

## DETERMINACIÓN DEL AUMENTO DE PESO EN POLLOS DE ENGORDE (GALLUS GALLUS) MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE DIFERENTES FUENTES PROTEICAS A SU ALIMENTACIÓN.

*Fabián Santana Romo*

Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador  
fromo@uta.edu.ec

### RESUMEN:

En la presente investigación se usaron fuentes alternas de proteína dentro de la alimentación balanceada de los pollos de engorde (*Gallus gallus*). Se consideraron granos de la región tales como la soya (*Glycine max*) y el chocho (*Lupinus mutabilis*) por su gran contenido proteico y por la facilidad de obtenerlos y procesarlos. Estos se sustituyeron en porcentajes de 0 (Testigo Experimental), 25, 50 y 75% del balanceado comercial.

La etapa de levante, que comprende desde el día 1 hasta el día 28, dejó como conclusión que porcentajes de 50% balanceado comercial y 50% de soya son los mejores para tener un aumento de peso superior al reportado en tablas por casas comerciales. Los tratamientos propuestos producen el mismo aumento de peso en las aves; se redujo la cantidad de balanceado comercial y se aumentó la fuente de proteína alterna resultando en menores costos de producción y carne más sana y apetecible.

**Palabras clave:** Pollos engorde, conversión alimenticia, ganancia de peso, soya, chocho.

### ABSTRACT:

In this research, alternative sources of protein in a balanced diet for broiler chickens (*Gallus gallus*) were used. Regional grains were considered, such as soybean (*Glycine max*) and lupine (*Lupinus mutabilis*) due to their high protein content and the ease with which they are obtained and processed. These were substituted in percentages of 0 (Control Experiment), 25, 50 and 75% in commercial feed.

The raising phase, which goes from day 1 to day 28, showed that percentages of 50% of commercial feed and 50% of soybean are the best to have a higher gain in weight than the reported in charts by wholesalers. The proposed treatments produce the same gain in weight in the birds; the amount of commercial feed was reduced and the source of protein was increased which resulted in lower production costs and healthier and more appetizing meat.

**Keywords:** Broiler Chicken, feed conversion, weight gain, soybean, lupine.

**Artículo Recibido:** 1 de julio de 2013

**Artículo Aceptado:** 25 de septiembre de 2013

## 1. Introducción

El proceso de engorde del pollo (*Gallus gallus*), busca incorporar carbohidratos y proteína proveniente de harinas y granos de fácil acceso y bajo precio en el mercado, para suministrarlos a la alimentación balanceada de los mismos. En el desarrollo del lote de pollos de engorde, existen diferentes indicadores que miden el logro de los objetivos de la crianza, los mismos que van a reflejar el desempeño tanto de crecimiento de los pollos de engorde como la capacidad de los encargados de la crianza para mantener un buen lote con el manejo respectivo de variables, tales como temperatura, ventilación, iluminación, limpieza, agua y principalmente alimentación [1].

Se divide el proceso de crianza en dos etapas: etapa inicial o de levante desde el día 1 hasta el día 28, y la etapa de engorde que va desde el día 29 hasta el día 56, en condiciones donde a las 8 semanas generalmente se sacrifica el pollo, con pesos muy grandes que se enfocan a principalmente a la distribución en supermercados, y hasta el día 42 para restaurantes, asaderos, y brosterizadoras, que es donde nos enfocamos en la presente investigación [2].

En el Ecuador, y principalmente dentro de la provincia de Tungurahua, las granjas avícolas evalúan el desempeño del lote, por lo que se seleccionan las medidas adecuadas y se las compara con algún objetivo o estándar definido, tal como es el caso de las tablas de estándares, proporcionadas por las empresas productoras de balanceado, las cuales señalan la relación entre la cantidad de alimento, tiempo y crecimiento [3].

Por su fácil obtención y procesamiento, la soya (*Glycine max*) y el chocho (*Lupinus mutabilis*) – leguminosas de la región – son alternativas muy viables para ser complementos proteicos dentro de la alimentación de los pollos de engorde por la gran cantidad de proteína cruda que poseen. Mediante la aplicación de biotecnología e innovación se probó que son influyentes en el aumento de peso de las aves [4].

