas.

5.2 Recomendaciones

- 1) Se recomienda repetir el experimento nuevamente, para confirmar los resultados de la investigación.
- 2) Se recomienda tomar en cuenta las densidades de ambas dietas para el despacho de los alimentos, que a pesar de ser isoproteicas e isoenergéticas, no poseen el mismo peso ni el mismo volumen.
- 3) Se recomienda mantener al ave en constante observación en busca de cualquier manifestación clínica que pueda interferir con los resultados de la investigación y una acción rápida para la resolución de la misma.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6 BIBLIOGRAFÍA

(FAO), O. d. (2020). Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

A. González, M. d. (2014). Evaluación de alternativas de procesamiento del grano de soja para mejorar su aprovechamiento para la alimentación animal. Montevideo, Uruguay.

Albarracín., V. G. (07 de Septiembre de 2010). Engormix. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/soya-principal-fuente-proteina-t28541.htm>

Alfredo Blum, I. N. (2008). Soja transgénica y sus impactos en Uruguay. RAP-AL Uruguay.

Alfonso de Luna Jiménez. (Septiembre-diciembre 2006). Valor Nutritivo de la Proteína de Soya.

Investigación y Ciencia, vol. 14, núm. 36, pp. 29-34. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67403606.pdf>

Ana de Dios Elizalde, Y. P. (2009). Factores Antinutricionales en semillas. Cauca: 5 de Mayo 2009.

Antonio Mario Penz Junior, S. V. (10 de Julio de 2012). Engormix. Obtenido de Actualización en la nutrición de pollos de engorde. : <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/actualizacion-nutricion-pollos-engorde-t26040.htm>

Aviagen. (2018). Obtenido de <http://es.aviagen.com/brands/ross/products/ross-308>

Bach. Bautista Núñez, J. (2019). Efecto de una dieta control a base de torta de soja en pollos de engorde Cobb 500 y su rentabilidad económica en las etapas de crecimiento y acabado, en el Distrito de Chiclayo. Perú.

Barboza Huamán, C. A. (2016). Determinación de la digestibilidad de nutrientes y la energía digestible de la torta de soja (Glycinemax) en juveniles de gamitana. (Colossomamacropomum. Perú).

Basilio, C. F. (2014). Desactivación del frijol integral de soya y su utilización en el alimento para engorde de cerdos. Aragua, Venezuela.

Blanca Karina Astudillo Lema, M. A. (2016). Evaluación de la calidad microbiológica, serológica al día de recepción y el rendimiento zootécnico en dos líneas genéticas de pollos de engorde. Cuenca. Ecuador.

C., I. J. (Noviembre de 2015). Efecto de diferentes condiciones de temperatura y presión de desactivado a un frijol de soya sobre la calidad del alimento y los parámetros productivos en pollos de engorde. Maracay, Venezuela.

Cortés, M. E. (2014). Factores que afectan el valor nutricional de la soja integral usada en la alimentación de aves. Pumazos.

Echegaray, J. K. (2009). La Soja Integral en la Alimentación Avícola.

Esteban, C. G. (2014). Inhibidores de Proteasas.

Fanático, A. (03 de Diciembre de 2020). El Sitio Avícola. Obtenido de <https://inagrofar.wordpress.com/2020/05/22/el-frijol-de-soya-y-sus-potencialidades-como-ingrediente-en-alimentos-para-aves-y-cerdos/>

FEDNA. (Noviembre de 2011). FUNDACION FEDNA. Obtenido de http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/haba-de-soja-cocida-o-extrusionada

Felice, G. A. (2015). Inclusión del poroto de soya Glycine Max (L.) Merr. En distintas proporciones y con diferentes tratamientos físicos sobre la respuesta productiva y las características de res de novillos alimentados a corral. Córdoba.

FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario, Avicultura carne. . DF, México.

Ganadero, C. (01 de Agosto de 2016). CONtextoganadero. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-torta-de-soya-una-gran-fuente-de-proteina-para-el-ganado>

García, M. G. (2010). Efecto del tratamiento térmico en materias primas. Madrid: FEDNA.

