UCA
Pontificia Universidad Católica Argentina
Biblioteca digital
de la Universidad Católica Argentina

Nolazco Masson, Carolina María

Evaluación del efecto de la inmunocastración y distintas granulometrías en el alimento sobre la conversión alimenticia de porcinos en engorde

Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.
La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Nolazco Masson, C. M. 2015. Evaluación del efecto de la inmunocastración y distintas granulometrías en el alimento sobre la conversión alimenticia de porcinos en engorde [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-inmunocastracion-porcinos-engorde.pdf [Fecha de consulta:.....]

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

"Evaluación del efecto de la inmunocastración y distintas granulometrías en el alimento sobre la conversión alimenticia de porcinos en engorde"

Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria

Autor: Nolazco Masson, Carolina María

Profesor Tutor: Fenoglio, Daniel

Fecha: 24/11/2015

RESUMEN

Las carnes porcinas actualmente son las más consumidas en el mundo, sobre todo en países europeos.

La producción porcina Argentina se desarrolla en un escenario de oportunidades y desafíos: existe una demanda insatisfecha de carne de cerdo que se debería cubrir con un aumento de la producción: el volumen de producción están muy por debajo del que se podría obtener y comercializar tanto en el mercado local como internacional.

La cantidad y calidad de alimento consumido por los cerdos es determinantes en la rentabilidad del negocio porcino. El costo de alimentación representa aproximadamente un 70% del costo total de producción, por lo que su uso eficiente incide en una mayor o menor rentabilidad del sistema.

En la producción intensiva de cerdos, la alimentación es uno de los mayores costos; por lo tanto, mejorar la conversión del alimento traería aparejado un mejor margen bruto y rentabilidad de la producción.

El objetivo de este trabajo fue estudiar mediante ensayos la respuesta de los animales en cuanto a la conversión del alimento en función de la granulometría del mismo: molienda normal vs molienda fina; y en función de la aplicación a los machos del inmuno-castrador Improvac, con respecto a los castrados quirúrgicamente.

En el criadero se accedió a los galpones donde se realiza el engorde, para tomar los datos necesarios para determinar la conversión alimenticia de los cerdos: Kg de alimento consumidos por cerdo y kg ganados por cerdo en esta etapa.

Luego del análisis de los datos, se llegó a la conclusión de que es recomendable el alimento de molienda fina en lugar del normal y a su vez, es conveniente la castración inmunológica en cerdos machos; lográndose en ambos casos una mejor conversión del alimento en carne y de esta manera, un engorde más eficiente y mayor rentabilidad en la producción.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por darme la posibilidad de estudiar y por su apoyo incondicional.

A mis amigos, por acompañarme en todo momento.

A mi tutor Daniel Fenoglio y a José Luis Cáncer, por brindarme su tiempo e información para que pudiera llevar a cabo este trabajo final.

INDICE

RESUMEN…….. -1-

AGRADECIMIENTOS…… -2-

INTRODUCCION……..-5-

Contexto Internacional de la producción de carne porcina……..-5-
Contexto Nacional……-5-
Costos alimentación e índice de conversión…….. -6-
Influencia de la molienda…….. -7-
Influencia de la castración…… -7-
Sistemas de producción porcina…….. -8-

OBJETIVO…….-9-

HIPOTESIS……-9-

MATERIALES Y MÉTODOS…….-10-

- *Localización del ensayo*……..-10-
- *Metodología a emplear y Diseño Experimental*……..-10-
- *Cronograma de tareas*……..-10-
- *Estimación de índices productivos*……..-11-
- *Análisis estadístico*……..-11-
- *Supuestos del Modelo*……..-11-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN……-13-