El estudio se llevó a cabo en el Sector “La Universal” de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, en instalaciones preparadas y adaptadas para la crianza de pollos de engorde, cuyas coordenadas geográficas son 01°18'00"S 78°36'00"W.

El estudio manejó la premisa inicial de que la incorporación de diferentes fuentes proteicas en el balanceado de alimentación genera un aumento de peso en los pollos de engorde (*Gallus gallus*), y su contraparte, que dicha incorporación no genera tal aumento.

## 2. Materiales y Métodos

### Descripción del Ensayo

Enriquecimiento del mejor balanceado comercial con diferentes fuentes proteicas. Para la formulación de los alimentos de prueba se utilizaron las siguientes expresiones matemáticas para el cálculo de las cantidades de proteína alterna empleadas para las mezclas propuestas en el diseño experimental

$$\text{Peso PB} = (\% \text{ PB tabla} * \% \text{ PM}) * C_p$$

Donde:

**Peso PB** = Peso de Proteína en el Balanceado. % PB tabla = Porcentaje de Proteína que contiene el Balanceado.

**%PM** = Porcentaje de Mezcla según Diseño Experimental (100% 75% 50% 25%).

**C<sub>p</sub>** = Consumo promedio de balanceado en la semana a calcular.

**Nota:** Los consumos promedio de balanceado se los obtuvo en la página web de Bioalimentar, los cuales fueron experimentados, tabulados y presentados por dicha empresa, para avalar su producto en el mercado.

$$\text{Peso P soya} = \frac{\% \text{ PB tabla} - (\% \text{ PB tabla} * \% \text{ PM})}{\% \text{ P soya}}$$

Donde:

Peso P soya = Peso de Proteína en la Soya.

**% PB tabla** = Porcentaje de Proteína que contiene el Balanceado.

**%PM** = Porcentaje de Mezcla según Diseño Experimental (100%, 75%, 50%, 25%).

**% P soya** = Porcentaje de Proteína presente en la Soya.

$$\text{Peso P chocho} = \frac{\% \text{ PB tabla} - (\% \text{ PB tabla} * \% \text{ PM})}{\% \text{ P chocho}}$$

Donde:

**Peso P chocho** = Peso de Proteína en el Chocho.

**% PB tabla** = Porcentaje de Proteína que contiene el Balanceado.

**% PM** = Porcentaje de Mezcla según Diseño Experimental (100%, 75%, 50%, 25%).

**% P chocho** = Porcentaje de Proteína presente en la Chocho

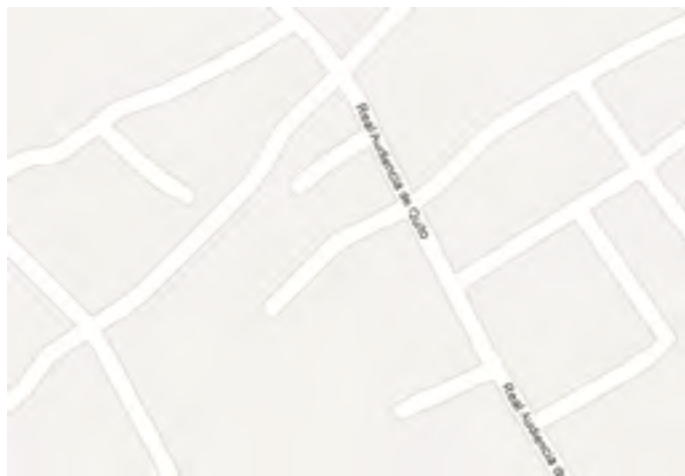


Figura 1. Ubicación Geográfica del Experimento

Una vez hecho esto se procedió a preparar todas las condiciones para recibir a los pollitos bebé y posterior crecimiento y engorde, tal y como se detalló en los manuales de crianza estándares [5].