Giraldo-Mejía, S. L.-A. (Junio de 2018). Energía metabolizable del grano de soya integral en pollos de engorde.

González, K. (22 de Noviembre de 2018). Zootecnia y Veterinaria es mi pasión. Obtenido de <https://zoovetesmpasion.com/avicultura/pollos/nutricion-en-la-primera-y-ultima-semana-de-pollitos/>

Gonzalo G. Mateos, M. Á. (s.f.). Procesamiento del haba de soja.

Hallo, M. F. (2012). Determinación y comparación de parámetros productivos en pollos broiler de las líneas COBB 500 y ROSS 308, con y sin restricción alimenticia. Riobamba, Ecuador.

ILP. (11 de Abril de 2019). aviNews. Obtenido de [avicultura.info: https://avicultura.info/instituto-latinoamericano-del-pollo-preve-crecimiento-de-23-en-la-region/](https://avicultura.info/instituto-latinoamericano-del-pollo-preve-crecimiento-de-23-en-la-region/)

José María Mendez, L. M. (2010). Procesamiento del grano de soja en la provincia de Santa Fe mediante extrusado y prensado. Santa Fe.

Impanaqué, G. C. (2014). Efecto de la suplementación de un complejo enzimático sobre la energía metabolizable aparente y metabolicidad de la materia seca en dietas de pollos de carne. . Lima, Perú.

Ledezma., C. C. (1985). Utilización de soya integral en la alimentación de pollos de engorde.

López, N. (2021), M.V, Nutricionista asesora de la empresa Corporacion Avicola del Caribe L.TD, Santo Domingo Republica Dominicana. Experiencia personal.

López, B. P. (1999). Efecto de la configuración del tornillo del extrusor sobre la temperatura final y las características físicas y químicas de la soya integral,. Zamorano, Honduras.

Lorenc, A. (09 de Febrero de 2010). Science in School. Obtenido de <https://www.scienceinschool.org/es/2008/issue9/urease>

Mariano Batallé. Pedalino E, E. V. (18 de Diciembre de 2017). Engormix. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacion-nutricional-metionina-metionina-t41590.htm>

Miguel Ángel Olvera Novoa, C. A. (2020). FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ab489s/ab489s03.htm>

Moretto, F. (Octubre de 2015). Efecto de la temperatura de extrusión del grano de soja sobre la degradabilidad ruminal de la proteína del expeller. Córdoba, España.

Ortiz, A. (2009). Implicaciones de la utilización de altos niveles de soja en avicultura. Zaragoza.

Reinaudo Bordoni, M. (22 de Enero de 2016). Proyecto de inversión. Extrusora de soja.

Ridner, E. (2006). Soja, Propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Argentina.

Romero, R. M. (2009). Inhibición de factores antinutricionales (Taininos) presentes en la semilla y torta del Sacha Inchi. Perú.

Rueda Agudelo, S. L. (2016). Energía metabolizable del grano de soya integral determinada en pollos de engorde. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/54244/1/43617800> ((FAO), 2020).2016.pdf

Ruiz, J. E. (2009). Evaluación de líneas de pollo (*Gallus gallus*) de engorde de Ross308 y Cobb500 en operación de Cargill Nicaragua. Zamorano Honduras: Zamorano.

Sandra Patricia Chaparro Acuña, I. D. (2009). Composición y factores antinutricionales de las semillas del género *Mucuna*.

Senna, C. (2020). Científica Senna. Obtenido de <https://www.cientificasenna.com/producto/inhibidor-de-tripsina/>

Torres, F. (21 de Septiembre de 2015). El Sitio Avícola. Obtenido de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2767/tendencias-en-la-nutrician-y-alimentacion-en-pollos-de-engorde/>

Uk, P. E. (1999). Utilización de soya entera extruida en dietas de pollo de engorde. Honduras.

Y, G. R. (1995). Tecnología de la Extrusión e Implicaciones Nutricionales. Barcelona.