- *Molienda del Alimento*……..-13-
- *Castración*……..-17-

CONCLUSIONES…….-22-

ANEXO ……..……-23-

REFERENCIAS…….-27-

BIBLIOGRAFÍA……-28-

INDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

Tabla N°1: Principales datos de los 12 galpones de molienda normal…….....-13-
Tabla N°2: Principales datos de los 12 galpones de molienda fina…….....-13-
Tabla N°3: Datos promedio para cada tratamiento (Molienda) ……..-14-
Tabla N°4: Medidas resumen del análisis estadístico (Molienda)……..…..-15-
Grafico N°1: Gráfico de Caja para tratamiento Molienda (Box Plot)……..…-15-
Tabla N°5: Resultados de Shapiro Wilks y Levenne (Molienda)……..…-15-
Tabla N°6: Resumen de la Prueba de Tukey (Molienda)……..…-16-
Grafico Nº2: Efecto de los distintos grados de molienda en la CA…….-16-
Tabla N°7: Principales datos de los 12 galpones de Castración Quirúrgica……-17-
Tabla N°8: Principales datos de los 12 galpones de Castración Inmunológica……-17-
Tabla N°9: Datos promedio para cada tratamiento (Castración)……..-18-
Tabla N°10: Medidas resumen del análisis estadístico (Castración)……..…...-18-
Grafico N°3: Grafico de caja para tratamiento Castración (Box Plot)…….-19-
Tabla N°11: Resultados de Shapiro Wilks y Levenne (Castración)……-19-
Tabla N°12: Resumen de la Prueba de Tukey (Castración)……..…-20-
Grafico Nº4: Efecto de los distintos tipos de Castración en la CA……..-20-

GRÁFICOS Y TABLAS DEL ANEXO

Tabla N° A1: Resumen de la prueba Shapiro-Wilks (Molienda)……-23-
Grafico Nº A1: Q-Q Plot: Conversión Alimenticia (Molienda)……...-23-
Tabla Nº A2: Prueba de Levene (Molienda)……-24-
Grafico N°A2: Grafico de Dispersión (Molienda)……-24-
Tabla N° A3: Resumen de la prueba Shapiro-Wilks (Castración)……-25-
Grafico Nº A3: Q-Q Plot Conversión Alimenticia (Castración)……...-25-
Tabla Nº A4: Prueba de Levene (Castración)……-26-
Grafico N° A4: Grafico de Dispersión (Castración)……-26-

INTRODUCCIÓN

Contexto Internacional de la producción de carne porcina

Las carnes porcinas son las más consumidas en el mundo, llegando en algunos países europeos a niveles de consumo superiores a los 65 kg por habitante /año, siendo el consumo promedio a nivel mundial 16 kg (Manual BPP, INTA, 2012).

La producción global de carne de cerdos ronda los 103 millones de toneladas anuales (Gabosi, 2011). En los últimos años, esta producción incorporó un creciente progreso tecnológico pasando a ocupar el primer lugar en el volumen de carne consumida (Brunori, 2013).

En la actualidad, transformar el grano en carne de cerdo representa un incremento de dos veces los valores que se obtienen por la venta del grano (Fundación Mediterránea, 2011).

Contexto Nacional de la producción de carne porcina

La producción porcina Argentina se desarrolla en un escenario de oportunidades y desafíos que tiene su fundamento en los siguientes aspectos:

- *Mercado externo*: Los principales países productores de cerdos del mundo son China, Unión Europea, EEUU y Brasil. A su vez, estos países son, en el mismo orden de importancia, los que mayor consumo de carne de cerdo por habitante/año tienen (Brunori, 2013).

Los principales países que exportan carne de cerdo al mundo son EEUU con el 33,5 %, Unión Europea (31,5 %), Canadá (17,3 %) y Brasil (8,4 %). Argentina produce el 0,32 % de la carne de cerdo del mundo y participa solamente con el 0.09 % del volumen de carne que se exporta a nivel mundial (Brunori, 2013).

- *Mercado interno*: La caída del consumo de carne bovina en el país, genera una oportunidad para que la carne de cerdo se posicione como una carne sustituta (Brunori, 2013). Según la información del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación (Anuario 2011) la producción Argentina es de 301.427 toneladas, obtenidas a partir de la faena de 3.442.760 cerdos con un promedio de 105 kilos vivos.

Argentina es uno de los pocos países del mundo cuyo consumo de proteína animal, supera en promedio los 100 kilos por habitante/año (2010: bovinos 55 kg.; aves: 38 kg. y porcinos: 8 kg). Pese a esto, el consumo de porcinos es la mitad que la media mundial, y se estima que se reparte en partes iguales entre carne procesada en embutidos y chacinados, y carne fresca (Gabosi, 2011).

