

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO**

**TEMA:**

**“Uso del frejol de palo (*Cajanus cajan*) como sustituto de la soya para alimentación de pollos de engorde en la finca experimental Los Bajos, 2021”**

**AUTORES:**

Delgado Aguayo Ronald Andrés

Franco Bailón Bryan Ricardo

**TUTOR:**

Ing. George A. García Mera, Mg.Sc

**MANTA- MANABÍ-ECUADOR**

**2021**

## MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal, declaran que han aprobado la tesis “**Uso del frejol de palo (*Cajanus cajan*) como sustituto de la soya para alimentación de pollos de engorde en la finca experimental Los Bajos, 2021**”, de los egresados Delgado Aguayo Ronald Andrés y Franco Bailón Bryan Ricardo, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento de lo que establece la ley se da por aprobada la sustentación, acción por la cual se hacen acreedores al título de Ingeniero agropecuario.

---

**Presidente del Tribunal**

Dr. Ramón Molina

---

**Miembro del Tribunal**

Ing. Valter Mero

---

**Miembro del Tribunal**

Dr. Exequiel Cárdenas

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. George A. García Mera con CI. 1304094574, certifico haber tutelado la tesis **“Uso del frejol de palo (*Cajanus cajan*) como sustituto de la soya para alimentación de pollos de engorde en la finca experimental Los Bajos, 2021”** que fue desarrollada de los egresados Delgado Aguayo Ronald Andrés y Franco Bailón Bryan Ricardo, de la carrera de Ingeniería agropecuaria, previo a la obtención del título de Ingenieros Agropecuarios, de acuerdo con el reglamento para la elaboración de tesis de grado de tercer nivel, de la Universidad Eloy Alfaro de Manabí.

---

Ing. George A. Garcia Mera, Mg. Sc  
**Tutor de Tesis**

## DECLARACIÓN DEL AUTORIA

Delgado Aguayo Ronald Andrés y Franco Bailón Bryan Ricardo, egresados de la facultad de Ciencias agropecuarias, de la carrera de Ingeniería agropecuaria, libre y voluntariamente declaramos que la responsabilidad del contenido del presente proyecto de investigación titulado **“Uso del frejol de palo (*Cajanus cajan*) como sustituo de la soya para alimentación de pollos de engorde en la finca experimental Los Bajos, 2021”** corresponde exclusivamente al tutor y patrimonio intelectual de los autores, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

---

Delgado Aguayo Ronald Andrés  
**Autor de Tesis**

---

Franco Bailón Bryan Ricardo  
**Autor de Tesis**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar por bendecirme la vida, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. También agradezco a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mí, y en mis expectativas, además de los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a nuestros docentes de la facultad de ciencias agropecuarias por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación para que nos convirtiéramos en grandes profesionales, y de manera especial.

Doy gracias a mi compañero de tesis, con quien he compartido el desarrollo de este proyecto, y quien con su amistad y empuje pudimos terminar nuestro trabajo el cual enorgullecerá a cada miembro de nuestras familias.

Al Ing. Churchill Aveiga (+) que fue tutor inicial de nuestro proyecto de investigación, así como también al Ing. George A. García Mera, actual tutor, quien nos guio con mucha paciencia, y rectitud. Al señor Franklin Quimis también le agradezco por su valioso aporte para nuestra investigación y de manera muy especial al Ing. Edison Macías como cotutor de nuestra investigación, ya que me brindó sus conocimientos y su apoyo durante el desarrollo de nuestro trabajo.

*Delgado Aguayo Ronald Andrés*

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Agradezco de manera muy especial a mis padres Ricardo y Rocío por apoyarme en todo momento, por los valores que me me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Agradezco a mi novia Stefany por ser un gran apoyo a lo largo de mi carrera y guiándome siempre por buen camino. A mi amigo Cristhian por ser el apoyo durante la carrera y apoyarme en aquellos momentos de necesidad.

Un agradecimiento al Ingeniero George García por ser un gran apoyo en nuestro proceso final para la titulación. Debo agradecer de manera especial y sincera al Ingeniero Churchill Aveiga (+) por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi proyecto de investigación.

Además, un agradecimiento muy ameno para el Ingeniero Edison Macías nuestro cotutor por ser un gran apoyo en nuestro proceso de educación, por sus conocimientos y su paciencia para que podamos terminar de manera correcta nuestro proyecto de investigación.

Tengo la inmensa satisfacción de haber coincidido con grandes personas, mis amigos, con quienes he compartido grandes momentos y que de una u otra manera han sido parte importante de este proceso, gracias por su amistad, por su apoyo y por todo lo brindado a lo largo de todos estos años. Y por último a mi compañero de tesis quien con su amistad y empuje pudimos terminar nuestro trabajo el cual enorgullecerá a cada miembro de nuestras familias.

*Franco Bailón Bryan Ricardo*

## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza necesaria para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, abuelos y demás familiares por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en alguien de bien y a todas esas personas que nos ayudaron en su momento a culminar nuestra investigación. Quiero dedicar este trabajo al estimado Ingeniero Churchill Aveiga (+) por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi proyecto de investigación.

*Delgado Aguayo Ronald Andrés*

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia quienes por ellos me he convertido en un excelente profesional con excelentes valores.

A mis padres, por ser el pilar más importante quienes con su amor, paciencia y mucho esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A mi novia por ser un gran apoyo siempre a lo largo de mi carrera de formación, Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar. De forma muy especial al docente Ing. Churchill Aveiga (+) ya que debido a su esfuerzo, dedicación, conocimientos, experiencia, paciencia y motivación logró que este trabajo se pudiera continuar desarrollando y ahora poder recordarlo con mucha estima y cariño.

*Franco Bailón Bryan Ricardo*

# INDICE

Contenido	pág.
<b>SUMMARY</b> .....	<b>8</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1. FREJOL DE PALO (<i>Cajanus cajan</i>)</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1.1. TAXONOMÍA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.3. PRODUCCIÓN FREJOL DE PALO EN ECUADOR</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.4. PROPIEDADES NUTRITIVAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.6. IMPORTANCIA DEL FREJOL DE PALO</b> .....	<b>16</b>
<b>2.1.7. USOS DEL FREJOL DE PALO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.8. FACTORES ANTINUTRICIONALES DEL FREJOL DE PALO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2. SOYA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.1. ORIGEN Y TAXONOMIA</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3. MAÍZ</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.1. ORIGEN Y TAXONOMÍA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.2. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4 POLLO BROILER</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.1. PRINCIPALES RAZAS</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.2. FENOTIPO DE LAS AVES</b> .....	<b>27</b>



2.4.3. IMPORTANCIA DE LA AVICULTURA.....	29
2.4.4. ALIMENTACIÓN DE LAS AVES.....	29
2.4.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS AVES .....	30
2.4.6. FACTORES AMBIENTALES .....	31
2.4.7. SANIDAD Y PROFILAXIS.....	32
2.4.8. INSTALACIONES Y MANEJO .....	33
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
IV. JUSTIFICACIÓN .....	37
V. HIPÓTESIS.....	37
VI. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	38
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	38
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
VII. METODOLOGÍA .....	39
7.1. UBICACIÓN.....	39
7.2. CARACTERISTICAS EDAFOCLIMÁTICAS .....	39
7.3. FACTORES EN ESTUDIO .....	40
7.4. TRATAMIENTOS.....	40
7.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	40
7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	41
7.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	41
7.8. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS.....	42
7.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	42
7.9.1. Instalación del galpón .....	42
7.9.2. Desinfección del galpón.....	42
7.9.3. Control de parámetros fisiológicos de los pollos.....	42
7.9.4. Vacunación.....	43

7.9.5. Obtención de la harina de frejol de palo.....	43
7.9.6. Alimentación de las aves .....	43
7.10. PARÁMETROS A EVALUAR.....	43
VIII. RESULTADOS .....	47
IX. CONCLUSIONES.....	52
X. RECOMENDACIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA .....	45
ANEXOS .....	55

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Imagen geográfica del lugar de investigación .....	39
<b>Figura 2.</b> Croquis de unidad experimental.....	40
<b>Figura 3.</b> Croquis de campo .....	41

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Evaluación de ganancia de peso .....	47
<b>Gráfico 2.</b> Evaluación del consumo de alimentos.....	48
<b>Gráfico 3.</b> Consumo de agua.....	49
<b>Gráfico 4.</b> Conversión alimenticia.....	49
<b>Gráfico 5.</b> Registro de temperatura .....	50
<b>Gráfico 6.</b> Peso de canal .....	51

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.</b> Taxonomía del frejol de palo.....	12
<b>Tabla 1.</b> Composición química del frejol gandul (Cajanus cajan).....	15
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía de la soya.....	20
<b>Tabla 4.</b> Composición química de la soya (Glycine max). ....	21
<b>Tabla 5.</b> Clasificación taxonómica de la soya .....	23
<b>Tabla 6.</b> Composición química del grano de maíz (Zea mays). ....	24
<b>Tabla 7.</b> Características de los diferentes órganos de los pollos de engorde .....	27
<b>Tabla 8.</b> Recomendaciones nutricionales para pollos de engorde.....	30
<b>Tabla 9.</b> Datos edafoclimáticos de Los Bajos, Montecristi .....	39
<b>Tabla 10.</b> Descripción de los tratamientos que se utilizarán en la investigación..	40
<b>Tabla 11.</b> Esquema de análisis de varianza (ANOVA).....	41
<b>Tabla 12.</b> Estimación económica por cada tratamiento .....	51

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Semillas de frejol de palo .....	55
<b>Anexo 2.</b> Insumos para elaboración del alimento balanceado y para instalación del galpón .....	55
<b>Anexo 3.</b> Núcleo nutricional.....	56
<b>Anexo 4.</b> Mezcla de los insumos para la elaboración del alimento.....	56
<b>Anexo 5.</b> Uso de tolva para mezcla de insumos.....	57
<b>Anexo 6.</b> Instalación de tratamientos en estudio en el galpón.....	57
<b>Anexo 7.</b> Brindando de alimentación y agua a los pollos .....	58
<b>Anexo 8.</b> Registro del agua sobrante .....	58
<b>Anexo 9.</b> Registro del peso del alimento sobrante .....	59
<b>Anexo 10.</b> Manejo y seguimiento de los pollos.....	59
<b>Anexo 11.</b> Suministrando luego de preparar el alimento .....	60
<b>Anexo 12.</b> Remoción de la cama de aserrín de cada tratamiento .....	60

<b>Anexo 13.</b> Ampliación de cada unidad experimental para mayor comodidad de las aves.....	61
<b>Anexo 14.</b> Toma de peso de cada tratamiento con sus repeticiones .....	61
<b>Anexo 15.</b> Faenamiento de los pollos.....	62
<b>Anexo 16.</b> Limpieza y desviscerado de los pollos .....	62
<b>Anexo 17.</b> Resultados de análisis estadísticos en Infostat de la conversión alimenticia .....	63
<b>Anexo 18.</b> Resultados de análisis estadísticos en Infostat sobre el consumo de alimento.....	64
<b>Anexo 19.</b> Resultados de análisis estadísticos en Infostat sobre el consumo de agua .....	66
<b>Anexo 20.</b> Resultados estadísticos de Infostat sobre el peso de la canal .....	68
<b>Anexo 21.</b> Resultados estadísticos de Infostat sobre la ganancia de peso .....	68
<b>Anexo 22.</b> Resultados de los costos del tratamiento testigo .....	70
<b>Anexo 23.</b> Resultados de los costos del tratamiento 1 .....	70
<b>Anexo 24.</b> Resultados de los costos del tratamiento 2 .....	71
<b>Anexo 25.</b> Resultados de los costos del tratamiento 3 .....	71

## RESUMEN

El frejol de palo ha ido ganando interés en la industria agroalimentaria durante la última década, siendo muy utilizado para la alimentación humana como también animal. Por ello el presente estudio evaluó el efecto de la harina de frejol de palo (*C. cajan*) como fuente de proteína para sustituir la soya en la alimentación de pollos de engorde, por medio del uso de dosificaciones de la harina de frejol en el balanceado. Se obtuvieron resultados en la primera semana donde no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la ganancia de peso, el tratamiento T0(testigo) y T3(10%) presentaron la mayor ganancia de peso en el presente estudio mientras que el tratamiento 20%(T1) presentó una disminución considerable del mismo, mientras que en la conversión alimenticia para los tratamientos T3(10%), T1(20%) y T2(15%) no se presentó diferencia significativa siendo estos diferentes al tratamiento T0(testigo) en la semana 1, 2 y 3; no obstante, con la inclusión del 20%(T1) de harina de frejol de palo influyendo sobre la conversión alimenticia en la última semana, además de presentar un mejor peso de la canal. Mientras inclusiones de 15% y 10% de harina de frejol de palo en dietas de pollos de engorde no mostraron diferencia o efectos sobre los parámetros productivos de las aves, sin embargo, se determinó que con el T3(10%) se mantuvo un mayor consumo de agua y alimento, así como mejor ganancia de peso al igual que el t0(testigo) demostrando baja palatabilidad la harina. En el presente estudio no se observó presencia de mortalidad puesto que todos los sujetos de estudios sobrevivieron hasta el momento del faenamiento.

**Palabras clave:** avicultura; frejol de palo; soya; parámetros productivos

## SUMMARY

The stick bean has been gaining interest in the agri-food industry during the last decade, being widely used for human and animal food. Therefore, the present study evaluated the effect of stick bean flour (*C. cajan*) as a source of protein to replace soy in the feed of broilers, through the use of dosages of bean flour in the balanced. Results were obtained in the first week where no significant differences were observed between the treatments with respect to weight gain, the treatment T0 (control) and T3 (10%) presented the greatest weight gain in the present study while the treatment 20% (T1) presented a considerable decrease in it, while in the conversion for the treatments T3 (10%), T1 (20%) and T2 (15%) there was no significant difference being these different from the treatment T0 (control) at week 1, 2 and 3; however, with the inclusion of 20%(T1) of stick bean flour influencing the feed conversion in the last week, in addition to presenting a better weight of the carcass. While inclusions of 15% and 10% of stick bean flour in broiler diets showed no difference or effects on the productive parameters of the birds, however, it was determined that with the T3 (10%) a higher consumption of water and feed was maintained, as well as better weight gain as well as the t0 (control) demonstrating low palatability of the flour. In the present study, no mortality was observed since all the subjects of studies survived until the moment of slaughter.

**Key words:** poultry farming; stick beans; soy; production parameters.

## I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador la avicultura constituye una actividad económica de gran importancia para el desarrollo del sector pecuario actual. La producción de pollos en el Ecuador, tiene un volumen anual de aproximadamente 295,4 millones, con un consumo por persona de carne de 33,19 kg, sobresaliendo al consumo de carne de cerdos con 10,90 kg y carne de res con 10 kg, convirtiéndose la proteína de mayor consumo en nuestro país (Campozano *et al.* 2020).

La demanda de carne de pollo, huevos y derivados, mantienen un alto valor nutritivo, razón por la cual se han comenzado a implementar alternativas para promover su desarrollo, optimizando las técnicas de manejo para la crianza de pollos (Castillo 2017). Se consigue utilizar, para la sustitución de una parte de la soya y el maíz de la dieta de los pollos, el frejol de palo, que es una planta originaria de África con alta adaptación en zonas con climas tropicales (Herrera *et al.* 2016).

Generalmente su potencial no es muy aprovechado, *C. cajan* es una planta arbórea que posee alta tolerancia ante sequías, suelos con pH ácidos y pobres; además que favorece al suelo con su contribución de nutrientes y aporte de humedad (Castillo-Gómez *et al.* 2016). (Herrera *et al.* 2016) mencionan que, *C. cajan* L. es una leguminosa con componentes nutricionales balanceados, baja en grasa y azúcares, con gran proporción de proteínas de aproximadamente 23,50%, aproximadamente el doble de los cereales y en cantidades más ascendentes que en las raíces y tubérculos.

*C. cajan* es una planta de mucho potencial de alto valor nutritivo que puede utilizarse en alimentación de humanos y animales; de esta planta se pueden utilizar las semillas, tanto descortezadas o convertidas en harina (Castillo-Gómez *et al.* 2016). *C. cajan* se puede usar, para reemplazar una parte de la soya y el maíz en la dieta de los pollos (Herrera *et al.* 2016).