**Evaluación del crecimiento del pollo de engorde (Gallus gallus) en el proceso de crianza con los tratamientos planteados**

Las ganancias de peso se calcularon con respecto a la semana anterior de crianza, por lo que se comparó un peso inicial con un peso final, para así conocer cuánto alimento fue metabolizado e incorporado al pollo de engorde (Gallus gallus).

Además se constató cuanto subió de peso el pollo con respecto a la semana inicial en cuestión. Para el cálculo de esta Ganancia de Peso, se lo hizo con la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de Peso GP} = \frac{\text{Peso Semana Final} - \text{Peso Semana Inicial}}{\text{Peso Semana Inicial}}$$

Dónde:

**GP** = Ganancia de Peso

**Peso Semana Final** = Peso (gramos) del pollo de engorde (Gallus gallus) en la semana en cuestión a calcular.

**Peso Semana Inicial** = Peso (gramos) del pollo de engorde (Gallus gallus) en la semana anterior a la semana que se va a calcular.

**Cálculo de la conversión de alimento balanceado por parte del pollo de engorde**

En general la conversión alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana [6].

Por ejemplo, si se usan cuatro kilos de alimento para producir dos kilos de carne de pollo, la conversión alimenticia es 2.00 (4 kilos divididos por 2 kilos). Es evidente que cuanto menor sea la conversión más eficiente es el metabolismo del pollo de engorde (Gallus gallus).

Matemáticamente, la relación se expresa al dividir el consumo de alimento por semana de las aves para su peso promedio al final de la semana [7].

<b>Consumo de Alimento por Semana</b>
<b>Peso Promedio Semanas de los Pollos</b>
<b>Conversión de Alimento (CA)</b>

Tabla 1. Cálculo de Conversión Alimenticia

Dónde:

**CA** = Conversión de Alimento

Consumo de Alimento = Peso (gramos) de alimento consumido por los pollos de engorde (Gallus gallus) en la semana en cuestión.

**Peso Promedio** = Peso Promedio (gramos) de los pollos de engorde (Gallus gallus) en la semana en cuestión.

Matemáticamente, la relación se expresa al dividir el consumo de alimento por semana de las aves para su peso promedio al final de la semana [8]

## Factores de estudio

A: Etapa de Crecimiento

a0: Levante

a1: Engorde

B: Fuente de Proteína

b0: Soya

b1: Chocho

C: Porcentaje de Mezcla

c0: 100% balanceado comercial + 0% fuente de proteína

c1: 75% balanceado comercial + 25% fuente de proteína

c2: 50% balanceado comercial + 50% fuente de proteína

c3: 25% balanceado comercial + 75% fuente de proteína

Diseño experimental

AxBxC

2x2x4 = 16 tratamientos

## Diagrama de Flujo

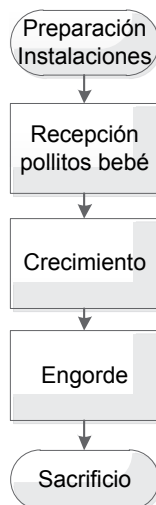


Figura 2. Diagrama de Flujo de la Crianza

## Número de repeticiones

Se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento

## Total de unidades experimentales

Tratamientos = 16

Réplicas = 3

n para cada tratamiento = 5

Total de Unidades Experimentales = 240

## Análisis de Varianza

Se realizó un análisis de varianza que lo proporcionó el programa estadístico Statgraphics, y se lo interpretó para obtener las conclusiones pertinentes con respecto al experimento y diseño experimental planteado.

## Tipos de análisis estadísticos

Prueba de comparación de Tukey al 5% de significancia en el programa estadístico Infostat, se lo realizó y se determinó cual de los tratamientos es significativamente diferente a los demás. Parámetros y criterios de evaluación (variables tomadas, intervalos de lecturas): Ganancia de Peso con respecto a la semana anterior. Peso al final de la sexta semana en Kg, Conversión de alimento (CA).

## Procesamiento y análisis

Luego de obtener los datos experimentales, se los ordenó de acuerdo a los tratamientos que se obtuvieron en el diseño experimental y se tabularon de acuerdo a las combinaciones respectivas en tablas especiales diseñadas para la recolección de datos de campo las cuales se llenaron semanalmente con datos de pesos de balanceado, pesos de pollos por semana y mortalidad.

