

## **II Jornadas Internacionales de Estadística Aplicada 2019**

### **ESTUDIO DE ALIMENTOS PARA ENGORDE DE POLLOS**

Agüero Mendoza, Jorge Alberto, Torrez, Florencia Aldana

Institución: Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Salta. Salta, Salta Capital.

*Datos de contacto:* email: [jamjorge18@gmail.com](mailto:jamjorge18@gmail.com) Tel: 3875812073

#### **RESUMEN**

En los últimos años se generó una expansión del consumo de carne aviar, con cifras que crecen cotidianamente, ya que la carne de pollo se ofrece en el mercado con gran diversidad como alternativa de la carne vacuna. Cada vez más clientes se sienten atraídos a ella por su costo económico.

Debido a este incremento, los productores avícolas buscan acortar ciclos productivos, para ahorrar dinero y generar ingresos más rápidos.

Mediante este informe se buscó probar si los alimentos especiales para engorde de pollo son útiles para acelerar la producción de tal carne; considerando que un alimento útil para acelerar la producción sería aquel que produjera un engorde uniforme en periodos más cortos.

Para llegar al objetivo se estudiaron 4 tipos de alimentos comerciales, en una muestra de 20 pollos. Estos fueron alimentados con los distintos alimentos y se los pesó luego de un periodo de 3 semanas. De los estudios realizamos determinamos que efectivamente hay diferencia entre los alimentos.

**Palabras Claves:** engorde, alimento para pollos, análisis de varianza.

#### **INTRODUCCIÓN:**

Debido a que el pollo es una de las carnes más consumidas en los últimos tiempos, al tener más demanda, se requiere diseñar estrategias de producción para salvaguardar a la empresa avícola, ya que muchas veces se generan gastos innecesarios en alimentación.

El consumo de esta carne en argentina aumento 16% per cápita en estos últimos años, disminuyendo a su vez el consumo de carne vacuna por los altos costos.

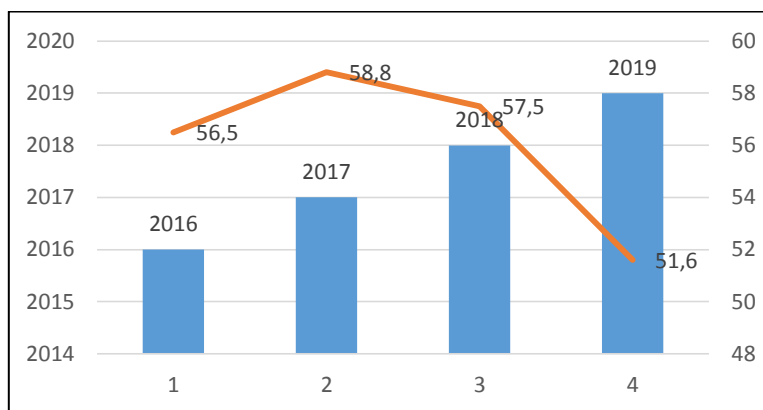


Grafico (1): Consumo de carne vacuna per cápita, entre el año 2016-2019.

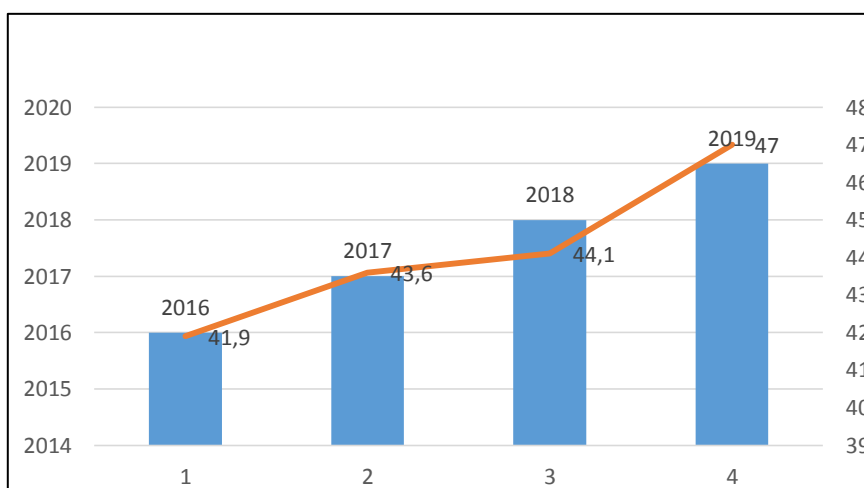


Grafico (2): Consumo de carne aviar per cápita, entre el año 2016-2019.