El frejol de palo como una nueva alternativa para los pequeños avicultores. Gracias a que se ha comprobado que, para la etapa final de los pollos, su digestibilidad aumenta a diferencia de la etapa inicial. Pero, cabe mencionar que, al aumentar niveles de inclusión su digestibilidad ante el alimento como de la proteína tiende a disminuir y esto se suele generar debido a la presencia de factores antinutricionales que se presentan en los granos (Carvajal-Tapia *et al.* 2016).

Investigaciones incluyendo el 15% y 20% de harina de la semilla de frejol de palo en la dieta alimenticia en la etapa de inicio, crecimiento y final, determinaron que después del testigo se consiguieron los mejores rendimientos con respecto al peso de la canal, además de un superior consumo de alimento y menor conversión alimenticia (Chambilla 2012).

Otras investigaciones, concluyeron que, con el 10% de harina de frejol de palo en alimentación de pollos, mejoraron considerablemente la ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia de pollos criollos. Sin embargo, se determinó que, los pollos machos logran convertir con mejor eficacia el alimento con respecto a la muscular, a diferencias de las hembras (Roman 2021).

Se ha evidenciado que, es muy importante de implementar un nuevo suplemento alimenticio para la codorniz, tal como el frejol de palo, ya que este aporta con las vitaminas y minerales, que vienen a ser nutrientes esenciales para su crecimiento y producción. Se logró determinar que contribuye con una gran cantidad de proteínas, conjuntamente con las vitaminas tales como, B1, B2 y E, además de fibras y minerales (Córdova 2016).



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FREJOL DE PALO (*Cajanus cajan*)

Esta planta, es una leguminosa arbórea con alto valor nutricional, debido que generalmente posee entre 18-25% de proteínas, debido a que contiene gran variedad y cantidad de oligoelementos y vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina y cholina, se la considera rica en valores nutricionales (Yambay y Borbor 2018).

El frejol de palo corresponde a la familia Papilionaceae, del género *Cajanus*, siendo una especie que se caracteriza gracias a su producción de semillas que contienen grandes porcentajes de carbohidratos y proteínas. Esta planta se cultiva de forma intensiva, generalmente asociada con otros cultivos, sobre todo se dedican a ella minifundista, debido que se produce mayormente en pequeñas superficies (Navarro *et al.* 2014).

Este arbusto alcanza un ciclo vegetativo de hasta 5 años, alcanza alturas según la zona de su cultivar y las características del mismo, siendo de 1-5 metros aproximadamente; generalmente crece de forma erecta. Para un óptimo desarrollo del gandul (*C. cajan*), se debe contar con una temperatura óptima para que este crezca y se desarrolle eficientemente, que se encuentre alrededor de los 20 °C a 30 °C, además de proveerle de una buena calidad de suelo, que sean arcillosos o franco-arcillosos, cabe menciona que se adapta muy bien dentro de los 2000 msnm (Valle-mora *et al.* 2020).

La Hora (2013) citado por Mite (2018) indica que, esta planta es muy resistente a sequías y vientos fuertes, cuando llega el momento de la primera cosecha, se debe recolectar con bastante cuidado, debido que su flor continúa formando vainas y desarrollándose, las que no estén maduras. Es importante recalcar en que nunca se debe hacer la primera cosecha con lluvia, debido que esto ocasiona que aborte sus flores. Una vez cosechado por completo el arbusto debe ser podado, desde las

puntas de las ramas pequeñas y grandes, de esa manera se consigue una siguiente buena producción.

Este cultivo llega a tolerar suelos o agua con niveles de pH ácidos de aproximadamente 4.5 a muy alcalinos de aproximadamente 8.4. Sin embargo, para mejores resultados, se debe desarrollar en suelos con pH alrededor de 5-7, esto porque una acidez descomunal del suelo puede producir clorosis o marchitamiento por altas deficiencias de P y Mn (Salas 2016).

El rendimiento de esta planta, suele ser variable depende sobre todo a la tecnología que se ponga en práctica, ya que para mejores desarrollos, se debe contar principalmente con un buen tipo de suelo, de esa manera se pueden conseguir rendimientos de granos de alrededor de 568,18-1362 kg/ha (Pérez-Petitón *et al.* 2018).

### 2.1.1. TAXONOMÍA

De acuerdo con Valladares (2010) citado por Salas (2016) indica que, la siguiente taxonomía corresponde al frejol de palo:

**Tabla 1.** Taxonomía del frejol de palo

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnolipsida
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Tribu</b>	Phaseoleae
<b>Género</b>	Cajanus
<b>Especie</b>	Cajan L
<b>Nombre vulgar</b>	Fréjol de palo, Gandul
<b>Nombre científico</b>	<i>Cajanus cajan</i> L

**Fuente:** (Aro y Calsin 2019; Salas 2016)  
**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### **2.1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

El frejol de palo tiene mucha historia, de hecho, se considera que su uso se remonta de hace más de 4.000 años, del cual se considera a la India el lugar de origen del cultivo, sin embargo se conoce de la existencia de poblaciones silvestres de frejol de palo en África, por ello se considera el lugar de origen más acertado para antes de su distribución (Aliaga 2019). De hecho se ha concluido que esta planta llegó a América desde África por medio de rutas que tenían los esclavos en esa época (Valle-mora *et al.* 2020).

Posiblemente el frejol de palo se domesticó como la especie *Cajanus cajanifolius*, de la que actualmente se conoce como *C. cajan*, es una planta que se encuentra ha ido distribuyendo a adaptando por todas las regiones tropicales (Navarro *et al.* 2014).

El frejol de palo, también conocido como gandul, se considera muy conocido gracias a su potencial. Este cultivo, tanto su producción como los conocimientos y aplicaciones de este grano, se ha ido extendiendo con el pasar de los años en Latinoamérica, África y Asia, siendo exportada a los Estados Unidos y Europa (Jiménez 2014).

### **2.1.3. PRODUCCIÓN FREJOL DE PALO EN ECUADOR**

En el litoral ecuatoriana, se realizó el último censo agropecuario hasta la actualidad, este tercer censo agropecuario, determinó que existen 19.438 hectáreas de fréjol de palo, sembradas en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos. Además también se conoce que en el Valle del Chota se han encontrados cultivos con 225 hectáreas con una producción de aproximadamente 14895 bultos anuales (Yambay y Borbor 2018).

Saavedra, Tigreiro, Ron, y Lenin (2014) citado por Marquínez (2018) menciona que, gracias a la distribución del gandul en la Costa ecuatoriana, en el Valle del Chota, y en la región Interandina del Ecuador, se encuentra su producción en parcelas

pequeñas, debido que es mayormente cultivada por minifundistas, que la utilizan para el consumo y venta de la localidad. Cabe mencionar que, en los últimos años, el frejol de palo se ha vuelto un alimento de gran importancia para los habitantes del Ecuador que se dedican a su producción.

La producción agrícola de este cultivo en nuestro país es una de actividad importante para el progreso social-económico que necesita la población rural. Debido que, este es un producto de exportación también, que dispone de una gran demanda internacional, debido que, se procesa como enlatado y congelado, gracias a las innovación y aplicación de la agroindustria (Morán 2016).

#### **2.1.4. PROPIEDADES NUTRITIVAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA**

EICOPA (2013) citado por Zambrano y Zambrano (2014) mencionan que, *C. cajan* contiene alrededor del 18-25% de proteínas y según en ciertas variedades alcanza hasta 32%, los granos de esta leguminosa poseen un gran equilibrio de aminoácidos, exceptuando la metionina y la cisteína, ya que se suele encontrar más elevados en algunas variedades de esta especie, sobre todo las que contienen mayores porcentajes de proteína. Además, contiene gran cantidad de oligoelementos, es una excelente fuente de vitaminas C y A y otras solubles, tales como tiamina, riboflavina, niacina y colina.

Cabe mencionar que contiene muy poca cantidad de grasa, y una módica cantidad de fibra, resaltando la buena cantidad de proteína, almidones y carbohidratos, con un equilibrado balance de minerales y vitaminas. Los granos de gandul de la variedad roja y blanca contienen grasas, fibras, ácidos grasos esenciales y vitamina E, los porcentajes tienden a variar dependiendo parámetros de la zona o cultivar (Navarro *et al.* 2014).

**Tabla 2.** Composición química del frejol gandul (*Cajanus cajan*)

Parámetro	%
Humedad	14.0
Proteína	19.5
Grasa	1.4
Carbohidratos	61.4
Calcio	100.0
Fosforo	400.0
Cenizas	3.7

**Fuente:** (Castillo-Gómez *et al.* 2016)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### 2.1.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El frejol de palo comienza a florecer a los 8-9 meses, cuando es el momento de la primera cosecha, esta suele durar con floraciones durante algunas semanas más, por ello siempre se obtiene cosecha continua y es muy resistente a sequías y vientos fuertes, así como a suelos con acidez o alcalinidad. Este arbusto posee hojas alternadas, que se encuentran en las ramillas, esta tiene un color verde y más brillante en el haz, con unos vellos muy finos, además sus frutos, son unas vainas alargadas, de forma recta que miden aproximadamente entre 5 a 10 centímetros (Mite 2018).

La inflorescencia de este cultivo se da lugar en cada esquina de los ejes de crecimiento, estas vainas se encuentran juntas formando un racimo, cada una llega a medir entre 4-12 centímetros de largo, con un ancho de 1.5 centímetros de ancho en el centro; el color de las semillas, depende mucho del cultivar y su peso es variables, aproximadamente 100-130 mg/semilla. La temperatura recomendable para un mejor crecimiento se encuentra alrededor de 20 °C-30 °C, desarrollándose mucho más eficientemente en suelos arcillosos a franco-arcillosos, cultivándose favorablemente dentro de los 2000 msnm (Valle-mora *et al.* 2020).

Cuando estas vainas maduran cambian de verde a amarillo o un color más rojizo y están cubiertas por vellos muy pequeños, con respecto a sus semillas, están varían

en cada vaina, ya que contienen entre 3-8 semilla, el color de estas suele ser blanca o de un color más verdoso, con una forma lenticular (Mite 2018).

Raisman y González (2013) citado por Campoverde y Salazar (2018) mencionan que, esta planta corresponde a la familia fabaceae, esta familia posee 30 tribus, 429 géneros y 12,615 especies; el frejol de palo es, del género *cajanus* y *Cajanus cajan* su especie y nombre científico respectivamente.

#### **2.1.6. IMPORTANCIA DEL FREJOL DE PALO**

Este cultivo tiene gran importancia en Ecuador y otros países, debido que es considerado como uno de los principales cultivos de legumbres en regiones tropicales, hasta la actualidad se conoce que es cultivado en alrededor de 50 países entre Asia, África y América (Pérez-Petitón et al. 2018). *C. cajan* llamado frejol de palo o gandul, es una especie que contiene un gran valor nutritivo, esto hace que se lo considere y tenga un lugar importante en la dieta tanto para personas y animales de forma mundial (Torres et al. 2018).

Tiene gran importancia al ser uno de los alimentos más antiguos, que ha sido utilizado desde hace más de miles de años, desde que se han evidenciado registros de la existencia de la humanidad (Salas et al. 2015). Este cultivo se encuentra muy bien adaptado a medios semiáridos y en suelos pobres gracias a su sistema radicular, hasta favorece al suelo por los nutrientes y mejora que este le proporciona (Castillo-Gómez et al. 2016).

Además, los propios autores mencionan que, es una planta muy aprovechable, posee un increíble gran potencial para la alimentación de animales, gracias a la proteína que contiene y debido a que producen solo de forraje verde más de 50 toneladas por hectárea. También se ha investigado su uso para aplicaciones farmacológicas, y también porque ayuda a recuperar los suelos y a producir abonos verdes.

Su importancia entonces radica en los beneficios que proporciona este cultivo y a la gran diversidad de variedades de *Cajanus*, son notorios los aportes de este cultivo en el ambiente, sociedad y en su productividad, ya que da trabajo y sustento a miles de agricultores, los restos de esta planta brindan una cobertura al suelo y eso evita que se erosione debido a la incidencia de lluvias, ya que tiene un sistema radicular que mejora la estructura de los suelos, y esto ayuda a que exista una buena infiltración de aguas superficiales, que el forraje sirve para el ganado, y como alimento para aves de corral (Alonso *et al.* 2016).

### **2.1.7. USOS DEL FREJOL DE PALO**

Se conoce que los usos que se remontan de hace más de 4000 años, y con el pasar de los años se ha ido consumiendo cocido, guisado o mezclado con otros alimentos, entre otros. Los usos del frejol de palo en la medicina étnica ha tenido gran relevancia antes la prevención de enfermedades, inflamaciones y trastornos sanguíneos, entre otros en los humanos (Aliaga 2019).

Otros usos del gandul, es como forraje que es importante como suministro en la alimentación de animales, gracias a sus altos niveles de proteína y a la excelente digestibilidad que tiene la materia seca que generalmente no sobrepasa del 59%, esto favorece que se pueda proveer como forraje verde en el pastoreo y/o como forraje seco en el corral del ganado (López-Hidalgo *et al.* 2018).

Cabe destacar su uso en animales de ganado rumiantes, sin embargo, cuando se trata de alimentación de aves se debe tener mucho cuidado con el desbalance de metabolitos secundarios como metionina en las dietas preparadas con frejol de palo, así sea de las diferentes variedades y con aplicación de tratamientos en la semilla, existen ciertas limitantes en la alimentación de aves (Carvajal-Tapia *et al.* 2016).

Las semillas también se suelen aprovechar al ser mezcladas en el pienso para alimentar al ganado, gracia a que el suministro de este frejol suplementa con buena

cantidad de proteínas la dieta diaria en el ganado vacuno incrementando así la producción de leche y materia seca (Aliaga 2019).

El forraje del gandul incluye raíces, hojas y vainas, este es suministrado luego a las raciones balanceadas, y convertido también en ensilaje con la incorporación de aproximadamente el 66% a la mezcla; esta planta no debe ser ubicada donde se realice pastoreo intensivo; y cuando es usada para corte, se debe esperar que la planta alcance los 125 cm de altura para ser cortada y dar de alimento verde o seco al ganado. Se ha comprobado que, con una hectárea de frejol de palo se puede sostener entre 0,8-3,6 cabezas de ganado bovino de carne, alcanzando ganancias de peso diarias entre 680-1250 g (Balarezo 2020).

#### **2.1.8. FACTORES ANTINUTRICIONALES DEL FREJOL DE PALO**

A pesar que esta planta es muy rica en proteínas y contenido nutricional, posee factores antinutricionales (FAN), estos factores logran reducir la palatabilidad y además ocasionan la inhibición en la digestión, impidiendo que logre digerirse y que no se absorban los nutrientes, estos factores generalmente son termolábiles, es decir que, pueden destruirse estas limitante al someterlo a temperaturas elevadas, y los factores generalmente son las lectinas, inhibidores de proteasa y algunos metabolitos secundarios (Herrera *et al.* 2016).

Las semillas de esta leguminosa poseen proteínas antinutricionales y compuestos que no son proteicos. La razón por la que contienen estos factores, se debe al resultado de la adaptación, que ha permitido la supervivencia de la planta, para que esta lograra completar su ciclo de vida en las diversas condiciones que se le presentaran, sin embargo, esto, ha traído esas consecuencias, debido a que es muy negativo, porque afecta la calidad y seguridad del producto (Navarro *et al.* 2014).

El mismo autor indica que, algunos de los componentes antinutricionales en las semillas de frejol de palo son los inhibidores de proteasa (tripsina y quimo tripsina)



inhibidores de amilasa, polifenoles, como taninos, las lectinas, el ácido fítico y D-galactosidos. De hecho, este problema lo poseen la mayoría de las leguminosas, y a pesar de ellos en el frejol de palo los factores antinutricionales llegan a ser más baja que en la soya, arveja y en frijol común, pero que pueden ser destruidos durante la cocción.