CAPÍTULO VII:

ANEXOS

7 ANEXOS

Cuadro 1. VALOR PROTEICO

Coefficiente de digestibilidad de la proteína (%)			89	
AAs	Composición		Digestibilidad real	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	6.12	2.25	88	1.98
Met	1.43	0.53	87	0.46
Met + Cys	2.92	1.07	85	0.91
Tre	3.96	1.46	84	1.22
Trp	1.32	0.49	85	0.42
Lle	4.54	1.67	86	1.44
Val	4.80	1.77	89	1.57
ARG	7.40	2.72	90	2.45

Cuadro 2. CARACTERISTICAS ANALITICAS DE LA SEMILLA DE SOYA.

Características analíticas de la semilla de soya							
Criterios	Modo de extracción						
	Presión			Solvente			
Materia seca, %	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4	89,4
Materia mineral, %	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Proteína bruta, %	43,4	45,4	47,4	43,4	45,4	47,4	49,4
Materia grasa, %	7,4	7,4	7,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Fibra bruta, %	5,5	4,3	3,1	5,8	4,6	3,4	2,2
Extracto libre de N2, %	26,9	26,1	25,3	32,6	31,8	31	30,2

(Piat, 1999)

Cuadro 3. CONTENIDO DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES DEL GRANO ENTERO Y TORTA DE SOYA.

Nutrientes	Grano de soya	Torta de soya 48

Energía Metabolizable, Pollo, kcal/kg	3300	2440
Aceite,%	18-20	0.5-1.5
Proteína Cruda,%	38.0	47.5
Lisina,%	2.40	3.02
Metionina + Cistina. %	1.08	1.41
Treonina. %	1.69	1.85
Triptófano,%	0.52	0.65
Calcio,%	0.25	0.34
Fosforo,%	0.59	0.69

NRC (1994).

Cuadro 4. COMPARACION DEL PERFIL DE AMINOACIDOS DE LA SOYA INTEGRAL CON LOS DE LA PROTEINA IDEAL PARA POLLOS EN INICIO Y ACABADO.

Aminoácidos	Proteína ideal		
	SI	Pollo 0-21	Pollo 21-42
Lisina	100	100	100

Meteonina + Cistina	49	82	72
Treonina	61	73	74
Triptofano	20	18	18
Leucina	120	109	109
Isoleucina	75	73	73
Valina	75	82	82
Histidina	40	32	32
Fenilalanina + Tirosina	136	122	
Arginina	121	114	110

NRC (1994).

Cuadro 5. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE ALGUNOS AMINOACIDOS DE LA TORTA SUPLEMENTADA CON ACEITE Y EL GRANO DE SOYA TOSTADO O EXTRUIDO, MEDIDOS EN POLLOS.

	Lisina	Metionina	Cistina	Treonina	Valina
SIE	92	89	90	89	90
SIT	81	75	78	77	76
TS+ Aceite	92	89	91	89	88

(Cáfe, 2000).

Cuadro 6. EFECTO DEL TIPO DE PROCESADO DE LA SOYA SOBRE SU ENERGIA METABOLIZABLE EN POLLOS.

Proceso	EM en MJ/Kg
Extrusión húmeda	17,88
Extrusión seca	17,40
Micronización	17,26
Tostado	15,82
Jet Sploded	15,47

(Wiseman, 1980).

Cuadro 7. COMPOSICION NUTRICIONAL DEL GRANO DE SOYA CRUDO, GRANO DE SOYA PROCESADO Y DE LA TORTA DE SOYA.

Componente	Unidad	Grano de soya		Torta de soya
		Crudo	Procesado	
Energía Metabolizable	%	3.2	3.5 - 4.2	3.25
Grasa	%	17.5	17.5	1.5
Proteína	%	37.5	37.5	45.5
Metionina	%	0.52	0.52	0.70
Lisina	%	2.42	2.42	2.90
Triptofano	%	5.5	0.54	0.62
Fibra	%	0.26	5.5	3.4
Calcio	%	0.61	0.26	0.30
Fosforo	%	2.0 – 3.0	0.61	0.64
Índice de ureasa	%	70 - 80	0.02 – 0.5	0.02 - 0.5
Inhibidor tripsina	%		<0.10	< 0.10

Buitrago. Mcal/kg = megacaloría por kilogramo