En lo que hace a los indicadores de eficiencia productiva, se estima que 39 % de las madres se encuentran bajo sistemas de producción intensiva (en confinamiento) con una productividad promedio por madre/año de 20 animales terminados. El 61 % restante se encuentran bajo sistemas de producción a campo o mixtos cuya productividad por madre/año se estima alrededor de 10-14 animales (Brunori, 2013).

Existe actualmente una demanda insatisfecha de carne de cerdos lo que deberá cubrirse con un aumento de la producción. Argentina dispone de condiciones inmejorables para producir carnes: el menor costo de producción global de granos y oleaginosos, condiciones geopolíticas óptimas (clima, extensión de tierras, agua, etc.), disponibilidad de mano de obra calificada, condiciones sanitarias excelentes, y la oportunidad de cambiar exportación de granos por exportación de carnes (Gabosi, 2011).

A su vez, Argentina posee algunas ventajas importantes en cuanto a lo que se refiere a su status sanitario (libre de PRRS, PPC); sin embargo los volúmenes de producción están muy por debajo de los que se podrían obtener y vender en el mercado local e internacional (Manual BPP, INTA, 2012).

Costos alimentación e índice de conversión

La cantidad y calidad de los alimentos consumidos por los cerdos son determinantes en la rentabilidad del negocio porcino. El costo de alimentación representa aproximadamente un 70% del costo total de producción, por lo que su uso eficiente incide en una mayor o menor rentabilidad del sistema (Manual BPP, INTA, 2012).

Entendemos el índice de conversión (IC) como los kilos de alimento necesarios para aumentar un kilo de peso vivo. Relaciona una gran parte de los costos de producción (costo de alimentación) y la producción de carne.

La conversión alimenticia es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen.

Siendo este un valor tan directamente relacionado con la rentabilidad de la granja, es de gran interés conocer su valor y poder determinar cuáles son los factores influyentes para poder definir en cada caso como mejorarla. (Yangue, 2012).

Influencia de la molienda

Es de destacar la marcada importancia que tiene el tamaño de la partícula en la confección de raciones. Un molido muy fino incrementa el costo de confección y las pérdidas de nutrientes por polvo, aumentando también la incidencia de úlceras gástricas (Manual BPP, INTA, 2012).

La granulometría de los ingredientes que componen un alimento balanceado tiene marcada influencia sobre la eficiencia de conversión (Walker, 1999).

Al disminuir el tamaño de la partícula, aumenta la digestibilidad de los nutrientes, el costo de molienda y mejora el desempeño de los cerdos ya que las partículas más finas son mejor atacadas por las enzimas, particularmente en la parte superior del tracto digestivo, y los índices de conversión mejoran (Mateos, 2005).

Los piensos en harina tienen generalmente más desperdicios que en pellets, lo que aparentemente podría llevar a la conclusión de que los pellets son mejor consumidos. (Lizaso, 1995).

Influencia de la castración

La castración tiene muchas implicaciones tanto desde el punto de vista del bienestar animal como del de la eficiencia productiva. Es por esto que se ha trabajado en encontrar técnicas alternativas con las que se consigan los mismos efectos sin necesidad de la aplicación de la castración quirúrgica (Bravo de Laguna Ortega, 2011).

Los cerdos sometidos a castración quirúrgica transforman el alimento en carne magra menos eficientemente que los machos enteros. Esto se traduce en un costo superior, como así también un impacto ambiental mayor para llegar al mismo peso (producen mayor cantidad de heces y fosfatos, y consumen más energía) (Rinaudo, 2010).

A su vez, los machos enteros presentan mejores patrones de crecimiento y canales más magros y, por lo tanto, se obtienen ganancias extra (Rinaudo, 2010).

La inmunocastración consiste en una vacuna (Improvac) que contiene como principio activo un análogo incompleto y sintético del factor de liberación de gonadotrofina (GnRF); que controla el desarrollo y función de los testículos en cerdos. (Descripción del producto, IMPROVAC, 2015).

Por lo tanto, al estimular el sistema inmunitario del cerdo a producir anticuerpos específicos frente a la GnRF, se inhibe temporalmente la función testicular y a su vez, detiene la producción y acumulación de los componentes responsables del olor sexual (Descripción del producto, IMPROVAC, 2015).