## **2.2. SOYA**

La soya (*Glycine max*) se ha usado desde hace muchos años para la fabricación de concentrados para aves, esto debido a su composición, balance y disponibilidad de proteínas, energía y ácidos grasos esenciales. En la soya las cantidades de proteína se suele encontrar hasta del 38% dependiente la variedad, mientras las grasas hasta un 20%, esto permite que se pueda satisfacer gran parte de las necesidades nutricionales en aves y otros animales de ganado, debido que ellos exigen una buena y gran calidad de nutrientes (Silva *et al.* 2018).

INIAP (2014) citado por Banchón (2021) menciona que, dentro del sector económico y agrícola del Ecuador, esta planta posee un grado bastante significativo y mundialmente se la considera como una leguminosa con una composición estratégica destacándose por su alto contenido proteínico. Es por ello que el cultivo de soya tiene mucha importancia en el sector agroindustrial porque con este cereal, se elaboran balaceados para la alimentación animal y se producen aceites esenciales.

### **2.2.1. ORIGEN Y TAXONOMIA**

Esta planta oleaginosa tiene origen en Asia, es donde mayormente se cultiva para extracción de su aceite, esto se debe a que su aceite contiene propiedades nutritivas y grandes contenidos proteicos, al transformarlo en harina, esto ha hecho que adquiera gran aceptación en la industria alimentaria (Fuentes *et al.* 2017).

Debido que el origen de la soya se remonta en Asia, se considera que proviene de China y Manchuria y que con el pasar de miles de años, esta ha sido domesticada

desde épocas prehistóricas correspondientes al Noreste de China; es considerada en unión del arroz, trigo, cebada y maíz como uno de los cinco granos sagrados indispensables para la alimentación humana y animal (Falconi *et al.* 2017).

**Tabla 3.** Taxonomía de la soya

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Rosidae
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia</b>	Faboideae
<b>Género</b>	Glycine
<b>Especie</b>	max

**Fuente:** (Mederos-Ramirez y Ortiz-Pérez 2021)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### 2.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El cultivo de esta planta es explotado por sus semillas, ya que comprende alto contenido de aceite y proteína, el ciclo de esta planta es anual, y la cosecha se obtiene a los 120 días. Para un eficiente desarrollo y crecimiento, se debe cultivar en regiones subtropicales debido a que posee climas húmedos (Cortez *et al.*, 2014).

Esta planta alcanzar alturas generalmente no mayores a 80 cm, la semilla se da en vainas que miden entre 4-6 cm de longitud y cada vaina que se encuentra en forma de racimo, con 2-3 semillas de soya, esta semilla posee una forma entre redonda a ovalada y su color depende de la variedad, ya que existen amarillas, negras o verdes (Morán *et al.* 2019).

La calidad de este cereal depende de la técnica o procesamiento que reciba, ya que, si es inadecuado, puede traer consecuencias para el consumo, y esto ocurre cuando no se le aplica el calor suficiente o porque se le aplica calor excesivo. De hecho, en *Glycine max* sin tratamiento térmico, la actividad proteolítica de la tripsina es inhibida debido a los compuestos antinutricionales (Silva *et al.* 2018).

El proceso del cultivo de soya, se ha transformado en uno de los principales aportadores de N (nitrógeno) vía edáfica, es así que la variación con otros cultivos es primordial en la rotación sobre el mismo terreno (Pino *et al.* 2019). El grano de soya posee altos valores de proteína y además posee alrededor del 40% de la materia seca. La soya contribuye a generar energía, aminoácidos esenciales y minerales como nitrógeno, a este se le debe aplicar un proceso apropiado, es de excelente calidad, se puede comparar con el contenido nutricional como las proteínas de la clara del huevo y la caseína (Pino *et al.* 2019).

*G. max*, también se caracteriza tener equilibrados contenido de carbohidratos, lípidos, proteínas y minerales, que se componen principalmente de energía, esta proviene de las proteínas y grasas. Cabe mencionar que el uso de la semillas de esta planta se dio para sustituir a las grasas animales (Parra *et al.* 2017).

### 2.2.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Existe mucha demanda para esta leguminosa, todo esto debido al aprovechamiento de sus componentes nutricionales como la vitamina E , ácidos grasos esenciales y proteínas, a la cual no solo se le ha dado valor agregado como aceite, sino también con productos derivados como harina, leche y carne de soya, en la Tabla 4 se puede observar la composición química de la harina de soya (Morán *et al.* 2019).

**Tabla 4.** Composición química de la soya (*Glycine max*).

Parámetro	%
Humedad	11,20
Cenizas	5,10
Proteínas	26,10
Grasa	17,50
Fibra	3,90
Carbohidratos	36,20
Energía	392,00

**Fuente:** (Morán *et al.* 2019)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### **2.3. MAÍZ**

El origen del maíz se remonta en México hace miles de años, fue introducida en Europa en el siglo XVI. En la actualidad se le considera como el cereal más cultivado mundialmente, sobresaliendo al trigo y el arroz. De hecho, en el Ecuador su cultivo comprende alrededor de 361.347 hectáreas anualmente, siendo Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja las provincias que más se dedican a su producción, esto comprende el 70 % del total del país. Cabe mencionar que la mayor parte de este grano duro se utiliza en la avicultura y otra parte en la industria alimenticia humana, también se exporta a Colombia y Perú (Vera *et al.* 2020).

Debido que es uno de los cereales que se producen más mundialmente (Hidalgo-Sánchez *et al.* 2020), es muy importante para la sierra y costa del Ecuador, ya que con su cultivo, se cumple con los parámetros de seguridad y soberanía alimentaria, al ser un componente necesario para la dieta de la población rural y urbana. Se conoce que, para el año 2018 de la producción de maíz en 74 961 ha, se obtuvieron rendimientos promedios de 3,36 t/ha en choclo y 1,07 en grano seco (Peñaherrera *et al.* 2020).

El maíz ha ido evolucionando y gracias a los procesos de mejora y selección, esto ha generado diversos tipos de variedad y esto gracias a su gran diversidad genética, de hecho, hoy no posee la misma composición química de su variedad nativa de hace miles de años (Martínez *et al.* 2016).

#### **2.3.1. ORIGEN Y TAXONOMÍA**

El maíz es originario de América y su historia está muy asociada a las culturas precolombinas. Su origen geográfico es en el sur de México y norte de América Central. Allí existe una enorme variabilidad de formas y crecen al estado silvestre sus parientes más cercanos: los teosintes, originalmente determinados como el género *Euchlaena*. En una área de distribución más amplia, desde América del Norte hasta el chaco paraguayo, se encuentran los otros parientes silvestres,

filogenéticamente más distantes, como son los integrantes del género *Tripsacum* (Simón y Golik 2020).

**Tabla 5.** Clasificación taxonómica de la soya

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Subclase</b>	Commelinidae
<b>Orden</b>	Poales
<b>Familia</b>	Poaceas
<b>Subfamilia</b>	Panicoideae
<b>Tribu</b>	Maydeae
<b>Género</b>	Zea
<b>Especie</b>	Mays

**Fuente:** (Utrera y Jiménez 2021)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### 2.3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El cultivo de maíz tanto para su germinación, crecimiento y desarrollo necesita de una temperatura de 10-20°C, y de gran cantidad de horas luz directa durante todo el ciclo de cultivo. Para que este cultivo produzca satisfactoriamente se necesita de una precipitación de aproximadamente 700-1300 mm para todo el ciclo. Este cultivo se adapta muy bien en suelos mullidos y profundos, además que tengan riqueza de materia orgánica y un buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos y es importante proveer una adecuada humedad (Peñaherrera *et al.* 2020).

Los mismos autores indican que, los riegos dependen de las etapas del cultivo, debido que, estas plantas desde que empiezan a crecer requieren menos cantidades de agua, pero si necesitan de una humedad constante. De hecho, la etapa donde necesita mayor cantidad de agua y con más constancia es durante el desarrollo vegetal de la planta, con riego de entre 10-15 días antes de que florezca, y se aconseja mantener la humedad conforme está fructificando riegos constantes que mantengan la humedad.

Al maíz se lo define como una planta que posee hojas erectas arriba de la mazorca y de forma horizontal por debajo de la mazorca, además, tiene una espiga pequeña, esta le ayuda a tolerar las altas densidades y es prolífica (Hidalgo-Sánchez *et al.* 2020).

### 2.3.2. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES

Tobón *et al.* (2020) indican que, el maíz es una fuente muy importante para proveer energía gracias a que posee altos contenido de almidón y tiene muy buena digestibilidad, el maíz ayuda a la digestión y favorece la flora bacteriana intestinal, y además posee un gran contenido de antioxidantes. Dependiendo de la variedad el maíz, posee diferentes composiciones en base a su contenido nutricional, tanto funcionales como organolépticas de los alimentos derivados de este cereal. El contenido de proteína de este grano, se encuentra alrededor de 6 a 12%, los cuales se distribuyen a través del endospermo y el germen.

En el maíz, los componentes más importantes son el almidón, proteínas y lípidos, también posee pequeñas cantidades de fibras, azúcares, vitaminas y minerales (Martínez *et al.* 2016).

**Tabla 6.** Composición química del grano de maíz (*Zea mays*).

Parámetro	%
Almidón	72
Cenizas	1,7
Proteínas	10
Grasa	3,43
Fibra	8,5
Azúcares	3
Fosforo	0,26

**Fuente:** (Simón y Golik 2020, Martínez *et al.* 2016)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

## **2.4 POLLO BROILER**

Criollo (2011) citado por Ojeda (2019) menciona que, el pollo Broiler o de engorde se originó de un cruce seleccionado, del cual se buscaba su mejora genética para obtener una elevada velocidad de crecimiento y engorde, que se encontrara dentro de las 6-8 semanas para su faenamiento. De hecho, es muy notable en la actualidad, observar mejor masa muscular y engorde, que se generan al consumir alimento en raciones de 2,1 kg de alimento que se convierten en 1 kg de peso vivo. Además de parámetros productivos también deben tener características fisiológicas apropiadas, tales como patas brillantes, ojos grandes, brillantes y activos, y sobre todo no tener malformaciones.

La industria avícola por muchos años ha desarrollado diferentes líneas de pollos de engorde que han resultado de mezclas de dos o más razas puras, de las cuales existen en la actualidad más de 300 variedades de pollos. Para el éxito de la producción de pollos es importante que se produzcan en grandes volúmenes para que los productores de pollos de engorde obtengan mayores beneficios, de la productividad y rendimiento, gracias a la ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia y mejores características de la canal, cabe mencionar lo importante que es optimizar los insumos (Espinal y Spragge 2015).

Cabe mencionar lo importante que es lograr una excelente inmunidad en el lote de aves, de esa manera se disminuyen las pérdidas debido a las enfermedades, ya que están amenazan a la industria avícola, por ello es importante capacitarse antes de empezar la producción avisar y contar con conocimientos, ya sean veterinarios o técnicos, de esa manera se pueden prevenir un sin número de problemas (Ortiz y Rivasplata 2015).

### **2.4.1. PRINCIPALES RAZAS**

En los países Latinoamericanos se observa mucho la actividad avícola y la gran cantidad de industrias avícolas, la demanda e incremento en la producción de

productos avícolas hacen que los avicultores cada vez sean más competitivos en el mercado, y es por ello que desarrollan técnicas y tecnologías que pueda favorecerles y hacer más eficientes y productivos este sistema, buscando siempre obtener la mejor calidad con menor costo o en menores cantidades de insumos (Osuna y Sánchez 2015).

A continuación, se mencionarán las siguientes razas mejoradas, las cuales se definirán sus características de los pollos Ross 308, Cobb 500 y Hubbard.

- **Cobb 500**

Esta raza de pollo ha sido desarrollada por muchos años por diversas casas genéticas, esta línea de pollo es altamente productiva y eficiente debido a la excelente calidad de conversión alimenticia y por poseer un excelente crecimiento. Aquellos atributos certifican al productor avícola, haciendo rentable y factible económicamente (Alvarez y Zimeri 2018).

Se considera como uno de los más eficientes, ya que tiene la más alta conversión alimenticia, además que con menos cantidad de alimento de igual manera obtiene considerables ganancias de peso, eso ayuda que la alimentación dada en baja cantidad sea viable y sea de menor costo, esto le permite mayor ventaja competitiva, debido que también posee menos precios por kg de peso vivo (Andrade *et al.* 2017).

- **Ross 308**

Esta raza posee un buen desarrollo, además de excelente tasa de crecimiento, es una línea de pollo robusto, que cuenta con una gran conversión alimenticia, de la cual se obtienen buenos rendimientos y gracias a la versatilidad de esta línea se pueden satisfacer una gran variedad de requisitos con respecto al producto final (Andrade *et al.* 2017).



Además, los altos rendimientos que se consiguen con esta raza, ayudan a satisfacer las exigencias del productor, tanto en calidad de carne, huevos, entre otros derivados del mismo, así mismo con los precios, esta raza se obtiene en 32, y luego esta lista para el mercado (Alvarez y Zimeri 2018).

- **Hubbard**

Esta raza de pollo está hecha generalmente para los mercados de piezas de pollo y pollos enteros, debido que, se caracteriza por tener una alta eficacia, ya que poseen un acelerado crecimiento inicial y también sobresale debido que se desarrolla bien antes condiciones de manejo limitadas. Cuenta con una piel de excelente rendimiento, y un excelente peso como pollo de engorde, que generalmente están listos para el mercado a las 4-5 semanas (Andrade *et al.* 2017).

#### 2.4.2. FENOTIPO DE LAS AVES

Vargas (2014) indica que, es importante conocer acerca del fenotipo de las aves, para su crianza y producción, de hecho, el productor debe conocer desde la forma, estructura y funcionamiento de cada órgano, así mismo conocer todo sobre la fenología del ave, debido que este es el conjunto de caracteres que se observan en un individuo como consecuencia de la interacción entre su genotipo y el ambiente, es decir. Ésta se la puede clasificar en las siguientes partes:

**Tabla 7.** Características de los diferentes órganos de los pollos de engorde

Órgano	Características
Pico	Esta formación córnea reemplaza la boca, se encuentra cerca de la base superior y en este se encuentran los orificios nasales
Cabeza	Esta es redonda, pequeña y además está cubierta de plumas
Cresta y barbilla	Esta se desarrolla conforme el ave se desarrolla, hasta ser madura sexualmente se termina de formar, son de color rojo y poseen

	temperaturas calientes; ayudan como indicativos de enfermedad, ya que se muestran pálidas y flácidas
Ojos	Estos son redondos y brillantes, como indicativo de enfermedad, los ojos suelen achicarse y perder el brillo
Cuello	Es largo, flexible y poco carnudo
Espalda	En esta región del cuerpo se ven implantadas las alas
Alas	Esos son miembros anteriores, que son modificados de esa manera para desarrollar vuelo, en este se observan las plumas implantadas
Glándula uropígea	En esta glándula se produce un aceite que el ave utiliza para mantener su plumaje lubricado
Pogostilo	Se encuentra en la parte final de la columna vertebral, detrás de las vértebras coccígeas
La cloaca	En este lugar se desemboca la salida del aparato digestivo, coprodeo, sistema urinario, urodeo y el aparato genital de la hembra o macho
Rabadilla	Tiene poca carne y forma redonda
Abdomen	Tiene piel caliente, esta expandido, de hecho, el abdomen y rabadilla constituyen una cavidad grande para alojar las vísceras del abdomen, así mismo como los órganos reproductores del ave hembra y macho
Muslo- Pierna	La pierna y el muslo forman un conjunto redondeado carnoso
Tarso	Tiene forma recta, y es fuerte, además se encuentra cubierto por escamas. En razas blancas tiene color amarillo antes de comenzar la postura
Pata	Esta conformadas por dedos y uñas, además también posee escamas duras que la protegen
Pechuga	Esta parte es redonda, grande y con una alta cantidad de carne, conformada en su mayoría por los músculos pectorales
Costillar	Las costillas son bastante curvadas y se unen al esternón por la unión costocondral
Región del buche	Esta región se encuentra en la parte inferior del cuello, a la entrada de la caja torácica y sirve como reservorio de alimento

**Fuente:** (Vargas 2014)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### **2.4.3. IMPORTANCIA DE LA AVICULTURA**

La avicultura se considera como una actividad muy importante debido que, constituye una fuente de alimento esencial en la vida de muchas familias campesinas, por su aporte a la economía familiar y por ser gran recurso para nuestro país (Villacís *et al.* 2016).