El procesamiento en el software estadístico Statgraphics se facilitó al momento de crear el diseño, posteriormente los datos se los analizó para obtener la tabla ANOVA.

El programa Infostat facilitó el análisis de la prueba de comparación de Tukey al 5% de significancia. Se discutieron los resultados obtenidos mediante estos programas estadísticos, se interpretaron las tablas de análisis de varianza, y se verificó si los datos analizados tienen diferencia estadística o si solamente tienen una diferencia aritmética.

## 3. Resultados y Discusión /

La Tabla 2 refleja los niveles óptimos procesados en Statgraphics, los cuales proporcionan una maximización del Aumento de Peso en los pollos de engorde (*Gallus gallus*). Mientras que la Figura 3 muestra los factores que influyen directamente en la respuesta experimental Ganancia de Peso entre la semana 2 y 1 (GP1). La prueba de comparación de Tukey (Tabla 3), señala si hay o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos ocupados. Las combinaciones experimentadas no mostraron diferencia estadística entre ellas, por lo que todas producen una ganancia de peso similar.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Etapa	0.0	1.0	0.0
Proteína	0.0	1.0	0.0
% Mezcla	0.0	3.0	0.0

Tabla 2. Optimizar Respuesta

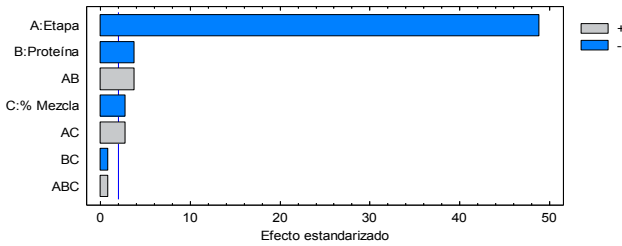


Figura 3. Diagrama de Pareto para la Ganancia de Peso entre la segunda y primera semana

Etapa	Proteína	Mezcla	Medias	n	E.E.
1.00	1.00	2.00	-0.06	3	9.72 A
1.00	1.00	3.00	0.00	3	9.72 A
1.00	1.00	1.00	0.05	3	9.72 A
1.00	0.00	3.00	0.13	3	9.72 A
1.00	0.00	1.00	0.14	3	9.72 A
1.00	0.00	2.00	0.17	3	9.72 A
1.00	0.00	0.00	0.25	3	9.72 A
1.00	1.00	0.00	0.30	3	9.72 A
0.00	1.00	2.00	272.00	3	9.72 B
0.00	1.00	3.00	312.33	3	9.72 B C
0.00	1.00	0.00	353.33	3	9.72 C
0.00	0.00	2.00	365.13	3	9.72 D
0.00	0.00	3.00	375.67	3	9.72 D E
0.00	0.00	0.00	390.67	3	9.72 D E
0.00	0.00	0.00	404.33	3	9.72 D E
0.00	0.00	1.00	405.67	3	9.72 E

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

Tabla 3. Prueba de Tukey para GP1

La Tabla 4 refleja los niveles óptimos procesados en Statgraphics, lo que proporciona una maximización del Aumento de Peso en los pollos de engorde (Gallus gallus). Mientras que la Figura 4 muestra los factores que influyen directamente en la respuesta experimental Ganancia de Peso entre la semana 3 y 2 (GP2). La prueba de comparación de Tukey (Tabla 5), señala si hay o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos ocupados. Las combinaciones experimentadas no mostraron diferencia estadística entre ellas, por lo que todas producen una ganancia de peso similar.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Etapa	0.0	1.0	0.0
Proteína	0.0	1.0	1.0
% Mezcla	0.0	3.0	0.0