Las áreas de producción avícola nacionales se concentran en mayor proporción en las provincias de Entre Ríos 44,43% y Buenos Aires 42,43%, según datos de 2013. El resto de la producción se distribuye en Córdoba 5,10%, Santa Fe 4,20% y Río Negro 2,84%. El 1% restante se ubica en Neuquén, Mendoza y provincias del noroeste argentino.



Figura (1): Mapa de granjas avícolas en Salta.



Figura (2): Imagen a modo ilustrativo sobre comedero de pollos.

## METODOLOGÍA

Para prevenir dicho problema, se procedió a tomar una muestra al azar y analizaremos los alimentos especiales para engorde de pollos, para ello utilizamos los siguientes métodos:

Diseño completamente al azar:

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales. Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales de lo más homogéneas posibles de manera de disminuir el error experimental.

Residuales:

Son estimaciones de los errores experimentales, calculados como las diferencias entre las observaciones y las estimaciones de las medias de los tratamientos. Y la suposición de distribución normal mediante una gráfica de probabilidad normal. Los residuos independientes no muestran tendencias ni patrones cuando se muestran en orden cronológico. Los obtendremos a partir de la siguiente fórmula:

$$\hat{e}_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_i$$

Prueba de Levene: Sea  $y_{ij}$  la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo grupo de tratamiento de  $\hat{y}_i$  su mediana. Sea  $z_{ij} = |y_{ij} - \hat{y}_i|$  el valor absoluto de la diferencia entre una observación y la mediana del grupo de tratamiento. Para probar la homogeneidad de varianzas, se calculó el análisis de varianza en un sentido para  $z_{ij}$  y del estadístico  $F_0$

$$F_0 = \frac{CM_{trat}}{CM_{error}} = \frac{\sum r_i (\bar{z}_i - \bar{z}_{..})^2 / (t - 1)}{\sum \sum (z_{ij} - \bar{z}_i)^2 / (N - t)}$$

Intervalo de confianza para las medias:

$$\bar{y}_i \pm t_{\frac{\alpha}{2}; N-t} * s\bar{y}_i$$

Cuadro ANOVA: A partir de las siguientes formulas se calcularon las sumas de cuadrados del error, tratamiento, total:

$$SC_{total}: \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{n}$$

$$SC_{error}: \sum \sum Y_{ij}^2 - \sum \frac{Y_{i.}^2}{r_i}$$

$$SC_{tratamiento}: \sum \frac{Y_{i.}^2}{r_i} - \frac{Y_{..}^2}{n}$$

También calcularemos los grados de libertad, los cuadrados medios y, finalmente, el Fobs. Las formulas son:

$$gL_{error} = n - t$$

$$gL_{tratamiento} = t - 1$$

$$gL_{total} = n - 1$$

$$CM_{error} = SC_{error} / gL_{error}$$

$$CM_{tratamiento} = SC_{tratamiento} / gL_{tratamiento}$$

$$CM_{total} = SC_{total} / gL_{total}$$

$$F_{obs} = CM_{tratamiento} / CM_{error}$$

Método de Tuckey:

Lo usamos para comparar los contrastes. El procedimiento es:

$$H_0: Y_i = Y_j \text{ para todo } i \neq j$$

$$H_a: Y_i \neq Y_j \text{ para algún } (i, j)$$

$$N^\circ \text{ de comparaciones: } \frac{t(t-1)}{2}$$

$$\text{El estadístico de prueba es: } DHS = q_{[\alpha; t; N-t]} * \sqrt{\frac{C_{merror}}{2} \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}$$

$$\text{El intervalo de confianza: } |Y_i - Y_j| \pm DHS$$

## DESARROLLO

Una granja avícola situada en Salta desea cambiar el alimento que utilizan por uno que de mejores resultados en el engordamiento de los pollos, razón por la que probó 4 tipos de alimentos de proveedores distintos.

Se seleccionaron 20 pollos machos, de 1 mes de nacidos, de la misma raza y criados en las mismas condiciones. Se los alimentó con alimentos en las dosis recomendadas por los fabricantes de dichos alimentos, luego de 3 semanas se los pesó para comparar la eficacia de estos alimentos, obteniendo los siguientes resultados, Tabla (1):

		Peso [Kg]			
Alimento A	0.9727	0.8234	0.9854	0.9765	0.7873
Alimento B	MURIÓ	0.5672	0.7621	MURIÓ	0,5412
Alimento C	0.8752	0.9851	0.9862	0.9875	0,8763
Alimento D	0.6992	0.7692	0.6452	0.5623	MURIÓ

Tabla (1): Pesos en Kg de pollos alimentados con los diferentes alimentos.