La producción mundial de carne de pollo tiene gran importancia, esto se debe a que durante los últimos diez años, su producción ha crecido hasta un 20 %, y esto se debe a los grandes avances en la avicultura, ya que es más corto ciclo de producción de las aves, en comparación con otras carnes; las líneas genéticas más importantes que se usan en la avicultura son, Cobb, Ross, Arbor Acres, Hubbard, y Hybro, son las más comunes (Bueno *et al.* 2016). Para el Ecuador este sector avícola tiene mucha importancia socioeconómica, y por ende esta actividad tiene mucha relevancia para el sector alimentario del país (Pomboza *et al.* 2018).

### **2.4.4. ALIMENTACIÓN DE LAS AVES**

Los procesos de tecnología que se utilizan para la alimentación de aves más utilizados son molienda y granulado. Debido que gracias a los procesos tecnológicos se favorece a la fisiología digestiva y por lo tanto la productividad de las aves. A pesar de ello, existe mucha influencia sobre las condiciones del proceso acerca de los ingredientes, uniformidad, y calidad del alimento para la explotación que se necesite (Farfán *et al.* 2015).

Las dietas de pollos Broiler deben ser formuladas para proveer la energía y nutrientes que necesiten. De hecho, el consumo de balanceado debe ser suministrado desde el primer día, acorde a su etapa de crecimiento, desde la primera semana al día 14 se debe colocar comida durante 4 veces y del día 22 en adelante se debe colocar solo una única vez. Cabe mencionar que se utiliza un pre inicial que se suministra desde el primer día al séptimo, a partir del octavo día al día se suministrara un inicial conocido como engorde 2, a partir del día 22 al día 42 (Castro 2014).

## 2.4.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LAS AVES

La alimentación es un elemento clave para conseguir mejores resultados productivos de las aves. Debido que el alimento que se brinde al animal debe poseer una buena calidad y ser suministrado en la cantidad que demanda el ave, para así evitar desperdiciar. Para definir los nutrientes, se puede decir que son sustancias básicas y necesarias para la alimentación de los pollos, siendo muy indispensable para la alimentación el agua, proteína, hidratos de carbono, grasas esenciales, vitaminas y minerales (Villanueva *et al.* 2015).

**Tabla 8.** Recomendaciones nutricionales para pollos de engorde.

	Inicio	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2
<b>Cantidad de alimento 180 g</b>	180g	700 g	1350 g	
<b>700 g 1350 g alimento/ave</b>	0,40 lb	1,54 lb	3,0 lb	
<b>Período de alimentación días</b>	0- 8	9 - 12	19 - 28	> 29
<b>Tipo de alimento</b>	Migaja	Migaja / Pellet	Pellet	Pellet
<b>Proteína cruda</b>	21-22	19-20	18-19	17-18
<b>Energía MJ/kg</b>	12,45	12,66	12,97	13,18
<b>Metabolizable Kcal/kg</b>	2.975	3.025	3.100	3.150
<b>(EMAn<sup>1</sup>) Kcal/lb</b>	1.349	1.372	1.406	1.429
<b>Lisina digestible %</b>	1,22	1,12	1,02	0,97
<b>Metionina digestible %</b>	0,46	0,45	0,42	0,40
<b>Met + Cis digestible %</b>	0,91	0,85	0,80	0,76
<b>Triptófano digestible %</b>	0,20	0,18	0,18	0,17
<b>Treonina digestible %</b>	0,20	0,18	0,18	0,17
<b>Arginina digestible %</b>	1,28	1,18	1,07	1,02
<b>Valina digestible %</b>	0,89	0,85	0,76	0,73
<b>Isoleucina digestible %</b>	0,77	0,72	0,67	0,64
<b>Calcio %</b>	0,90	0,84	0,76	0,76
<b>Fósforo disponible %</b>	0,45	0,42	0,38	0,38
<b>Sodio %</b>	0,16- 0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
<b>Cloro %</b>	0,16- 0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
<b>Potasio %</b>	0,60- 0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
<b>Ácido linoleico %</b>	1,00	1,00	1,00	1,00

**Fuente:** (Cobbcares 2018)

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

#### **2.4.6. FACTORES AMBIENTALES**

(Guerra *et al.* 2016) menciona que, los factores ambientales tales como temperatura, humedad y fuerza del aire deben ser controlados eficientemente en las granjas o galpones de pollos de engorde, y es fácil de conseguir mientras se cuenta con un buen diseño y correcta instalación.

Vargas (2014) menciona que los factores ambientales son temperatura, humedad, ventilación e iluminación a continuación se conocerán sus definiciones:

- **Temperatura**

Durante la primera semana de vida del pollo BB es fundamental que no falte, debido que, los pollitos no cuentan con las defensas ni la protección necesaria. De hecho, se les debe de proveer una temperatura entre 32-35°C, y que sea durante los 2 primeros días, posterior a esos días se debe bajar gradualmente hasta que en la primera semana termine con 30°C. Luego la temperatura se puede mantener entre los 28-30°C. Para la tercera semana la temperatura oscila entre 24-28 °C, para entonces las temperaturas se deben mantener no menores a 20°C y de la misma manera no mayores a 24°C, luego podrán estar a temperatura ambiente.

- **Humedad relativa**

Es de mucha importancia que la humedad relativa del galpón no exceda el 70%, debido que mayores volúmenes de humedad en la cama tiende a aumentar y puede provocar problemas debido a las condiciones ambientales.

- **Ventilación**

La ventilación es muy indispensable, ya que así se puede garantizar un suministro adecuado de oxígeno y se elimina así cantidades de dióxido de

carbono, que pueden encontrarse de manera residual y evitar la acumulación de polvo. Si se dispone de un sistema de ventilación se debe procurar que para los pollitos muy jóvenes, el aire que entra al galpón se dirija hacia el techo, para que se mezcle con el aire caliente que se encuentra allí y así circula por toda la instalación. Entender esto es muy importante para mantener frescas a las aves.

- **Iluminación**

Es importante que los pollos cuenten con al menos 12 horas luz y 12 horas de oscuridad en torno a de la línea ecuatorial. Con el pasar del tiempo se ha podido controlar la iluminación si no se dispone de luz natural, tanto para la crianza como engorde de pollos, así se aprovechan las mejoras genéticas en estos animales, debido a su gran capacidad de crecimiento y la manera que aprovechan el alimento.

#### **2.4.7. SANIDAD Y PROFILAXIS**

Son fundamente las buenas prácticas para la producción avícola, es por esto que se deben de cumplir los requisitos para que de esa manera no existan impactos en la inocuidad alimentaria, y hacer una prioridad la sanidad y el bienestar animal. Debido a esto también es importante conocer sobre la prevención de enfermedades en estos animales, esto se puede efectuar por medio de vacunaciones y medicaciones. Es por ello, que tanto la higiene y la desinfección adquieren cada vez mayor importancia (Astaíza *et al.* 2015).

Bernal (2021) manifiesta que, la sanidad animal viene a ser una actividad, de la cual depende también el éxito en las unidades de producción pecuaria. Por ejemplo, la industria avícola es un sector bastante tecnificado, y en este se presentan diversas actualizaciones acerca de la sanidad, algo que se debe realizar regularmente, esto es debido al crecimiento exponencial de las poblaciones que se manejan, esto es porque con una mayor cantidad de aves existe un mayor riesgo

al enfrentarse a una patología. Por ello Astaíza *et al.* (2015) aconsejan lo mencionado a continuación:

- ✓ Llevar adecuadamente los planes de vacunación y contar con un respectivo registro.
- ✓ Se debe contar con un formato de registro para las enfermedades que se presenten en el galpón, donde se observe el lote, número de galpón y edad.
- ✓ El registro debe resguardarse en la unidad de producción hasta que las aves salgan de la granja.
- ✓ Se deben efectuar las fumigaciones en los galpones, este punto es clave para mantener la bioseguridad en la granja, para ello se deben utilizar buenos equipos de limpieza y desinfección, en cada espacio posible para eliminar toda partícula o residuos que puedan ser portadores de patógenos.

#### **2.4.8. INSTALACIONES Y MANEJO**

Mendoza (2013) citado por Cajas (2015) menciona que, para una correcta explotación de pollos Broiler se debe contar con las instalaciones apropiadas, es decir, un galpón, materiales o insumos para su construcción, entre otros. Dependiendo el tipo de aves, algunas se pueden tener en el ambiente, sin necesidad de instalaciones. Pero si se va a preparar una instalación, este debe ser un lugar alto, seco, con buen drenaje, recibir luz solar y contar con una buena disponibilidad de fuentes de agua, situando la construcción del galpón en dirección Este a Oeste.

(Vargas 2014) acota que, las instalaciones y equipos necesarios para la producción avícola dependen ciertamente de la explotación que se tiene o que se va a implementar, donde se pueda trabajar con las condiciones climáticas, tanto de temperatura como de humedad relativa. Sin embargo, el propio autor, indica algunas recomendaciones a continuación:

- ✓ Se debe tener un metro cuadrado para cada 8-10 aves, de esa manera se evita que las aves pierdan energía.
- ✓ El galpón debe estar ubicados en lugares altos y con buena ventilación, para evitar inundaciones y exceso de viento, además de contar con agua potable de buena calidad.
- ✓ El ancho recomendado para el galpón debe ser de 10-12 metros y el largo si puede determinarse según la cantidad a ser explotada.
- ✓ La altura del galpón debe ser de un mínimo de 3 metros, para evitar el sobrecalentamiento y existe buena circulación y un buen intercambio de aire natural.
- ✓ Considerar siempre la dirección del sol antes de ubicar el galpón, porque para la sierra ecuatoriana la ubicación del galpón será de Norte a Sur, mientras en la costa de Este a Oeste, así se evita la entrada de rayos solares hacia el galpón así se puede controlar mejor el ambiente.



### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La alimentación de los pollos de engorde, se considera como uno de los principales problemas a los que se enfrenta el sector pecuario, debido que, la mayoría de materias primas son utilizadas para consumo humano, y estas compiten con la producción avícola (Henaó y Barreto 2016).

Debido que la nutrición y el consumo de alimento se ha vuelto un desafío y que el período de vida de los animales en producción ha disminuido de forma significativa, es fundamental que se le pueda brindar a las aves de alimentos que cumplan con los requerimientos nutricionales y que además sea rentable para su producción, sin embargo, durante los últimos años las materias primas han pasado por mucha inestabilidad con respecto a sus altos costos, esto provoca que el productor tenga que buscar nuevas alternativas de materias primas para no dejar sin alimentos a las aves (Luzón 2018).

De hecho, durante las últimas décadas los productos que se derivan de la soya han tenido mayores incrementos con respecto a su demanda, especialmente en el sector pecuario y esto se debe a la implementación del mismo como fuente proteica para la alimentación de aves y otros animales, y es por ello que la harina de soya cumple un papel trascendental, al ser la harina proteica más utilizada pero con costos más elevados (Valarezo y Iscoa 2015).

La producción en el mundo de proteína animal para consumo humano ha ido creciendo interminablemente en los últimos treinta años, por ello la carne de pollos de engorde ha cuadruplicado su crecimiento y producción desde hace algunos años, ya que su carne es un gran fuente de proteína de calidad, que posee un buen precio, y se obtiene en un corto tiempo además de darse en pequeños espacios (Rivas y Salazar 2018).

Debido a la alta demanda y producción de soya en Latinoamérica, generalmente no se alcanza a satisfacer la gran demanda que existe para la creciente población humana y animal, y se tiene que importar de otros países a mayores precios. Existe pocas investigaciones con la finalidad de encontrar buscar alternativas que provean proteínas de alta calidad, a mejores precios (Avalos 2014).

A pesar de los conocimientos que se tienen sobre algunas materias primas, generalmente cuando se trata de fuentes proteicas, el contenido de proteína en la dieta de pollos de engorde en muchas ocasiones no es el que corresponde o el más adecuado, debido a este problemas, a veces se intenta satisfacer o suplir esa proporción de contenido de proteína por materias primas que proveen fuentes energéticas, pero esto, genera como resultado una deficiencia en la productividad, y a una baja calidad de la proteína (Campadabal 2014).

Ramos (2018) menciona que, en el proceso de alimentación de pollos Broiler, es importante incorporar materia prima proveniente de las leguminosas, ya que están son ricas fuentes de proteína y energía, además de ser rentables, ya que permiten abaratar costos de producción, ya que obtener suele ser por menores precios y a pesar de ello su composición es bastante balanceada. Además, el incorporar mayores porcentajes de contenido proteico, ayuda a elevar el nivel de masa muscular, y hasta otorga mayor suavidad a la carne, además de mejorar su digestibilidad.

Debido al incremento en el consumo de aves y a la escasez o altos costos de la soya en alimentos balanceados, además del desconocimiento acerca de los valores nutricionales que tienen las harinas de granos de leguminosas, han provocado que los avicultores vean a la explotación de los pollos de engorde como una labor no rentable (Henao y Barreto 2016).

## IV. JUSTIFICACIÓN

Dado el constante crecimiento y a la demanda de alimentos más saludables, se buscan alternativas que puedan solventar las insuficiencias que existen en la población. Es muy notable como los modelos pecuarios de producción animal se han visto comprometidos debido a la competencia que existe por recursos alimenticios que el hombre consume. Esto genera la necesidad de caracterizar nuevos alimentos con potencial para su uso en la alimentación animal (Henao y Barreto 2016).

Es importante aprovechar la adaptación que tiene el cultivo de frejol de palo en regiones tropicales, siendo el litoral ecuatoriano una región que satisface esos requerimientos climáticos y edáficos. Los granos de este cultivo poseen características nutricionales, que vendrían a ser una alternativa, que respondería a la necesidad de los productores para disminuir los costos en base a los insumos para la fabricación de balanceados (Carvajal-Tapia *et al.* 2016).

Debido a los pocos estudios existentes sobre el potencial que tiene la proteína presente en estas semillas de frejol de palo (Gaviria-Acosta *et al.* 2015), se pretende buscar fuentes alternativas para la alimentación de los pollos de engorde y que cumplan con las composiciones nutricionales que necesiten para su desarrollo. Es por esta razón que surge la necesidad de realizar nuevas alternativas alimentarias para los pollos de engorde, como lo es el uso de harina de frejol de palo. Por lo tanto, esta investigación tiene como finalidad de abaratar costos tomando en consideración que no altere las funciones digestivas de las aves.

## V. HIPÓTESIS

El uso de la harina de frejol de palo (*C. cajan*) como sustituto de la soya en la dieta de pollos de engorde, reflejará resultados positivos sobre los parámetros productivos de las aves.

## **VI. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la harina de frejol de palo (*C. cajan*) como fuente de proteína para sustituir la soya en la alimentación de pollos de engorde.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Probar diferentes porcentajes de harina frejol de palo en la alimentación de pollos de engorde.
- Establecer el porcentaje óptimo de harina de frejol de palo como sustituto de la soya en la alimentación de pollos de engorde.
- Realizar una estimación económica de los tratamientos en estudio.

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1. UBICACIÓN

Este estudio se realizó a inicios del mes de abril del 2021 en la finca experimental Los Bajos del pechiche, del cantón Montecristi, provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas: Latitud 1°05'09.2" Sur, Longitud 80°40'59.6" Oeste y Altitud 200 msnm (Dices.net 2021).



**Figura 1.** Imagen geográfica del lugar de investigación

**Fuente:** Google earth 2021

### 7.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

Se caracteriza por tener un clima tropical seco influenciado por la corriente Humboldt y la Corriente del Niño y por la Cordillera de los Cerros de Montecristi hay dos estaciones climáticas (Mera 2014); presentando en el mes de agosto menores valores de temperatura y más altos en los meses correspondientes a enero y febrero (Vélez 2018).