Tabla 4. Optimizar Respuesta

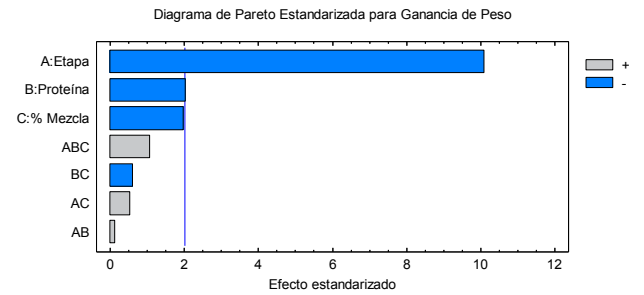


Figura 4. Diagrama de Pareto para la Ganancia de Peso entre la tercera y segunda semana

Etapa	Proteína	Mezcla	Medias	n	E.E.
1.00	1.00	3.00	0.00	3	0.11 A
1.00	1.00	0.00	0.10	3	0.11 AB
1.00	0.00	3.00	0.10	3	0.11 AB
1.00	1.00	1.00	0.18	3	0.11 AB
1.00	1.00	2.00	0.21	3	0.11 AB
1.00	0.00	2.00	0.23	3	0.11 AB
1.00	0.00	1.00	0.25	3	0.11 ABC
1.00	0.00	0.00	0.34	3	0.11 ABCD
0.00	1.00	1.00	0.42	3	0.11 ABCDE
0.00	1.00	3.00	0.50	3	0.11 BCDEF
0.00	0.00	1.00	0.79	3	0.11 CDEFG
0.00	0.00	3.00	0.89	3	0.11 DEFG
0.00	0.00	2.00	0.94	3	0.11 EFG
0.00	1.00	2.00	0.95	3	0.11 EFG
0.00	0.00	0.00	1.02	3	0.11 FG
0.00	1.00	0.00	1.15	3	0.11 G

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

Tabla 5. Prueba de Tukey para GP2

La Tabla 6 refleja los niveles óptimos procesados en Statgraphics los cuales proporciona una maximización del Aumento de Peso en los pollos de engorde (Gallus gallus). Mientras que la Figura 5 muestra los factores que influyen directamente en la respuesta experimental Ganancia de Peso entre la semana 4 y 3 (GP3). La prueba de comparación de Tukey (Tabla 7), señala si hay o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos ocupados. La mejor combinación fue soja 75% y 25% de balanceado convencional.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Etapa	0.0	1.0	0.0
Proteína	0.0	1.0	1.0
% Mezcla	0.0	3.0	3.0

Tabla 6. Optimizar Respuesta

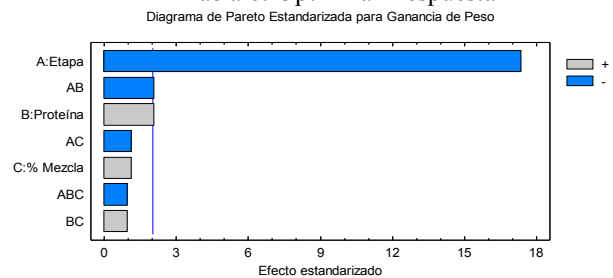


Figura 5. Diagrama de Pareto para la Ganancia de Peso entre la cuarta y tercera semana

Etapa	Proteína	Mezcla	Medias	n	E F	
1,00	0,00	1,00	0,00	3	0,13	A
1,00	0,00	0,00	0,00	3	0,13	A
1,00	1,00	2,00	0,00	3	0,13	A
1,00	1,00	0,00	0,00	3	0,13	A
1,00	0,00	3,00	0,00	3	0,13	A
1,00	0,00	2,00	0,00	3	0,13	A
1,00	1,00	1,00	0,00	3	0,13	A
1,00	1,00	3,00	0,00	3	0,13	A
0,00	1,00	0,00	0,99	3	0,13	B
0,00	0,00	1,00	1,06	3	0,13	B
0,00	0,00	3,00	1,10	3	0,13	B
0,00	0,00	0,00	1,17	3	0,13	B
0,00	0,00	2,00	1,38	3	0,13	B C
0,00	1,00	2,00	1,47	3	0,13	B C
0,00	1,00	3,00	1,53	3	0,13	B C
0,00	1,00	1,00	1,90	3	0,13	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p <= 0,05)