Cabe destacar que los pollos murieron por causas naturales y no por efecto del tratamiento, deben ser excluidos del análisis.

Modelo lineal:  $y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$

Media general del peso:  $\mu$

Efecto fijo aportado por el tipo de alimento:  $\tau_i$

Error experimental:  $e_{ij}$

Supuestos:  $e_{ij} \sim N(0; \sigma_e^2)$

$$\sum \tau_i = 0$$

### 3.1 Análisis de Varianza

El análisis de varianza obtenido aplicando las formulas planteadas en el marco teórico, dio como resultado la Tabla (2).

Fuente de Variación	G.L	SC	CM	Fobs
Tratamiento	t-1: 3	0.3204	0.1068	13,45
Error	N-t: 13	0.1032	0.00794	
Total	N-1: 16	21.042	0.0264	

Tabla (2): Datos de la tabla de ANOVA

$$SC_{total}: 11.6290 - 11.2056 = 0.4234$$

$$SC_{error}: 11.6290 - 11.5258 = 0.1032$$

$$SC_{tratamiento}: 11.5258 - 11.2056 = 0.3204$$

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C = \mu_D$$

$H_1$ : Al menos un concentrado difiere

$$\alpha = 0.05$$

$$F_{ob} = \frac{CM_{tratamiento}}{CM_{error}} = 13.45$$

$$F_{[0.05;3;13]} = 3.41$$

$F_{obs} > F_{\alpha} \Rightarrow$  RECHAZO  $H_0$

Al rechazarse la hipótesis nula concluimos que al menos uno de los concentrados difiere en su efecto en los pesos finales obtenidos.

Para comparar los tratamientos o alimentos se utilizó el Método de Tuckey, de esta forma se compara los pesos promedios por pares.

El número de comparaciones se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ de comparaciones: } \frac{t(t-1)}{2} = \frac{4(3)}{2} = 6$$

Comparaciones	$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j $	DHS	Prueba $H_0$
			$ \bar{Y}_i - \bar{Y}_j  < DHS$
$\mu_A$ vs $\mu_B$	0.2856	0.1910	Rechazo $H_0$
$\mu_A$ vs $\mu_C$	0.033	0.1654	No rechazo $H_0$
$\mu_A$ vs $\mu_D$	0.2401	0.1754	Rechazo $H_0$
$\mu_B$ vs $\mu_C$	0.3186	0.1910	Rechazo $H_0$
$\mu_B$ vs $\mu_D$	0.0455	0.2615	No rechazo $H_0$
$\mu_C$ vs $\mu_D$	0.2731	0.1754	Rechazo $H_0$

Tabla 3: Cuadro de las comparaciones mediante Tuckey

Intervalo de confianza al 95% para cada comparación

$$0.0946 \leq \mu_A \text{ vs } \mu_B \leq 0.4766$$

$$-0.1324 \leq \mu_A \text{ vs } \mu_C \leq 0.1984$$

$$0.0647 \leq \mu_A \text{ vs } \mu_D \leq 0.4155$$

$$0.1276 \leq \mu_B \text{ vs } \mu_C \leq 0.5094$$

$$-0.216 \leq \mu_B \text{ vs } \mu_D \leq 0.307$$

$$0.0977 \leq \mu_C \text{ vs } \mu_D \leq 0.4491$$

Los intervalos de confianza, brindan información sobre la estimación verdadera de diferencia absoluta entre los tratamientos. Además se pudo determinar que los mejores concentrados son A y C.

### 3.2 Análisis de supuestos:

Alimento	N	Media	Desv.Est.	IC 95%
A	5	0,9091	0,0956	(0,8229; 0,9952)
B	3	0,6235	0,1207	(0,5123; 0,7347)
C	5	0,9421	0,0605	(0,8559; 1,0282)
D	4	0,6690	0,0874	(0,5727; 0,7653)

Tabla (4): Análisis de medidas de tendencia central y variabilidad.