**Tabla 9.** Datos edafoclimáticos de Los Bajos, Montecristi

Parámetros	Promedio
Precipitación media anual	375-440 mm
Humedad relativa	75-83%
Temperatura media anual	25,1°C.
Heliofanía anual	1000 (Horas sol)
Topografía	Irregular
Textura del suelo	Arcilloso
Altitud	300 m.s.n.m

**Fuente:** (PDOT 2016 ; INAMHI 2016)

**Elaborado por:** (Aguayo y Franco 2021)

### 7.3. FACTORES EN ESTUDIO

- Dosificaciones de harina de frejol de palo en ración para pollos de engorde

### 7.4. TRATAMIENTOS

En el cuadro 2 se presentan los tratamientos del presente estudio del uso de harina de frejol de palo como sustituto de la soya en ración para pollos de engorde.

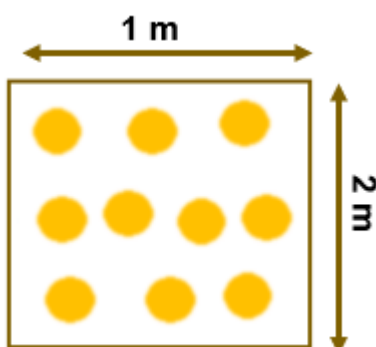
**Tabla 10.** Descripción de los tratamientos que se utilizarán en la investigación

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	
	% Harina de frejol de palo	% Soya
T1	20 %	10%
T2	15 %	15%
T3	10 %	20%
T0 (testigo)	0%	30%

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

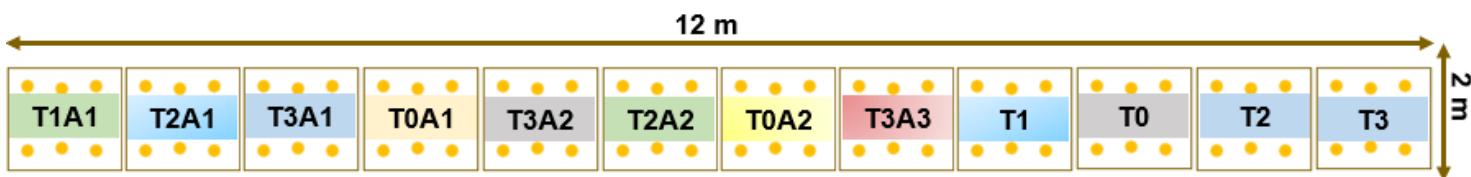
### 7.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la investigación se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con tres repeticiones por cada tratamiento, se empleará un diseño factorial 4x3. Se contará con 12 unidades experimentales, cada unidad tendrá 1 m x 2 m en total 2 m<sup>2</sup> en cada cuartel, en las cuales se contarán con 10 pollos cada una con un total de 120 pollos y un área total de 24 m<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Croquis de unidad experimental

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)



**Figura 3.** Croquis de campo

*Elaborado por:* (Delgado y Franco 2021)

### 7.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas Post Hoc de rango múltiple de Tuckey con un nivel de confianza al 95%. El total de los datos serán analizados por duplicado y los resultados se procesarán en el programa Infostat.

**Tabla 11.** Esquema de análisis de varianza (ANOVA)

Fuente de variación		G. L
<b>Total</b>	$(t \cdot r - 1)$	11
<b>Tratamientos</b>	$(t - 1)$	3
<b>Repetición</b>	$r - 1$	2
<b>Error experimental</b>	$(t - 1)(r - 1)$	6

*Elaborado por:* (Delgado y Franco 2021)

### 7.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Este análisis determinó la exactitud del experimento, se debe tener en cuenta la siguiente fórmula para su realización:

$$CV = \frac{\sqrt{CM\ ERROR}}{\bar{X}} * 100$$

## **7.8. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS**

Se estimaron los costos que generó cada uno de los tratamientos en estudio, usando harina de frejol de palo como sustituto de la soya en ración para pollos de engorde.

## **7.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **7.9.1. Instalación del galpón**

Se construyó y remodeló el galpón para la instalación de los tratamientos en estudio. Para la cría de pollos Broiler, las paredes del galpón se cubrieron con láminas y malla plástica, en un espacio de 24 m<sup>2</sup>. Se colocaron 12 focos de 100 vatios uno en cada cuartel para otorgarles la temperatura necesaria, además, se colocaron doce comederos y bebederos uno por cuartel, y la cama fue cubierta con viruta de madera de 5cm de espesor.

### **7.9.2. Desinfección del galpón**

Se realizó la desinfección del galpón con amonio cuaternario y formol, además se utilizó ultrametrin para eliminar restos de ácaros, se colocó un pediluvio de Cal en la entrada del galpón, luego del sorteo de los tratamientos, se ubicaron en el galpón los pollos en sus respectivos tratamientos y repeticiones.

### **7.9.3. Control de parámetros fisiológicos de los pollos**

En el momento de llegada y recepción de los pollitos BB a las instalaciones se procederá a controlar sus características fisiológicas (buena hidratación, ojos brillantes, ombligo bien cicatrizado, entre otros), con la finalidad de obtener resultados de la investigación más confiables.



#### **7.9.4. Vacunación**

Se usó el calendario de vacunación convencional, llevándose a cabo de la siguiente manera; al día 7 se colocó la vacuna New Castle-Gumboro, al día 14 se revacunó con la vacuna Gumboro y al día 21 se revacunó con New Castle.

#### **7.9.5. Obtención de la harina de frejol de palo**

El frejol de palo se consiguió en el sector de estancia vieja (vía Portoviejo-Santa Ana) en una casa de comercial de insumos agrícolas y pecuarios.

Para la obtención de la harina se procedió a tostar las semillas en un horno a gas en el cual se colocaron en las bandejas metálicas e íbamos viendo cada 20 minutos hasta lograr que el color del frijol de torne más rojizo lo cual indicaba que estaba ya listo para pasar a la moladora de granos. Para esto se dejó tostar alrededor de 45 minutos a 1 hora a una temperatura aproximada a 140°C. Posteriormente se trasladó a la máquina moladora de granos en la cual se usó una criba de 3mm para el pollo de etapa inicial y una de 5mm para la etapa de engorde.

#### **7.9.6. Alimentación de las aves**

Se procedió a preparar el alimento balanceado para cada tratamiento utilizando maíz, soya, carbonato, fosfato, aceite, sal, núcleo y adicionando los porcentajes de harina de frejol de palo en cada tratamiento correspondiente.

### **7.10. PARÁMETROS A EVALUAR**

#### **➤ Peso inicial y semanal**

Se realizó la toma del peso de los pollos desde el primer día de edad, los cuales serán registrados en gramos en la respectiva ficha de campo. Se colocó alimento suficiente diariamente y se tomarán los pesos de cada tratamiento en estudio semanalmente. Se utilizó una balanza y se llenó el respectivo registro.

Para el registro se utilizó la fórmula aplicada por Briones y López (2018), la cual se observa a continuación:

$$\text{Peso promedio acumulado (g)} = \frac{\text{Peso total de la observación (g)}}{\text{Número de animales observados}}$$

➤ **Ganancia de peso**

Se calculó cada semana de acuerdo al peso del animal en peso vivo, para lo cual se utilizó la fórmula aplicada por Chihuan (2021), la cual se observa a continuación:

$$GP = PF (g) - PI (g)$$

**Dónde:**

GP= Ganancia de peso

PF= Peso final

PI= Peso inicial

➤ **Consumo de alimento**

Para esta variable en estudio se procedió a pesar el alimento restante del día anterior en horas de la mañana antes de alimentar nuevamente, de esa manera se obtuvieron los resultados exactos semanalmente, se utilizó la fórmula aplicada por Briones y López (2018), la cual se observa a continuación:

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Promedio de kg de alimento diario}}{\text{Número de aves promedio}}$$

### ➤ **Consumo de agua**

Para esta variable en estudio se procedió a sumar el agua consumida por cada tratamiento en estudio para obtener promedios semanales de consumo de agua y al final determinar la cantidad consumida en litros, se presenta a continuación la fórmula elaborada y aplicada por los autores del presente estudio

$$\text{Consumo de agua} = \frac{\text{Promedio de Litros de agua diario}}{\text{Número de aves promedio}}$$

### ➤ **Conversión alimenticia**

Para la conversión alimenticia se utilizó la fórmula aplicada por Chihuan (2021), la cual se observa a continuación:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

### ➤ **Temperatura ambiental**

Se calculó con un termómetro ambiental, durante las primeras horas de la mañana y durante el mediodía. Se tomaron los datos dos veces al día, se obtuvieron promedios semanales, al inicio, durante y al final de la investigación, siendo elaborada por los autores del presente estudio, se presenta a continuación la fórmula aplicada:

$$\text{Temperatura ambiental} = \frac{\text{Suma de datos tomados}}{\text{Número total de datos}}$$

### ➤ **Mortalidad**

Se calculó la mortalidad según el número de pollos muertos dividido para el número de pollos con los que se inició en el galpón, se multiplicó para 100, para ello se

utilizó la fórmula aplicada por Briones y López (2018), la cual se observa a continuación:

$$Mortalidad (\%) = \frac{\text{Número de aves muertas}}{\text{Número de aves vivas}} \times 100$$

➤ **Rendimiento en la canal**

El rendimiento del canal se determinó al final de la presente investigación, en base a los datos promedio del peso de los pollos por cada tratamiento en estudio antes y después de su faenamiento, para esta variable se pesó el pollo eviscerado, para lo cual se utilizó la fórmula aplicada por Chihuan (2021), la cual se observa a continuación:

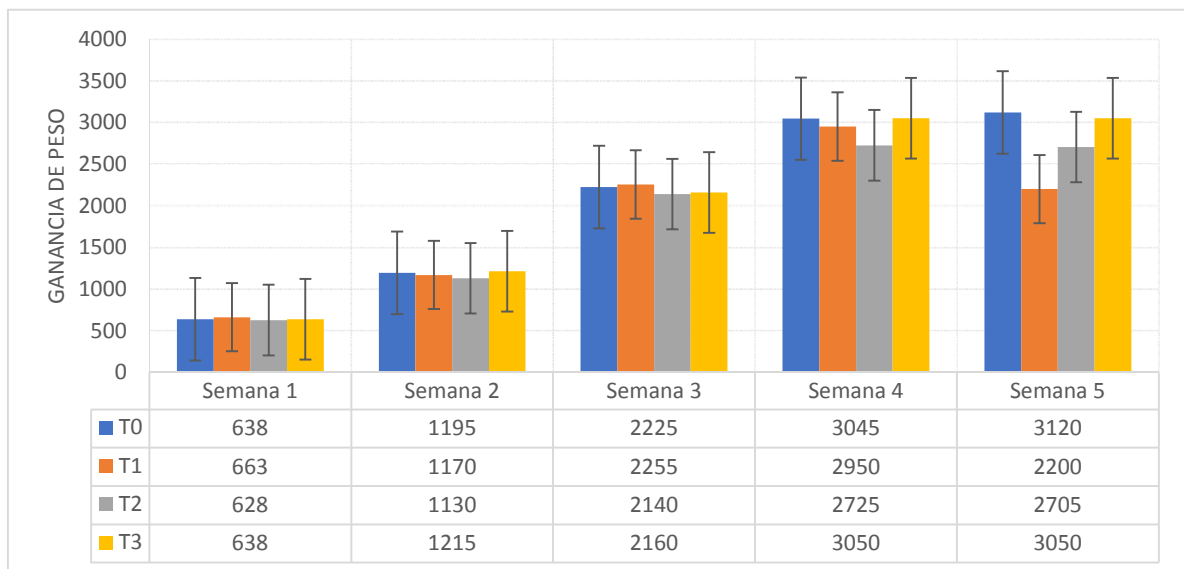
$$Peso de la canal (\%) = \frac{\text{Peso del ave eviscerada}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

## VIII. RESULTADOS

- **Ganancia de peso**

La ganancia de peso se observa en el gráfico 1. En la semana 1 no se observa diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos; de igual manera las semanas 2, 3 y 4 tampoco demostraron diferencias estadísticas. La semana 5 presento variación estadística con diferencias, el tratamiento T0 es estadísticamente igual al T3, el tratamiento T2 tiene similitud con los obtenido con el tratamiento T1.

**Gráfico 1.** Evaluación de ganancia de peso



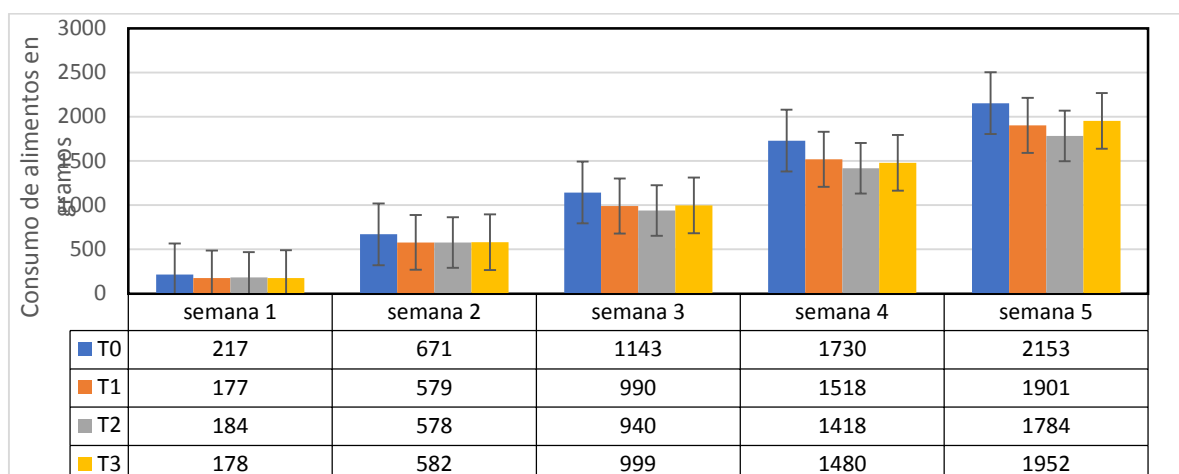
**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

Podemos observar que el tratamiento T0 y T3 presentaron la mayor cantidad de peso en el presente estudio mientras que el tratamiento T1 presentó una disminución considerable del mismo. Tapia *et al.*, (2016) realizó un estudio similar en el cual también se observó diferencia significativa en pollos y que las diferencias de la ganancia de peso están relacionadas a la fuente proteica de la soya, por otro lado, Solís-Barros *et al.*, (2017) presentó pesos de hasta 3250 gramos, siendo similares a los de este estudio.

- **Consumo de alimento**

Como se observa en el grafico 2 hay una diferencia significativa entre el T0 ( $p < 0,05$ ) y el resto de tratamientos los cuales no presentaron diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre sí siendo el T0 el que mayor consumo de alimento presento en la semana 1, 2, 3. En la semana 4 de estudio los tratamientos T3 y T1 fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) al tratamiento T2 y a su vez fueron iguales a nivel estadístico frente al tratamiento T0, en la semana 5 los resultados demostraron que no había diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los 4 tratamientos en estudio.

**Gráfico 2.** Evaluación del consumo de alimentos

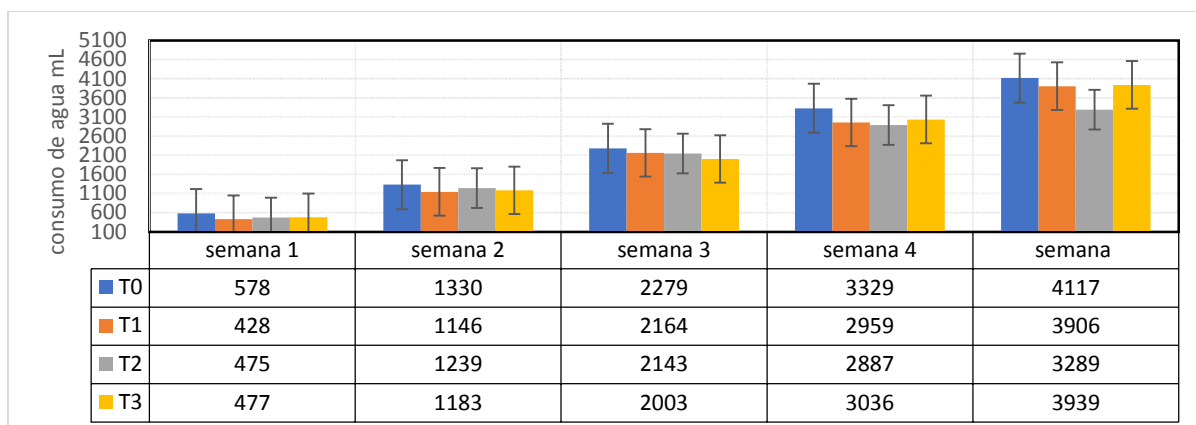


**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

- **Consumo de agua**

El consumo de agua reflejado en el grafico 3 no presenta una diferencia ( $p < 0,05$ ) durante las 3 primeras semanas dando como resultado que el consumo de agua durante este tiempo fue igual en todos los tratamientos a nivel estadístico; la semana 4 el tratamiento T2, T1 y T3 presentaron igualdad a nivel estadístico a su vez el tratamiento T1 y T3 fueron iguales al tratamiento T0, este último es diferente al tratamiento T2.