"Improvac" significa un cambio cualitativo, al suplantar castración quirúrgica, lo que posibilita introducirse en un sistema de manejo más amigable para el animal, superando las instancias de dolor y estrés causados por la extirpación tradicional (Rinaudo, 2010)

Al mismo tiempo, a través de la vacuna se obtiene una mejora en la calidad de carne de animales machos al prevenir el "olor sexual". A diferencia del método convencional, posibilita patrones de crecimiento semejante a los de cerdos intactos, contemplando una conversión alimenticia más eficiente (Rinaudo, 2010).

A partir de diversos estudios se comprobó que la inmunocastración permite: una mejor conversión alimenticia que los castrados quirúrgicamente, mayor producción de carne magra y menos grasa dorsal (Información técnica, IMPROVAC, 2015).

Sistemas de producción porcina

El establecimiento del cual se obtuvieron los datos, se desarrolla bajo un sistema intensivo de producción, en el cual los animales se encuentran en confinamiento en galpones especialmente diseñados y equipados para las distintas etapas de la vida de los cerdos.

El criadero se encuentra dividido en tres "Sitios":

- Sitio I: se llevan a cabo todas las actividades relacionadas con la reproducción (preparación de futuras madres, extracción y preparación del semen, detección de celo e inseminación artificial, y gestación) y a su vez, las actividades relacionadas a la maternidad (instancias previas, durante y post-parto hasta el destete de los lechones)
- Sitio II: se llevan a cabo las actividades relacionadas con la recría de los lechones, desde el destete hasta los 60-70 días de vida, o 25-30kg de peso.
- Sitio III: se llevan a cabo las actividades relacionadas con el engorde y la terminación de los animales para su faena (100-115kg).

En este trabajo se ha evaluado la conversión del alimento (en función del tipo de castración y las distintas granulometrías del alimento) en cerdos que se encontraban en la etapa de engorde-terminación, es decir, en el sitio III.

OBJETIVO

El principal objetivo del presente trabajo es estudiar mediante ensayos la respuesta de los animales en cuanto al índice de conversión alimenticia, en función de:

- La granulometría del alimento: molienda normal (700 micras) vs molienda fina (500 micras).

- La aplicación a los machos del inmuno-castrador Improvac, con respecto a los castrados quirúrgicamente.

HIPÓTESIS

En un esquema de producción donde se les brinda a los animales las mismas condiciones ambientales, sanitarias y alimenticias, se busca observar si hay una mejor conversión alimenticia (CA), de los cerdos tratados con el inmuno-castrador Improvac, con respecto a aquellos castrados quirúrgicamente.

Por otro lado, bajo las mismas condiciones ambientales y sanitarias, se busca observar si mejora la conversión alimenticia al modificar la molienda normal del alimento hacia una más fina.

En la producción intensiva de cerdos, la alimentación es uno de los mayores costos; por lo tanto, mejorar la conversión del alimento traería aparejado un mejor margen bruto y rentabilidad de la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Localización del ensayo

El ensayo se realizó en el establecimiento porcino "PACUCA S.A.", ubicado sobre la Ruta Nacional 205, Km. 142,5 (Roque Pérez, Provincia de Buenos Aires.)

- Metodología a emplear y Diseño Experimental

En el criadero se accedió a los galpones del sitio III donde se realiza el engorde, en los cuales se tomaron los datos necesarios para determinar la conversión alimenticia de los cerdos: Kg de alimento consumidos y kg ganados en esta etapa. Por lo tanto, se debió conocer la totalidad de alimento entregado por galpón como así el peso de ingreso y el de egreso del total de los animales.

Esto se realizó simultáneamente en galpones en los cuales los animales reciben alimento de diferente granulometría. Se tomaron datos de 12 galpones de 1497 animales promedio, que reciben alimento de 700 micras (molienda normal), y otros 12 galpones de 1527 animales que reciben alimento de 500 micras (molienda fina).

A su vez, se tomaron datos en galpones de animales inmunocastrados y en otros galpones donde se les realizó castración quirúrgica, para poder realizar la comparación deseada. Se contó con 12 galpones de 1468 animales promedio, en los que se realizó castración quirúrgica (grupo control) y 12 galpones de 1491 animales promedio, en los que se realizó inmunocastración (grupo experimental).

- Cronograma de tareas

Se realizó la visita al establecimiento porcino los días 12 y 13 de Junio (2014) para conocer las instalaciones y el funcionamiento del criadero y a su vez, recopilar material de interés. Posteriormente se realizó una visita el día 14 de Octubre (2014) para recolectar los datos necesarios.