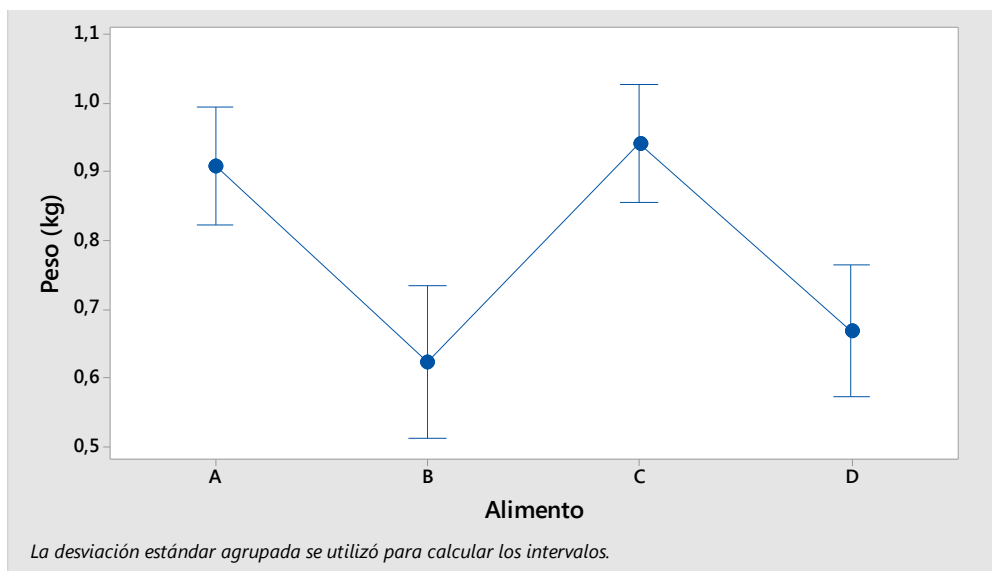
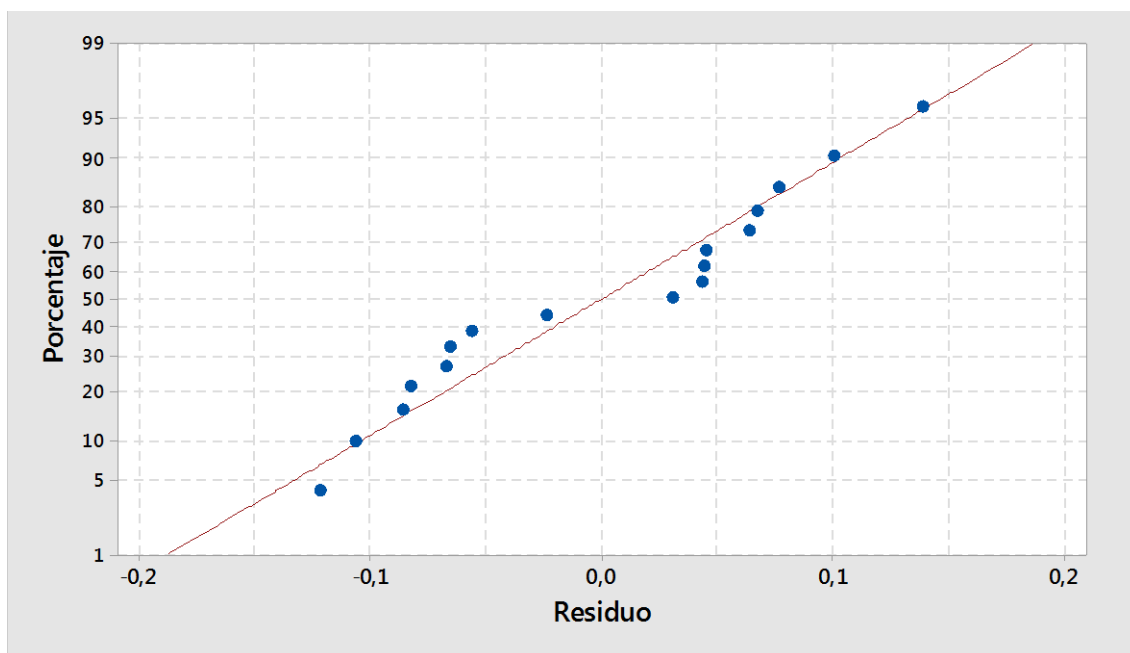


Figura (3): Grafica de intervalos de Peso (Kg) vs el tipo de alimento estudiado. IC del 95%.