**Gráfico 3. Consumo de agua**

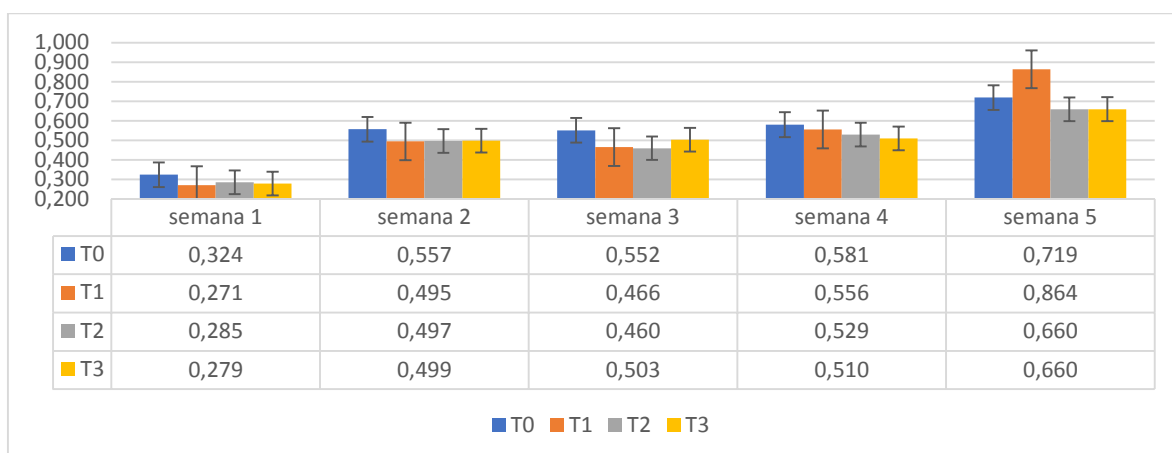


**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

- **Conversión alimenticia**

El gráfico 4 muestra los resultados de la conversión alimenticia, los tratamientos T3, T1 y T2 no presentaron diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) siendo estos diferentes del tratamiento T0 en la semana 1, 2 y 3; la semana 4 los tratamientos T2, T3 y T1 no presentan diferencia estadística, los tratamientos T3 y T1 a su vez son iguales al tratamiento T0 al cual es indiferente del T2. La semana 5 el tratamiento 1 presentó una pequeña diferencia significativa en la conversión alimenticia (0,864 g) a diferencia de los otros tratamientos.

**Gráfico 4. Conversión alimenticia**

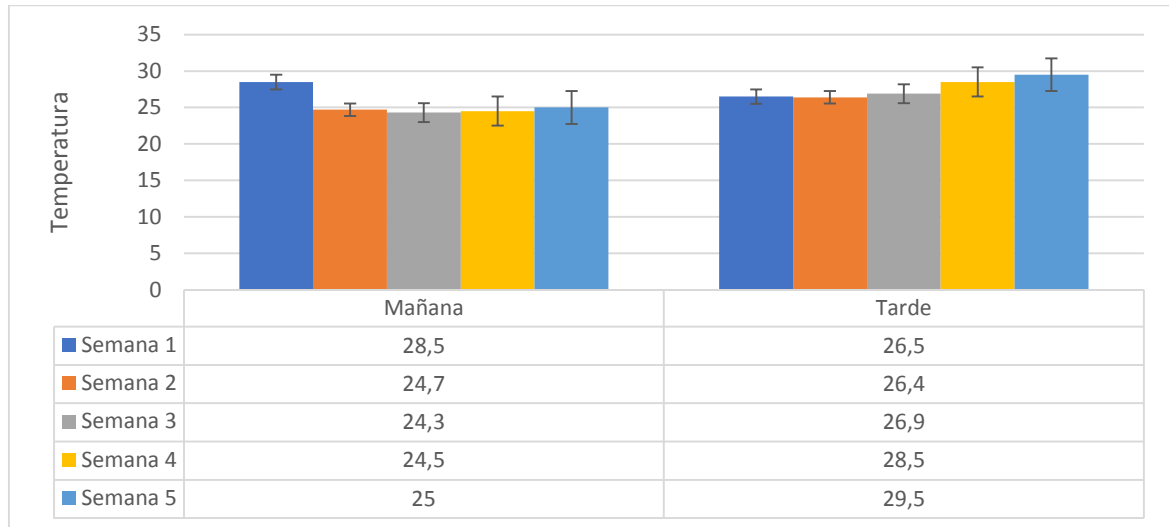


**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

- **Temperatura ambiental**

La temperatura ambiental se presenta en el gráfico 5, las variaciones de temperatura que se encuentra fueron de 24,3 °C, siendo esta la más baja registrada mientras que la más alta observada fue de 29,5 °C

**Gráfico 5.** Registro de temperatura



**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

- **Mortalidad**

En el presente estudio no se observó presencia de mortalidad puesto que todos los sujetos de estudios sobrevivieron hasta el momento del faenamiento.

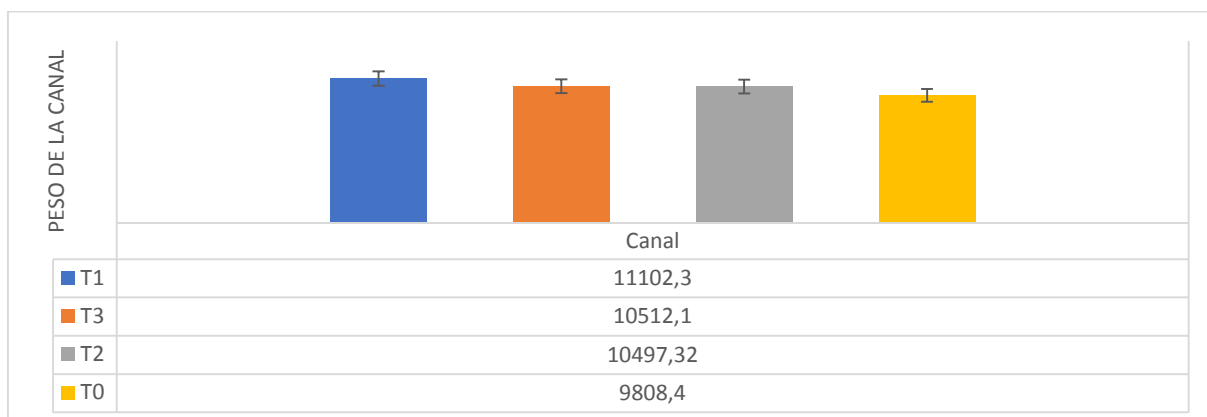
- **Rendimiento en la canal**

El gráfico 6 se refleja el rendimiento de la canal de los tratamientos evaluados, el tratamiento T0 fue el que presentó menor peso (9808,4 g) en relación al resto de tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (10497,32 g) T3 (10512,1 g) y T1 (11102,3 g) siendo este último el que más peso presentó. Todos los tratamientos presentaron diferencia estadística entre ellos, Chihuan (2021) afirma que la



ganancia de peso está relacionada con la dieta y composición del alimento, puesto que este puede aumentar el peso en el hígado, páncreas o grasa abdominal.

**Gráfico 6. Peso de canal**



**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

### • ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS TRATAMIENTOS

En la tabla 12 se presentan los costos representados en USD, que generaron cada uno de los tratamientos en estudio, usando harina de frejol de palo como sustituto de la soya en ración para pollos de engorde. No existe diferencia significativa entre los tratamientos en base a costos, sin embargo, el T1 presentó menores valores (\$191,58) a comparación con los demás tratamientos, siendo el testigo el que presentó un mayor valor (\$193,17), pero de poca significancia.

**Tabla 12. Estimación económica por cada tratamiento**

Detalle	T1	T2	T3	T0 (Testigo)
Precio pollo bb	22,5	22,5	22,5	22,5
Materiales utilizados galpón	90	90	90	90
Vacunas	3,5	3,5	3,5	3,5
Costo alimentación	75,58	75,94	76,34	77,17
<b>TOTAL/EGRESOS</b>	<b>191,58</b>	<b>191,94</b>	<b>192,34</b>	<b>193,17</b>

**Elaborado por:** (Delgado y Franco 2021)

## IX. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye lo siguiente:

- La inclusión del 20% de harina de frejol de palo presentó una pequeña diferencia significativa en la conversión alimenticia (0,864 g) a diferencia de los otros tratamientos, en última semana de las aves, mejorando la fase de finalización, además el T1(20%) presentó un mejor peso de canal (11101,3 g) siendo el mejor tratamiento en aquellos parámetros productivos.
- Inclusiones de 15 y 10% de harina de frejol de palo en dietas de pollos de engorde no mostraron diferencia significativa en los resultados, sin embargo, se determinó que con el T3(10%) se mantuvo un mayor consumo de agua y alimento, así como mejor ganancia de peso al igual que el t0(testigo) demostrando baja palatabilidad la harina.
- Los tratamientos no tuvieron diferencia significativa con respecto a la estimación de los costos, sin embargo, el T1 presentó menores valores (\$191,58) a comparación con los demás tratamientos, siendo el testigo el que presentó un mayor valor (\$193,17), sin embargo, no fueron muy diferentes entre sí.

## X. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda lo siguiente:

- Se deben realizar análisis sobre la relación que existe entre el peso de la canal y el consumo de alimento de las aves en relación a las dosis o porcentajes utilizados en las formulaciones para nuevos alimentos balanceados.
- Antes de realizar un trabajo de producción animal, verificar la materia prima y la granulometría del pellet a utilizar de acuerdo a la especie para que ésta no sea una variable que afecte a los parámetros productivos
- Se deben realizar mayor cantidad de estudios sobre la composición química y aporte nutricional de la harina de frejol de palo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, G. 2019. Optimización del proceso y caracterización físico química de aislado proteico de frijol de palo (*Cajanus cajan* L. (en línea). Tesis. Ing. agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú. 25 p. Consultado 20 de jun. 2021. Disponible en [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3340/FIAI - Gabriela del Pilar Aliaga Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3340/FIAI-Gabriela%20del%20Pilar%20Aliaga%20Flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Alonso, L; Rey, A; Fallas, A. 2016. El gandul (*Cajanus cajan*) una excelente alternativa para Sistemas Agrosilvopastoriles (en línea). Repertorio Científico 19(2):135-143. Consultado 20 de jun. 2021. Disponible en <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2444>.
- Alvarez, S; Zimeri, A. 2018. Comparación de pollos de engorde: Híbridos Ross®(308), Cobb® CS (744), y Cobb®(500). Tesis. Ing. Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 17 p.
- Andrade, V; Toalombo, P; Andrade, S; Lima, R. 2017. Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. Revista Electrónica de Veterinaria 18(2):1-8.
- Aro, J; Calsin, M. 2019. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), cebada (*Hordeum vulgare* L.) maiz (*Zea mays* L.), haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr) por proceso de cocción-extrusión (en línea). Altoandinas, Revista De Investigaciones 21(2):293-303. Consultado 28 de jun. 2021. Consultado 20 de jun. 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v21n4/a07v21n4.pdf>.
- Astaíza, J; Benavides, C; Chaves, C; Pascuaza, D; Pascuaza, Ó. 2015. Estado de bioseguridad en criaderos de gallos de pelea (*Gallus gallus*) en Yacuanquer, Nariño, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria (30):37.
- Avalos, G. 2014. Efecto de diferentes niveles de *Plukenetia volubilis* L. (*Sacha inchi*) en el engorde de Broilers (en línea).Tesis. Ing. agropecuario. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 34 p. Consultado 20 de jun. 2021. Consultado 25 de jun. 2021. Disponible en <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/4290>.
- Balarezo, E. 2020. Degradabilidad y cinética Ruminal In Vitro de residuos agroindustriales provenientes de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), Frejol Gandul (*Cajanus cajan*), Maracuyá (*Passiflora edulis*), Lodo de palma (*Elaeis guineensis*), usadas en la alimentación de rum (en línea). Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. EC. 19-

25 p. Consultado 25 de jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5311/1/T-UTEQ-0093.PDF>.

Banchón, K. 2021. Desarrollo de nuggets de soya ( *Glycine max* ) con pulpa de remolacha ( *Beta vulgaris* ) para el aprovechamiento de materias primas (en línea). Tesis. Ing. Agroindustrial. Universidad agraria del Ecuador. 28 p. Consultado 25 de jun. 2021. Disponible en [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BANCHON GARCIA KELLY MICHELLE.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BANCHON_GARCIA_KELLY_MICHELLE.pdf).

Bernal, J. (2021). Manual De Protocolos Para La Granja Proandes Fundamentado En Buenas Prácticas Avícolas. Bucaramanga, Colombia.

Bueno, D; López, N; Rodríguez, F; Procura, F. 2016. Producción de pollos parrilleros en países sudamericanos y planes sanitarios nacionales para el control de Salmonella en dichos animales. Revista agronómica del noroeste argentino 36(2):11-37.

Briones-Loor, S; López-Chávez, R. 2018. Efecto del extracto acuoso de ajo (*Allium sativum* L) sobre parámetros productivos en la cría de pollos cobb 500 (en línea). Disponible en [http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/854#:~:text=Se%20concluye%20que%20el%20uso,%3E0.05\)%20sobre%20par%3%A1metros%20productivos..](http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/854#:~:text=Se%20concluye%20que%20el%20uso,%3E0.05)%20sobre%20par%3%A1metros%20productivos..)

Cajas, D. 2015. Inclusión de tres dosis de harina de Gandul (*Cajanus cajan*) en el engorde de pollos broiler en el recinto El Vergel, Cantón valencia (en línea). 22 p. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/476/1/T-UTEQ-0002.pdf>.

Campadabal, H. 2014. Evaluación de fuentes de proteína en la alimentación de pollos de engorde (en línea). Agronomía Costarricense 9(1):41-46. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en <http://www.sidalc/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CIAGRO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=013600>.

Campoverde, N; Salazar, G. 2018. Estudio y plan de difusión del fréjol gandul (*Cajanus cajan*) y sus propuestas en aplicaciones culinarias (en línea). Tesis. Lic. Gastronomía. Universidad de Guayaquil. EC. 8 p. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35920/1/CAMPOVERDE CRUZ - SALAZAR REYES TESIS ESTUDIO Y DIFUSION DEL.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35920/1/CAMPOVERDE_CRUZ - SALAZAR REYES TESIS ESTUDIO Y DIFUSION DEL.pdf).

Campozaño, G; Hurtado, E; Chavéz, F; Pérez, A; García, J; Garzón, R. 2020. Respuesta productiva en pollos de engorde Essential Oil from Oregano (

*Origanum vulgare* L.) and Sex as Productive Response Factors of Broilers. Revista de manejo y alimentación 33(1).