Se procedió a elaborar y desarrollar los objetivos, introducción, metodología, etc entre los meses de Diciembre (2014) y Febrero (2015).

Se realizó el análisis estadístico y la elaboración final del trabajo entre los meses de Marzo y Julio (2015).

La entrega final del trabajo se realizó en Agosto (2015).

- **Estimación de índices productivos**

La variable respuesta del análisis (Conversión Alimenticia) es calculada en el establecimiento por el Programa PIG CHAMP (Programa de Gestión de Granjas de la Universidad de Minnesota), al cual se le cargan los datos sobre la cantidad de alimento suministrado a los animales, el peso (Kg) de los mismos al ingreso y egreso del galpón.

- **Análisis estadístico**

El análisis estadístico fue realizado utilizando el programa estadístico "Infostat" (FCA Universidad Nacional de Córdoba).

Los resultados para la Conversión Alimenticia fueron analizados mediante un Análisis de la Varianza (ANOVA) en un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA).

El ANOVA permite comparar dos o más medias poblacionales asociadas a tratamientos. Se utiliza cuando existe una variable dependiente o respuesta (cuantitativa), y una o más variables independientes (cualitativas o cuantitativas) que afectan a la variable respuesta. De esta manera se logra determinar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las poblaciones de cada tratamiento.

Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando la prueba de Tukey. Se consideraron significativas aquellas pruebas con $p < 0,05$ de significación.

- **Supuestos del Modelo**

Para que las conclusiones del ANOVA sean válidas, se deben verificar los siguientes supuestos:

- Las muestras deben ser aleatorias y las observaciones independientes entre sí.
- Los tratamientos deben tener la misma variabilidad *(homocedasticidad)*
- Las observaciones de cada tratamiento deben proceder de poblaciones normales *(Normalidad)*

Homocedasticidad

Consiste en suponer que todos los tratamientos tienen la misma variabilidad.

Analíticamente se realiza la "Prueba de Levene" cuyo objetivo es realizar un análisis de la varianza usando como variable dependiente el valor absoluto de los residuos.

A su vez, se realiza un gráfico de dispersión en el que se representan los Residuos Estandarizados vs los Predichos. Se espera obtener una distribución al azar y con variabilidad constante.

Normalidad

Consiste en suponer que las observaciones de cada tratamiento proceden de poblaciones normales. Se seleccionan los residuos como variable de análisis tanto grafico como analítico.

Para el análisis gráfico, se elabora un Q-Q Plot Normal, mediante el cual se obtiene un diagrama de dispersión de los residuos obtenidos versus los cuantiles teóricos de una distribución normal. Si los residuos son normales y no hay otros defectos del modelo, se alinean sobre una recta a 45º.

Analíticamente se realiza la "Prueba de Shapiro-Wilks" cuyos cálculos se resuelven mediante software. Esta prueba permite probar la normalidad de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) MOLIENDA DEL ALIMENTO

El primer factor analizado fue la molienda del alimento de cerdos en engorde, con 2 niveles:

- Molienda Normal: 700 micras (grupo control)
- Molienda Fina: 500 micras (grupo experimental)

Se tomaron datos de 12 galpones de aproximadamente 1500 animales promedio, para cada tratamiento. A continuación se detallan los principales datos obtenidos a partir de los mismos:

MOLIENDA NORMAL

N° Galpón	Peso Inicial (Kg)	Días	Peso Final (Kg)	CA	GDP (kg)	Consumo (kg)	Mortan-dad	Descarte (%)	Cerdos Ingresados	Kg Total Vend
2	29,10	88,49	112,97	2,50	0,92	2,21	1,79	0,89	1567	**173856**
3	30,78	88,41	113,42	2,46	0,91	2,23	1,79	1,46	1567	**173856**
4	29,57	87,76	114,93	2,51	0,94	2,36	2,46	1,30	1463	**164006**
5	28,74	87,65	114,11	2,46	0,96	2,35	1,32	0,59	1518	**170933**
6	27,69	85,67	108,93	2,46	0,92	2,26	2,25	1,71	1464	**155885**
7a	31,83	88,66	117,84	2,56	0,95	2,42	1,72	0,62	1450	**167928,7**
7b	31,26	90,93	114,37	2,52	0,9	2,28	0,8	0,87	1498	**169950,5**
7c	31,53	89,48	115,99	2,58	0,92	2,38	1,71	0,79	1520	**173293,2**
7d	32,11	91,47	116,31	2,56	0,9	2,32	1,28	0,67	1483	**170284,4**
7e	32,02	89,78	116,56	2,58	0,91	2,54	2,24	0,41	1472	**167732,8**
7f	31,22	92,45	116,85	2,54	0,91	2,31	1,3	0,59	1536	**177148,8**
8	31,60	88,58	113,82	2,53	0,92	2,31	0,99	1,20	1421	**160141**
PROMEDIO	**30,62**	**89,11**	**114,68**	**2,52**	**0,92**	**2,33**	**1,64**	**0,92**	**1497**	**168751,38**
TOTAL							20		17959	**2025016,5**

Tabla N°1: Principales datos obtenidos a partir de los 12 galpones cuyos animales recibieron alimento de molienda normal (700 micras).

MOLIENDA FINA

N° Galpón	Peso Inicial (Kg)	Días	Peso Final (Kg)	CA	GDP (kg)	Consumo (kg)	Mortan-dad	Descarte (%)	Cerdos Ingresados	Kg Total Vend
2	29,13	88,07	113,60	2,35	0,92	2,18	2,69	1,05	1526	**168691**
3	30,15	87,84	115,85	2,36	0,94	2,22	2,89	0,46	1525	**171574**
4	28,78	86,80	113,73	2,41	0,95	2,29	2,14	1,17	1543	**171456**
5	28,82	88,01	113,55	2,45	0,94	2,30	1,85	0,75	1461	**163084**
6	27,97	87,34	111,87	2,44	0,93	2,28	2,01	1,08	1393	**152700**
7a	30,13	88,71	120,37	2,39	1	2,38	1,32	0,82	1585	**188255,7**
7b	31,01	90,13	114,56	2,45	0,91	2,23	1,18	0,72	1528	**172990,8**
7c	31,55	88,54	122,31	2,35	1	2,34	2,03	0,92	1527	**182978,9**
7d	30,01	90,14	113,62	2,45	0,91	2,21	1,78	0,51	1569	**175092,6**
7e	31,64	89,31	117,39	2,46	0,94	2,32	1,21	0,25	1572	**182304,3**
7f	29,03	91,63	112,88	2,43	0,89	2,17	1,97	0,44	1575	**174283,7**
8	32,83	89,06	114,73	2,40	0,90	2,17	1,25	0,39	1523	**172556**
PROMEDIO	**30,09**	**88,80**	**115,37**	**2,41**	**0,94**	**2,26**	**1,86**	**0,71**	**1527**	**172997,3**
TOTAL							22		18327	**2075968,2**

Tabla N°2: Principales datos obtenidos a partir de los 12 galpones cuyos animales recibieron alimento de molienda fina (500 micras).

PROMEDIOS	Molienda NORMAL	Molienda FINA
Peso Inicial (Kg)	30,62	30,09
Días	89,11	88,80
Peso Final (Kg)	114,68	115,37
Conversion Alimenticia	**2,52**	**2,41**
GDP (Kg)	0,92	0,94
Consumo (Kg)	2,33	2,26
Mortantad	1,64	1,86
% Descarte	0,92	0,71
Cerdos Ingresados	1497	1527
Suma de Kg Total Vend	168751,38	172997,35

Tabla N°3: Resumen de los datos promedio para cada tratamiento.

- **Modelo Estadístico**

Factor: Molienda del alimento

Variable respuesta: Conversión Alimenticia

Repeticiones: 12 repeticiones con el tratamiento 1- *Molienda normal del alimento* (700 micras); y 12 repeticiones con el tratamiento 2- *Molienda fina del alimento* (500 micras)

Fórmula Aplicable: MODELO

$$y_{ij} = \mu + \square_i + \square_{ij}$$

Dónde:

- y_{ij} es el valor de la variable respuesta (CA) en cada u.e. (galpón).
- μ es la media general o media de la población
- $\square_i$ es el efecto del tratamiento *i, (MOLIENDA)* y que es común a todos los individuos que recibieron ese tratamiento
- $\square_{ij}$ es el residuo o error aleatorio que existe dentro de cada tratamiento, entre los individuos. LOTES DE CERDOS

- **Análisis estadístico**

Medidas resumen

Tratamiento(Molienda)	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Fina	C.A.	12	2,41	0,04	2,35	2,46
Normal	C.A.	12	2,52	0,04	2,46	2,58

Tabla N° 4: Medidas resumen del análisis estadístico del tratamiento Molienda.