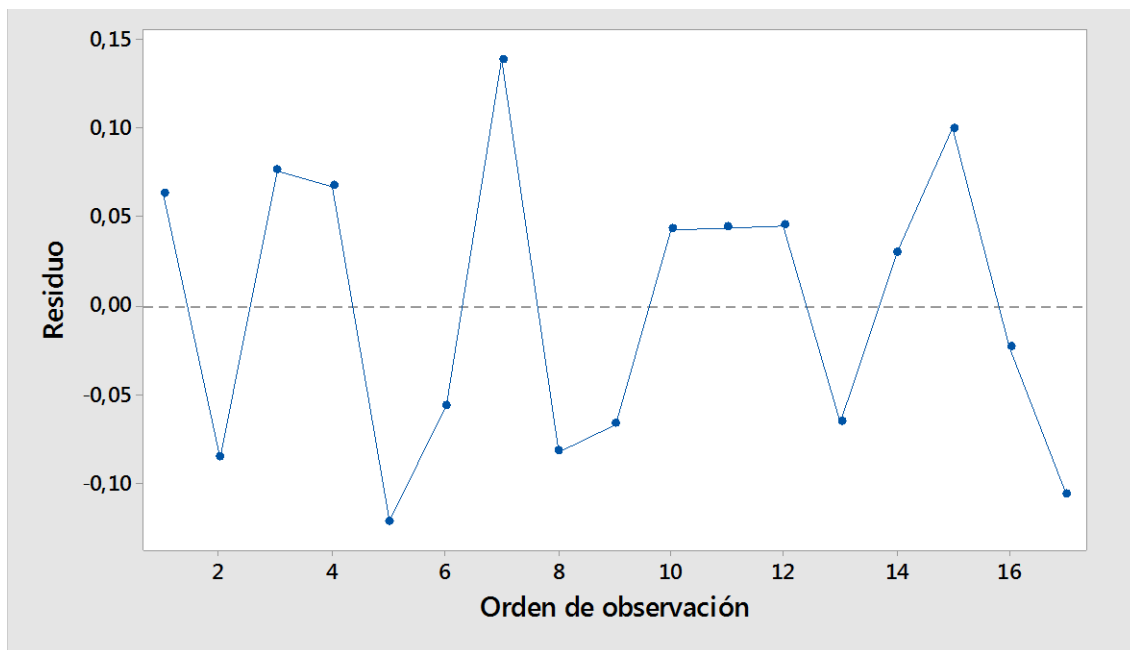
Alimento	Peso (kg)	RESIDUALES
A	0,9727	0,06364
A	0,8234	-0,08566
A	0,9854	0,07634
A	0,9765	0,06744
A	0,7873	-0,12176
B	0,5672	-0,0563
B	0,7621	0,1386
B	0,5412	-0,0823
C	0,8752	-0,06686
C	0,9851	0,04304
C	0,9862	0,04414
C	0,9875	0,04544
C	0,8763	-0,06576
D	0,6992	0,030225

D	0,7692	0,100225
D	0,6452	-0,02378
D	0,5623	-0,10668

Tabla (5): Residuales calculados.



Gráfica (3). Probabilidad normal



Gráfica (4). Residuos vs orden, supuesto de independencia de residuos entre sí.

Prueba de homogeneidad de varianza

$$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_B^2 = \sigma_C^2 = \sigma_D^2$$

$H_1$ : Algunas de las varianzas difieren.

Las siguientes tablas se obtuvieron empleando la Prueba de Levene, mediante el software Infostat.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Columna2	16	0.18	0.00	53.88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.2E-03	3	1.1E-03	0.87	0.4854
Tratamiento	3.2E-03	3	1.1E-03	0.87	0.4854
Error	0.01	12	1.2E-03		
Total	0.02	15			

*Tabla (6): Análisis obtenido de Infostat.*

No se rechaza  $H_0$ , por lo que se concluyó que las varianzas son homogéneas.

## CONCLUSIONES

Se probó que los datos siguen una distribución normal, poseen varianzas homogéneas y estas son independientes.

Se puede concluir que existe diferencia entre los alimentos probados. Se determinó que los alimentos que presentan mejores resultados son el A y C, razón por la que se debería elegir el más económico debido a que producirían resultados similares.

## BIBLIOGRAFÍA

Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación, 2da Edición – Robert O.Kuehl

<https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/fit-regression-model/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/residual-plots/>

<https://www.infobae.com/campo/2019/08/06/segun-un-informe-del-inta-el-consumo-de-pollo-se-equipara-al-de-carne-vacuna/>

<https://www.eluniversal.com/ciencia-y-salud/ciencia/pollo-de-engorda-de-la-granja-la-mesa>

<http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/aves/industria>