- Carvajal-Tapia, J; Martínez-Mamian, C; Truque-Ruiz, N. 2016. Digestibilidad de la harina de Guandul (*Cajanus Cajan*) en alimentación de pollos de engorde. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 14(1):87-94. DOI: [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)87-94](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)87-94).
- Castillo-Gómez, C; Narvaéz-Solarte, W; Hahn-von-Hessberg, C. 2016. Agromorfología y uso del *Cajanus cajan* (en línea). 20(1):52-62. Consultado 29 de jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.17151/bccm.2016.20.1.5>.
- Castillo, D. 2017. Pollos de cuello desnudo, alimentados con harina de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) germinado. (en línea). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 22 p. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2463/1/T-UTEQ-0072.pdf>.
- Castro, K. 2014. Evaluación Del Comportamiento Del Pollo Broiler Durante El Proceso Productivo, Alimentado Con Harina De Camarón a Diferentes Niveles (7, 14, 21 Y 28%) En Sustitución Parcial De La Torta De Soya Como Fuente De Proteína En La Formulación De Balanceado. Tesis. Ing. Agropecuaria. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. EC. 1-67 p.
- Chambilla, E. 2012. Efecto de tres niveles de harina de semilla de Gandul (*Cajanus cajan*) en el crecimiento de pollos parrilleros de la línea Ross 308 en el cantón Santa Fe de la provincia Caranavai (en línea). Tesis, Ing, agronomo. Universidad mayor de san andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería agronómica, La Paz, Bolivia. 79 p. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4339/T-1771.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Chihuan, R. 2021. Inclusión de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) precocido en la alimentación de pollos criollos mejorados, en Tingo María. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú. 39 p.
- Cobbcares. 2018. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500 (en línea). p. 9. Disponible en <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>.
- Córdova, R. 2016. Estudio del frijol gandul (*Cajanus cajan*) como fuente de proteína en la alimentación de la codorniza (*Coturnix coturnix*) (en línea). s.l., Tesis. Ing. agropecuario. Universidad estatal del sur de manabí. Manabí, EC. 61 p. Consultado 29 de jun. 2021. Disponible en

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/690/1/UNESUM.ECU-AGROPE-2017-04.pdf>.

Dices.net. 2021. Ubicación geográfica de Los Bajos de Pechiche (en línea, sitio web). Consultado 14 jul. 2021. Disponible en <https://mapasamerica.dices.net/ecuador/mapa.php?nombre=Manta&id=16150>.

Espinal, M; Spragge, S. 2015. Evaluación de la productividad y características de la canal de los pollos de las líneas Cobb, Arbor Acres Plus y Hubbard a los 32 días de edad. Tesis. Ing Agrónomo en Grado de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 8-27 p.

Falconi, I; Tandazo, N; Mora, M; López, F. 2017. Evaluación agronómica de materiales de soya (*Glycine max.* (L) Merrill) de hiliun claro (en línea). Revista científica de investigación actualización del mundo de las ciencias, Reciamuc 1(4):850-860. Consultado 29 de jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.26820/reciamuc/1.4.2017.850-860>.

Farfán, C; Verde, M; Sequera, A; Machado, I; Requena, F. 2015. Efecto de la granulometría del alimento sobre la productividad, proporción de órganos e integridad intestinal de los pollos de engorde en finalización. Mundo Pecuario (1):6-14.

Fuentes, M; Rodríguez, J; Reyes, J. 2017. Galleta de soya (*Glycine max*) y coco (*Cocos nucifera*) como fuente de proteína y fibra (en línea). s.l., s.e. p. 177-189. Consultado 12 de jul. 2021. Disponible en <http://ciisc.mx/wp-content/uploads/2017/10/Perspectivas-contemporáneas-desde-la-investigación-en-ciencias-sociales.pdf#page=195>.

Gaviria-Acosta, E; Benítez-Benítez, R; Lenis, L; Hoyos-Concha, J. 2015. Optimización de la hidrólisis enzimática de proteínas presentes en semillas de guandul (*Cajanus cajan*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 13(2):114-122.

Guerra, E; Calvet, S; López, A; Estellés, F. 2016. El diseño de las instalaciones de pollos de carne y su influencia en las condiciones de confort de los animales. ITEA Información Técnica Económica Agraria 112(4):405-420. DOI: <https://doi.org/10.12706/itea.2016.025>.

Henao, J; Barreto, O. 2016. Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). Revista de Investigación Agraria y Ambiental 7(1):83. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.1544>.

Herrera, G; Díaz, C; Macías, V; Solís, B; Muñoz, R. 2016. Comportamiento

productivo de pollos que se alimentaron con granos tostados de *Cajanus cajan*. Archivos de Zootecnia 65(250):235-239. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v65i250.494>.

Hidalgo-Sánchez, M; González-Hernández, V; Mendoza-Onofre, L; Cruz-Huerta, N; Ramírez-Ramírez, I. 2020. Desempeño de arquetipos de maíz (*Zea mays* L.) en dos densidades de población (en línea). Agrociencia 54(4):491-504. Consultado 12 de jul. 2021. Disponible en <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=1cbf95e5-518d-40c7-9ba2-d32a19f7c5db%40pdc-v-sessmgr02>.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2016). Boletín climatológico anual del Ecuador, 2015 (en línea). Ecuador. Consultado 12 de jul. 2021. Disponible en [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_anu.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf).

Jiménez, C. 2014. Grupo focal sobre el desarrollo de productos innovadores a base de frijol gandul (*Cajanus cajan*) en la Cuenca del Río Peñas Blancas de Costa Rica. Cuadernos de investigación UNED 5(2):319-323.

López-Hidalgo, H; Martínez-González, J; Balseca-Guzmán, D; Gusqui-Vilema, L; Cienfuegos-Rivas, E. 2018. Crecimiento inicial de dos variedades de gandul (*Cajanus cajan*) en el trópico de Ecuador. Abanico Veterinario 8(2):33-46.

Luzón, S. 2018. Uso de harina de sangre de camal para fórmulas balanceadas de pollos de engorde en la granja Santa Inés (en línea). Tesis. Médico veterinario y zootecnista. UTMACH. 35 p. Consultado 12 de jul. 2021. Disponible en [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12422/1/DE00008\\_T\\_RABAJODETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12422/1/DE00008_T_RABAJODETITULACION.pdf).

Marquínez, S. 2018. Evaluación de dos biopesticidas y dos insecticidas de síntesis para el control de *Melanagromyza obtusa* Malloch en Gandul en el Chota-Ecuador (en línea). Tesis. Ing. Agropecuario. Universidad de las Fuerzas Armadas. EC. 32 p. Consultado 12 de jul. 2021. Disponible en [http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14540/1/T-IASA\\_I-005446.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14540/1/T-IASA_I-005446.pdf).

Martínez, M; Palacios, I; Medina, H. 2016. Composición química del grano de maíz (*Zea mays*) Chococito del municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. (en línea). Revistas de investigación Agraria y ambiental 7(1). Consultado 22 jul. 2021. Disponible en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/download/1619/19>



46?inline=1.

- Mederos-Ramirez, A; Ortiz-Pérez, R. 2021. Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) (en línea). Cultivos Tropicales 42(1):1-18. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v42n1/1819-4087-ctr-42-01-e10.pdf>.
- Mera, I. 2014. Estudio de la calidad del agua de pozos de la comuna Los Bajos e incidencia por consumo en la salud de sus habitantes (en línea). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 53 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1406/1/ULEAM-POSG-GA-0030.pdf>.
- Mite, R. 2018. Estudio de factibilidad para la elaboración de una pasta dulce a base de frejol de palo (*Cajanus cajan*) en el cantón 24 de mayo de la provincia de Manabi. (en línea). Tesis. Lic. Gastrónomo. Universidad de Guayaquil. EC. 32 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35950/1/TESIS\\_Gs\\_317\\_elaborac\\_pasta\\_dulce\\_base\\_frejol\\_palo.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35950/1/TESIS_Gs_317_elaborac_pasta_dulce_base_frejol_palo.pdf).
- Morán, I; Mejía, A; Beltrán, F. 2019. Industrialización del cultivo de soya (en línea). Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/industrializacion-cultivo-soya.html>.
- Morán, P. 2016. Evaluación de la aplicación de un Bioestimulante y tres dosis de fertilización edáfica en el cultivo de Frejol de palo (en línea). 21 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en [https://www.mendeley.com/catalogue/3497b36a-d9a5-3fce-a21e-78f3a3ee803e/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.19.8&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7Bd78c06b1-d550-4058-a11c-cf81a2a4ddd5%7D](https://www.mendeley.com/catalogue/3497b36a-d9a5-3fce-a21e-78f3a3ee803e/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Bd78c06b1-d550-4058-a11c-cf81a2a4ddd5%7D).
- Navarro, C; Restrepo, D; Pérez, J. 2014. El guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos (en línea). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 12(2):197-206. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/348/541>.
- Ojeda, G. 2019. Evaluación bromatológica de dietas, con la inclusión de harina de plátano de rechazo (*Musa paradisiaca*) para pollo broiler en la fase de engorde. Tesis. Ing. Agroindustrial. Universidad Estatal Amazónica. EC.

1-52 p.

- Ortiz, L; Rivasplata, J. 2015. Incremento de la inmunidad y la productividad en pollos de engorde con el uso del hongo *Ganoderma lucidum*, como aditivo en la alimentación en una explotación avícola intensiva. *Pueblo Continente* 26(1):117-143.
- Osuna, J; Sánchez, D. 2015. Evaluación de la productividad en pollos de engorde de la línea Arbor Acres plus® con restricción de alimento desde el día 22 al 30. Tesis. Ing. Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. .
- Parra, P; Herrera, L; Lema, A; Cepeda, C; Martínez, E; Ordóñez, V; González, J; Mendoza, J; Mendieta, N. 2017. Análisis descriptivo de procesos industriales en ingeniería industrial. Editorial. Universidad politecnica salesiana. Quito-Ecuador.
- Peñaherrera, D; Merchán, M; Yáñez, C; Zambrano, J; Racines, M; Sangoquiza, C. 2020. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz de altura (*Zea mays*). Guía de Aprendizaje Nro. 009. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (en línea). Quito, Ecuador., p. 38. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5581>.
- Pérez-Petitón, J; Garcia-Hevia, S; Ramos-Carbajal, G; Hernández-Cuello, G. 2018. Propiedades físico-mecánicas de los granos y vainas de gandul para el diseño de una desgranadora Physical-Mechanical Properties of Pigeon Beans and Pods for the Design of a Sheller Machine (en línea). *Revista Ciencias Técnicas agropecuarias* 27(4):1-10. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://opn.to/a/hYS9y>.
- Pino, P; Zambrano, T; Fierro, A; Zavala, C. 2019. Efecto de la temperatura de deshidratación en la calidad nutricional de las harinas de Quinua (*Chenopodium quinua*), Soya (*Glycine max*) y Chocho (*Lupinus mutabilis*) (en línea). *La ciencia al servicio de la Salud y la nutrición* 10:245-259. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/cssn/article/view/262/223>.
- Pomboza, P; Guerrero, R; Guevara, D; Rivera, V. 2018. Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: caso Tungurahua-Ecuador. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo regional* 28(51):291.
- Ramos, F. 2018. Evaluación de tres fuentes de proteínas (*Cajanus cajan*, *Glycine max*, *Canavalia enciforme*) como alternativa en la alimentación de la fase de acabado en pollos broilers en el cantón Vinces-Ecuador. (en línea). Tesis. Ing. agropecuaria. Universidad de Guayaquil. EC. 23 p. Consultado

22 de jul. 2021. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30974/1/Tesis Final Yessenia Ramos Monserrate.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30974/1/Tesis%20Final%20Yessenia%20Ramos%20Monserate.pdf).

Rivas, F; Salazar, W. 2018. Evaluación de la alimentación de pollos de engordes con recursos endógenos del estado cojedes. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". Revista Agrollanía 15:13-17.

Roman, A. 2021. Inclusión de harina de frijol de palo (*Cajanus cajan*) precocido en la alimentación de pollos criollos mejorados, en Tingo María. Tesis. Ing. zootecnista. Universidad nacional agraria de la selva. Perú. 48 p.

Salas, R; Ordoñez, E; Reátegui, D. 2015. Polifenoles totales y capacidad antioxidante (DPH y ABTS) en cuatro variedades de frejol (en línea). Revista de investigación y Amazonía 5(1 y 2):55-62. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/59>.

Salas, V. 2016. Evaluación del cultivo de frejol de palo (*Cajanus cajan*) variedad enana precoz con cuatro dosis de nitrógeno y dos distancias de siembra (en línea). Facultad de Ciencias agrarias, Universidad de Guayaquil. 32 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10144/1/Salas Valverde Vilma Leonela.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/10144/1/Salas%20Valverde%20Vilma%20Leonela.pdf).

Silva, L; Acosta, J; Martínez, M; Armas, J; López, R; Chafra, A; Ramírez de la Ribera, J. 2018. El efecto de la temperatura del secado en la composición química del grano de soya (en línea). Revista electronica de Veterinaria, REDVET 19(3):1-6. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58743215/ARTICULO-SILVA\\_DELEY-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1627529462&Signature=IJ3wFvaZYPA7gYuL0xbQWcrVgGPNEPh56KgN-YJVRVILHfR9~RSWG31X4dhyL~weafpW5-v4grMz-Whr61zQvNEiuMC6Ap4nXvrn91Ux0MNVm05vyFZ53WOh90cjEiEPTw8i9z~](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58743215/ARTICULO-SILVA_DELEY-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1627529462&Signature=IJ3wFvaZYPA7gYuL0xbQWcrVgGPNEPh56KgN-YJVRVILHfR9~RSWG31X4dhyL~weafpW5-v4grMz-Whr61zQvNEiuMC6Ap4nXvrn91Ux0MNVm05vyFZ53WOh90cjEiEPTw8i9z~).

Simón, M; Golik, S. 2020. Cereales de verano (en línea). Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata. 23-26 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Simon-8/publication/346045854\\_cereales\\_de\\_verano\\_2018/links/5fb83e7f299bf104cf6556e4/cereales-de-verano-2018.pdf#page=10](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Simon-8/publication/346045854_cereales_de_verano_2018/links/5fb83e7f299bf104cf6556e4/cereales-de-verano-2018.pdf#page=10).

Solís-Barros, T., Herrera-Gallo, M., Barrera-Álvarez, A., Macías-Veliz, J., &

- Vásquez-Morán, J. (2017). Pollos cuello desnudo alimentados con harina de *Morus alba* y *Cajanus cajan*. *Ciencia y Tecnología*, 10(2), 41-46.
- Tapia, J. I. C., Mamian, C. A. M., & Ruiz, N. Y. T. (2016). Digestibilidad de la harina de guandúl (*Cajanus cajan*) en alimentación de pollos de engorde. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 14(1), 87-94.
- Tobón, M; Yalí, K; Aristizabal, L. 2020. Caracterización nutricional de diez variedades de maíz y varios usos culinarios en la cocina tradicional de América. Tesis. Liceo Nutrición-Dietética, Universidad Católica de Oriente. 26 p.
- Torres, A; Cova, A; Valera, D. 2018. Efecto del proceso de germinación de granos de *Cajanus cajan* en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral. *Rev Chil Nutr* 45(4):323-330.
- Utrera, Al; Jiménez, KM. 2021. Revaluation of corn chicha in the ethnic cuisine of the salasa-ka people. Tungurahua, Ecuador (en línea). *Universidad y Sociedad* 13(3):418-425. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n3/2218-3620-rus-13-03-418.pdf>.
- Valarezo, A; Iscoa, D. 2015. Efecto de la sustitución de harina de soya por harina de pescado en la dieta fase uno para pollos de engorde de la línea Arbor Acres Plus ® (en línea). Tesis. Ing. agrónomo. Escuela agrícola Panamericana. Honduras. 12 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4644/1/CPA-2015-090.pdf>.
- Valle-mora, A; Donado-Palacio, F; Polo-Rodríguez, L. 2020. Evaluación fisicoquímica del guandul (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) cultivado en Sibarco, Baranoa, Colombia (en línea). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* 7(1):75-83. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/2997/3766>.
- Vargas, O. 2014. *Avicultura, Generalidades de las aves y características importantes*. Machala, Ecuador. 47-134 p.
- Vélez, K. 2018. Uso de probióticos *Bacillus subtilis*, durante la fase de finalización de pollos de engorde. (en línea). Tesis. Ing. agropecuario. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 25 p. Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1966/1/ULEAM-AGRO-0050.pdf>.
- Vera, F; Castro, C; Gutierrez, X; Váscquez, G. 2020. Alternativas agroecológicas para el control y manejo de arvenses en competencia específica con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) (en línea). *Revista Caribeña de Ciencias*

Sociales (2020-06). Consultado 22 de jul. 2021. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe2006arvenses-maiz>.