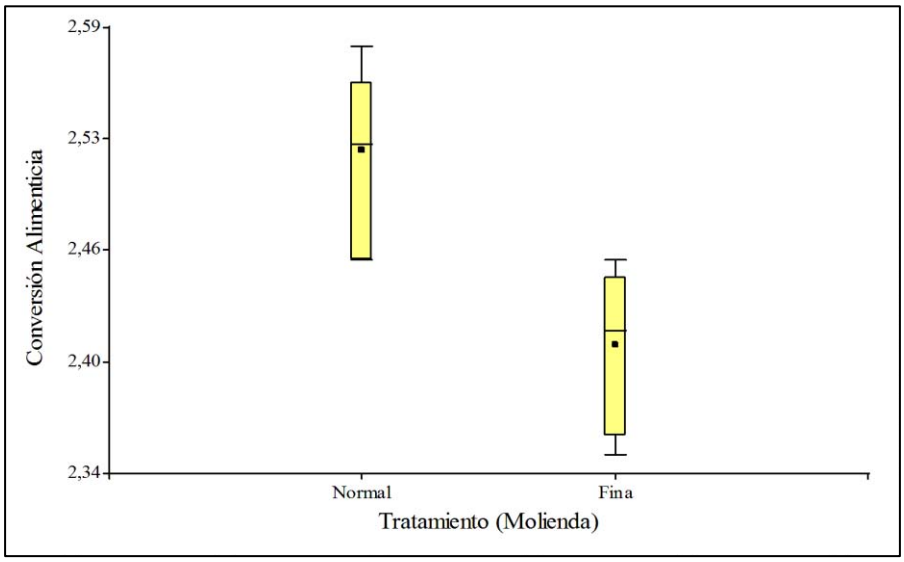

Grafico N°1: Grafico de caja (Box Plot).

Supuestos del Modelo: Normalidad y homocedasticidad

Para probar la normalidad, analíticamente se utilizo la prueba de Shapiro-Wilks (Anexo - Tabla NºA1) y el gráfico QQ Plot (Anexo - Gráfico N°A1). Para la homocedasticidad, se utilizó la prueba de Levene (Anexo - Tabla NºA2) y el Grafico de Dispersión (Anexo - Gráfico N°A2).

Los resultados del estudio de los supuestos del modelo se muestran en la Tabla N°5.

CA (kg) vs Molienda	**valor P**
Shapiro-Wilks	0,1562
Levene	0.8506

Tabla N°5: Resultados de las Pruebas de Shapiro Wilks y Levenne

A partir de estos resultados podemos concluir que no se encontraron evidencias de incumplimiento de los supuestos en ningún caso (pv>0,05). Por lo que cada tratamiento posee una distribución normal y tiene la misma variabilidad.

Habiendo verificado el cumplimiento de los supuestos del modelo DCA (ver Anexo), se realiza la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas entre tratamientos, en caso de haberlas.

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
C.A.	24	0,76	0,75	1,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	0,1	1	0,1	69,76	<0,0001	
Tratamient	0,1	1	0,1	69,76	<0,0001	
Error	0,03	22	1,40E-03			
Total	0,13	23				