Tabla 7. Prueba de Tukey para GP3

La Tabla 8 refleja los niveles óptimos procesados en Statgraphics los cuales proporciona una maximización del Aumento de Peso en los pollos de engorde (*Gallus gallus*). Mientras que la Figura 6 muestra los factores que influyen directamente en la respuesta experimental Ganancia de Peso entre la semana 5 y 4 (GP4). La prueba de comparación de Tukey (Tabla 9), señala si hay o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos ocupados. Las combinaciones experimentadas no mostraron diferencia estadística entre ellas, por lo que todas producen una ganancia de peso similar.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Etapa	0.0	1.0	0.0
Proteína	0.0	1.0	1.0
% Mezcla	0.0	3.0	3.0

Tabla 8. Optimizar Respuesta

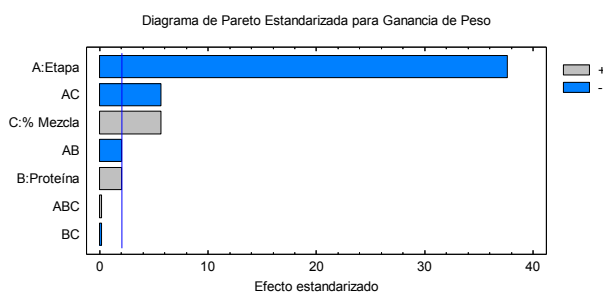


Figura 6. Diagrama de Pareto para la Ganancia de Peso entre la quinta y cuarta semana

Etapa	Proteína	Mezcla	Medias	n	E F	
1,00	1,00	2,00	0,00	3	0,03	A
1,00	0,00	2,00	0,00	3	0,03	A
1,00	0,00	1,00	0,00	3	0,03	A
1,00	0,00	0,00	0,00	3	0,03	A
1,00	1,00	1,00	0,00	3	0,03	A
1,00	1,00	0,00	0,00	3	0,03	A
1,00	0,00	3,00	0,00	3	0,03	A
1,00	1,00	3,00	0,00	3	0,03	A
0,00	0,00	0,00	0,58	3	0,03	B
0,00	0,00	1,00	0,68	3	0,03	B
0,00	1,00	1,00	0,71	3	0,03	B C
0,00	1,00	0,00	0,73	3	0,03	B
0,00	0,00	3,00	0,87	3	0,03	C
0,00	0,00	2,00	0,94	3	0,03	C
0,00	1,00	2,00	0,99	3	0,03	D
0,00	1,00	3,00	0,99	3	0,03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p <= 0,05)

Tabla 9. Prueba de Tukey para GP4

La Tabla 10 refleja los niveles óptimos procesados en Statgraphics los cuales proporciona una maximización del Aumento de Peso en los pollos de engorde (*Gallus gallus*). Mientras que la Figura 7 muestra los factores que influyen directamente en la respuesta experimental Ganancia de Peso entre la semana 6 y 1 (GPT). La prueba de comparación de Tukey (Tabla 11), señala si hay o no diferencia estadística significativa entre los tratamientos ocupados. La mejor combinación fue chocho 50% y 50% de balanceado convencional.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Etapa	0.0	1.0	0.0
Proteína	0.0	1.0	0.0
% Mezcla	0.0	3.0	3.0

Tabla 10. Optimizar Respuesta

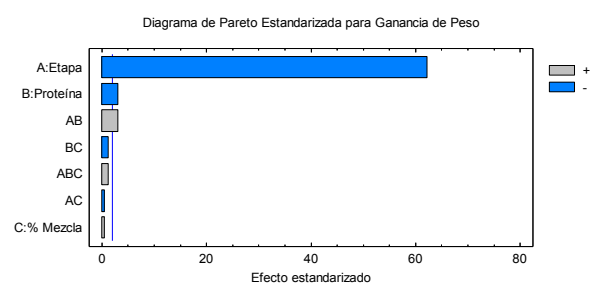


Figura 7. Diagrama de Pareto para la Ganancia de Peso entre la sexta y primera semana