Villacís, G; Escudero, G; Cueva, F; Luzuriaga, A. 2016. Características Morfométricas de las Gallinas Criollas de Comunidades Rurales del Sur del Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 27(2):218. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11639>.

Villanueva, C; Oliva, A; Rosales, M; Moscoso, C; Torres, A; Eunice, G. 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio. Primera ed. Noruega, s.e. 26-27-28 p.

Yambay, W; Borbor, S. 2018. Evaluación de barras energéticas enriquecidas con Guandul (*Cajanus cajan*) y Amaranto (*Amaranthus caudatus*) (en línea). *Sathiri, Sembrador* 12(2):9. Consultado 22 de jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.100>.

Zambrano, R; Zambrano, J. 2014. Inclusión de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*) en el alimento de pollos de engorde y su efecto en parámetros productivos. 49 p.

## ANEXOS



**Anexo 1.** Semillas de frejol de palo



**Anexo 2.** Insumos para elaboración del alimento balanceado y para instalación del galpón



**Anexo 3.** Núcleo nutricional



**Anexo 4.** Mezcla de los insumos para la elaboración del alimento



**Anexo 5.** Uso de tolva para mezcla de insumos



**Anexo 6.** Instalación de tratamientos en estudio en el galpón





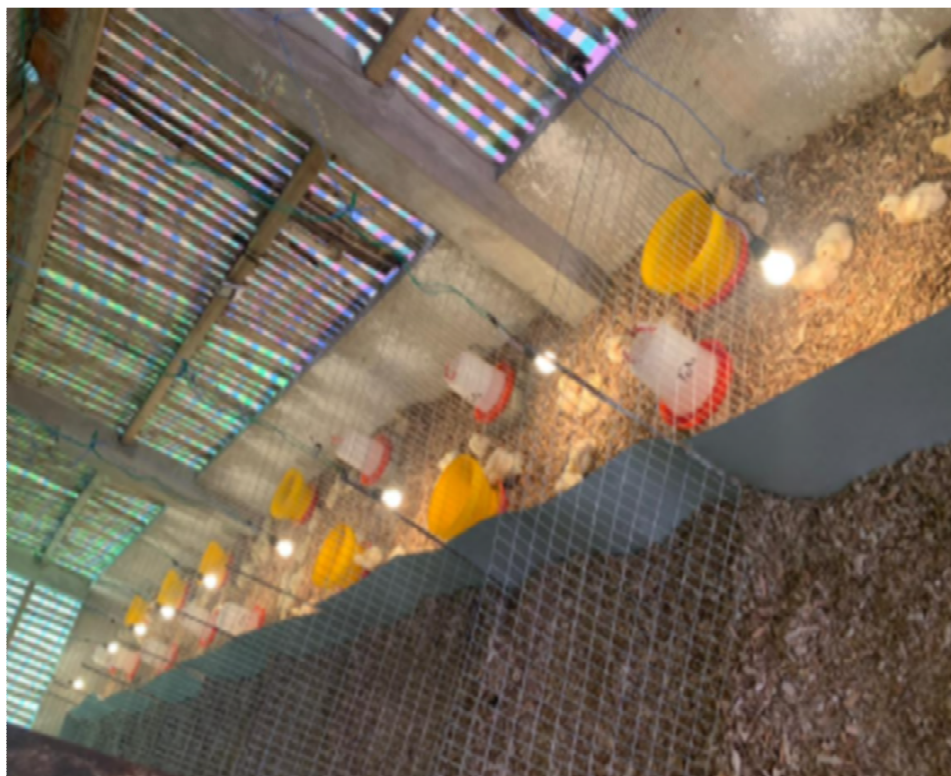
**Anexo 7.** Brindando de alimentación y agua a los pollos



**Anexo 8.** Registro del agua sobrante



**Anexo 9.** Registro del peso del alimento sobrante



**Anexo 10.** Manejo y seguimiento de los pollos



**Anexo 11.** Suministrando luego de preparar el alimento



**Anexo 12.** Remoción de la cama de aserrín de cada tratamiento



**Anexo 13.** Ampliación de cada unidad experimental para mayor comodidad de las aves



**Anexo 14.** Toma de peso de cada tratamiento con sus repeticiones



**Anexo 15.** Faenamiento de los pollos



**Anexo 16.** Limpieza y desviscerado de los pollos

## Anexo 17. Resultados de análisis estadísticos en Infostat de la conversión alimenticia

### semana 1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 semana 1 12 0,77 0,68 5,23

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2563,58	3	854,53	8,77	0,0066
Tratamiento	2563,58	3	854,53	8,77	0,0066
Error	779,33	8	97,42		
Total	3342,92	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,80715

Error: 97,4167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	177,00	3	5,70 A
T1	181,67	3	5,70 A
T2	182,00	3	5,70 A
T0	213,67	3	5,70 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 2

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 semana 2 12 0,72 0,61 5,69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23888,33	3	7962,78	6,85	0,0134
Tratamiento	23888,33	3	7962,78	6,85	0,0134
Error	9303,33	8	1162,92		
Total	33191,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=89,16568

Error: 1162,9167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	563,67	3	19,69 A
T3	574,67	3	19,69 A
T1	585,00	3	19,69 A
T0	676,00	3	19,69 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
 semana 3 12 0,83 0,76 5,07

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	113174,67	3	37724,89	12,90	0,0020
Tratamiento	113174,67	3	37724,89	12,90	0,0020
Error	23390,00	8	2923,75		
Total	136564,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=141,38182

Error: 2923,7500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	980,67	3	31,22 A
T3	1024,00	3	31,22 A
T1	1029,33	3	31,22 A
T0	1231,33	3	31,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### semana 4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 4 12 0,65 0,52 8,08

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	238621,67	3	79540,56	5,00	0,0306
Tratamiento	238621,67	3	79540,56	5,00	0,0306
Error	127258,00	8	15907,25		
Total	365879,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=329,77748

Error: 15907,2500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1400,33	3	72,82 A
T3	1483,33	3	72,82 A B
T1	1585,67	3	72,82 A B
T0	1778,00	3	72,82 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### semana 5

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 5 12 0,42 0,21 7,81

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	143932,67	3	47977,56	1,96	0,1982
Tratamiento	143932,67	3	47977,56	1,96	0,1982
Error	195503,33	8	24437,92		
Total	339436,00	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=408,74789

Error: 24437,9167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1895,33	3	90,26 A
T3	1947,00	3	90,26 A
T1	1978,00	3	90,26 A
T0	2183,67	3	90,26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 18. Resultados de análisis estadísticos en Infostat sobre el consumo de alimento.

#### semana 1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 1 12 0,77 0,68 5,23

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2563,58	3	854,53	8,77	0,0066
Tratamiento	2563,58	3	854,53	8,77	0,0066
Error	779,33	8	97,42		
Total	3342,92	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,80715

Error: 97,4167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	177,00	3	5,70 A
T1	181,67	3	5,70 A
T2	182,00	3	5,70 A
T0	213,67	3	5,70 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## semana 2

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 2 12 0,72 0,61 5,69

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23888,33	3	7962,78	6,85	0,0134
Tratamiento	23888,33	3	7962,78	6,85	0,0134
Error	9303,33	8	1162,92		
Total	33191,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=89,16568

Error: 1162,9167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	563,67	3	19,69 A
T3	574,67	3	19,69 A
T1	585,00	3	19,69 A
T0	676,00	3	19,69 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## semana 3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 3 12 0,83 0,76 5,07

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	113174,67	3	37724,89	12,90	0,0020
Tratamiento	113174,67	3	37724,89	12,90	0,0020
Error	23390,00	8	2923,75		
Total	136564,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=141,38182

Error: 2923,7500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	980,67	3	31,22 A
T3	1024,00	3	31,22 A
T1	1029,33	3	31,22 A
T0	1231,33	3	31,22 B

## semana 4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 4 12 0,65 0,52 8,08

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	238621,67	3	79540,56	5,00	0,0306
Tratamiento	238621,67	3	79540,56	5,00	0,0306
Error	127258,00	8	15907,25		
Total	365879,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=329,77748

Error: 15907,2500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1400,33	3	72,82 A
T3	1483,33	3	72,82 A B
T1	1585,67	3	72,82 A B
T0	1778,00	3	72,82 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



### semana 5

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 5 12 0,42 0,21 7,81

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	143932,67	3	47977,56	1,96	0,1982
Tratamiento	143932,67	3	47977,56	1,96	0,1982
Error	195503,33	8	24437,92		
Total	339436,00	11			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=408,74789

Error: 24437,9167 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1895,33	3	90,26 A
T3	1947,00	3	90,26 A
T1	1978,00	3	90,26 A
T0	2183,67	3	90,26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 19. Resultados de análisis estadísticos en Infostat sobre el consumo de agua

### semana 1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 1 12 0,54 0,36 9,24

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18391,58	3	6130,53	3,07	0,0907
Tratamiento	18391,58	3	6130,53	3,07	0,0907
Error	15958,67	8	1994,83		
Total	34350,25	11			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=116,78223

Error: 1994,8333 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	446,67	3	25,79 A
T3	460,33	3	25,79 A
T2	477,67	3	25,79 A
T0	548,33	3	25,79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 2

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 2 12 0,37 0,14 10,00

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72660,25	3	24220,08	1,58	0,2687
Tratamiento	72660,25	3	24220,08	1,58	0,2687
Error	122654,00	8	15331,75		
Total	195314,25	11			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=323,75710

Error: 15331,7500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	1150,33	3	71,49 A
T3	1175,33	3	71,49 A
T2	1294,00	3	71,49 A
T0	1335,33	3	71,49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 3 12 0,29 0,02 9,39

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	129606,25	3	43202,08	1,08	0,4116
Tratamiento	129606,25	3	43202,08	1,08	0,4116
Error	320554,67	8	40069,33		
Total	450160,92	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=523,39491

Error: 40069,3333 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	1984,33	3	115,57 A
T1	2114,00	3	115,57 A
T2	2157,00	3	115,57 A
T0	2275,00	3	115,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 4 12 0,59 0,44 7,52

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	605338,25	3	201779,42	3,91	0,0545
Tratamiento	605338,25	3	201779,42	3,91	0,0545
Error	412396,67	8	51549,58		
Total	1017734,92	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=593,65758

Error: 51549,5833 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	2735,33	3	131,08 A
T1	2959,00	3	131,08 A B
T3	3028,00	3	131,08 A B
T0	3362,00	3	131,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### semana 5

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
semana 5 12 0,38 0,15 8,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	562771,67	3	187590,56	1,67	0,2501
Tratamiento	562771,67	3	187590,56	1,67	0,2501
Error	899788,00	8	112473,50		
Total	1462559,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=876,89692

Error: 112473,5000 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	3467,00	3	193,63 A
T1	3909,67	3	193,63 A
T3	3932,33	3	193,63 A
T0	4027,67	3	193,63 A

## Anexo 20. Resultados estadísticos de Infostat sobre el peso de la canal

Nueva tabla : 1/8/2021 - 19:58:54 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Canal	12	0,28	0,01	154,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2581918374,12	3	860639458,04	1,03	0,4314
Tratamiento	2581918374,12	3	860639458,04	1,03	0,4314
Error	6717077768,41	8	839634721,05		
Total	9298996142,54	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,37436

Error: 11,0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	10106,53	3	16729,56 A
T2	10242,34	3	16729,56 B
T1	10651,29	3	16729,56 C
T3	44205,27	3	16729,56 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 21. Resultados estadísticos de Infostat sobre la ganancia de peso

### Día 7

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 7	12	0,30	0,03	4,63

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3050,00	3	1016,67	1,13	0,3934
Tratamiento	3050,00	3	1016,67	1,13	0,3934
Error	7200,00	8	900,00		
Total	10250,00	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=78,44128

Error: 900,0000 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3	626,33	3	17,32 A
T0	646,33	3	17,32 A
T2	648,00	3	17,32 A
T1	671,33	3	17,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Día 14

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 14	12	0,19	0,00	7,16

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13722,92	3	4574,31	0,62	0,6217
Tratamiento	13722,92	3	4574,31	0,62	0,6217
Error	59050,00	8	7381,25		
Total	72772,92	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=224,64068

Error: 7381,2500 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	1155,00	3	49,60 A
T1	1181,67	3	49,60 A
T3	1218,33	3	49,60 A
T0	1243,33	3	49,60 A

### Día 28

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 28	12	0,15	0,00	17,06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	319175,00	3	106391,67	0,46	0,7165
Tratamiento	319175,00	3	106391,67	0,46	0,7165
Error	1841900,00	8	230237,50		
Total	2161075,00	11			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1254,61787

Error: 230237,5000 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T2	2626,67	3	277,03 A
T3	2771,67	3	277,03 A
T1	2776,67	3	277,03 A
T0	3075,00	3	277,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Día 31

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 31	12	0,54	0,37	11,87

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1020639,58	3	340213,19	3,18	0,0847
Tratamiento	1020639,58	3	340213,19	3,18	0,0847
Error	855933,33	8	106991,67		
Total	1876572,92	11			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=855,26050

Error: 106991,6667 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	2261,67	3	188,85 A
T2	2815,00	3	188,85 A
T0	2965,00	3	188,85 A
T3	2976,67	3	188,85 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Día 37

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Día 37	12	0,60	0,44	26,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4099261,47	3	1366420,49	3,92	0,0544
Tratamiento	4099261,47	3	1366420,49	3,92	0,0544
Error	2789906,61	8	348738,33		
Total	6889168,09	11			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1544,09237

Error: 348738,3265 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	1268,19	3	340,95 A
T2	2239,01	3	340,95 A B
T3	2473,61	3	340,95 A B
T1	2849,62	3	340,95 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 22. Resultados de los costos del tratamiento testigo

<b>Inicial</b>			
<b>T0</b>	<b>LB</b>	<b>Gramos</b>	<b>Precios</b>
Maíz	63 Lb	28.602 gr	11,34
Soya	29 Lb	13.166 gr	8,7
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,92
<b>Engorde</b>			
<b>T0</b>	<b>LB</b>	<b>Gramos</b>	<b>Precios</b>
Maíz	68 Lb	30.964 gr	12,24
Soya	24 Lb	10.896 gr	7,2
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,32

## Anexo 23. Resultados de los costos del tratamiento 1

<b>T1</b>	<b>Lb</b>	<b>Gramos</b>	<b>Precios</b>
Maíz	63 Lb	28.602 gr	11,34
Soya	23.3 Lb	10.578 gr	6,99
Frejol	5.8 Lb	2.6333 gr	1,16
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,37
<b>T1</b>			
<b>T1</b>	<b>Lb</b>	<b>Gramos</b>	<b>Precios</b>
Maíz	68 Lb	30.964 gr	12,24
Soya	19.20 Lb	8717 gr	5,76
Frejol	4.80 Lb	2.179 gr	0,96
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		24,84

**Anexo 24.** Resultados de los costos del tratamiento 2

T2	Lb	Gramos	Precios
Maíz	63 Lb	28.602 gr	11,34
Soya	24.65 Lb	11.191 gr	7,4
Frejol	4.35 Lb	1.975 gr	0,87
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,49
T2	Lb	Gramos	Precios
Maíz	68 Lb	30.964 gr	12,24
Soya	20.40 Lb	9.262 gr	6,12
Frejol	3.6 Lb	1.634 gr	0,72
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		24,96

**Anexo 25.** Resultados de los costos del tratamiento 3

T3	Lb	Gramos	Precios
Maíz	63 Lb	28.602 gr	11,34
Soya	26.10 Lb	11.849 gr	7,83
Frejol	2.9 Lb	1317 gr	0,58
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,63
T3	Lb	Gramos	Precios
Maíz	68 Lb	30.964 gr	12,24
Soya	21.6 Lb	9.806 gr	6,48
Frejol	2.4 Lb	1.090 gr	0,48
Carbonato	1,8 Lb	817.2 gr	0,14
Fosfato	1,5 Lb	681 gr	1,05
Aceite	2,20 Lb	998.9 gr	1,29
Sal	0,28 Lb	127.1 gr	0,05
Nucleo	2,22 Lb	1135 gr	3,35
	<b>precio por saco de 100</b>		25,08