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03166

Error: 0,0014 gl: 22

Tratamient	Medias	n	E.E.		
Fina	2,41	12	0,01	A	
Normal	2,53	12	0,01		B

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

Tabla N°6: Resumen de la Prueba de Tukey

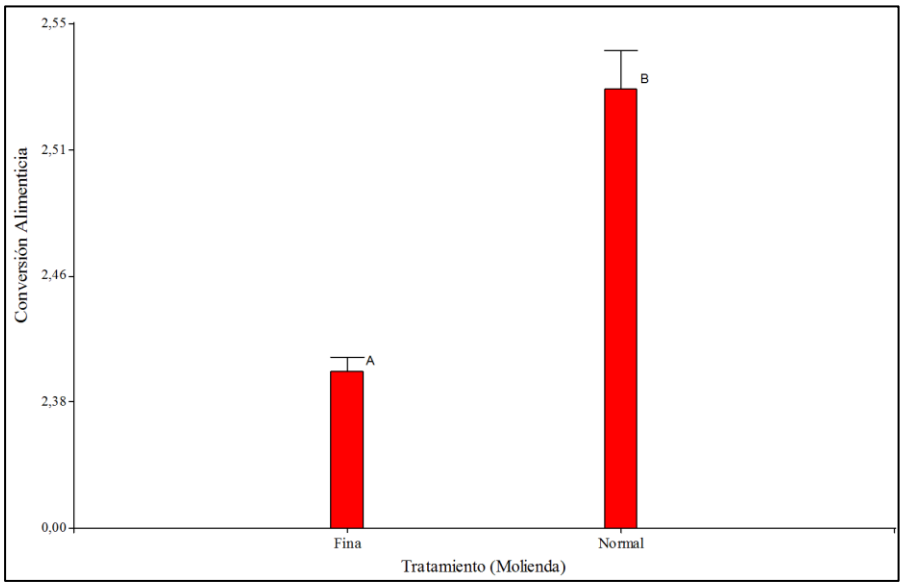

Grafico Nº2: Efecto de los distintos grados de molienda del alimento en la Conversión Alimenticia de cerdos en engorde. (*Letras distintas indican medias con diferencias significativas, p<0,05)*

En los animales que recibieron alimento de molienda normal (700 micras) se obtuvo una media de conversión de Alimento de 2,53, mientras que los que recibieron alimento de molienda fina (500 micras) se obtuvo una media de 2,41.

Luego de aplicar el análisis de la varianza, puede observarse que el alimento de molienda fina produjo una mejora significativa en la conversión alimenticia de los cerdos (p<0,05), con respecto al alimento de molienda normal.

2) CASTRACIÓN

El segundo factor analizado fue la metodología de castración utilizada en cerdos machos en engorde, en dos niveles:

- Quirúrgica: Grupo control
- Inmunológica: Grupo Experimental.

Se tomaron datos de 12 galpones de aproximadamente 1500 animales promedio, para cada tratamiento. A continuación se detallan los principales datos obtenidos a partir de los mismos:

QUIRÚRGICA

N° Galpón	Peso Inicial (Kg)	Días	Peso Final (Kg)	GDP (Kg)	CA	Consumo (Kg)	Mortan-dad	Descarte (%)	Kg total vendido	Cerdos Ingresa-dos
5	32,94	81,97	108,96	0,90	2,54	2,28	2,15	0	158642	1488
4	33,89	80,85	111,20	0,92	2,57	2,37	2,46	1	158789	1464
4	34,69	82,09	117,44	0,99	2,59	2,55	1,54	0	157247	1360
3	35,14	81,93	120,29	1,02	2,58	2,62	1,58	0	157215	1328
3	32,48	85,06	117,48	0,98	2,58	2,53	1,37	0	169176	1460
2	32,01	85,2	117,29	0,98	2,56	2,51	1,51	0	167960	1454
2	33,75	85,95	120,91	0,99	2,61	2,58	1,73	0	178107	1499
1	33,58	85,11	119,37	0,99	2,69	2,66	1,38	1	178941	1520
1	32,05	88,4	124,63	1,03	2,54	2,61	1,44	0	179336	1460
7	31,88	88,12	119,73	0,97	2,69	2,6	2,28	1	179468	1534
7	31,55	88,03	121,82	0,99	2,6	2,57	2,64	0	184063	1552
6	32,10	86,87	119,85	0,98	2,59	2,54	2,14	0	175340	1495
PROMEDIO	**33,01**	**84,97**	**118,25**	**0,98**	**2,60**	**2,54**	**1,85**	**0**	**170357**	**1468**
TOTAL							22,2		2044283	17614

Tabla N°7: Principales datos obtenidos a partir de los 12 galpones en los cuales a los animales se les realizo Castración Quirúrgica.

INMUNOLÓGICA

N° Galpón	Peso Inicial (Kg)	Días	Peso Final (Kg)	GDP (Kg)	CA	Consumo (Kg)	Mortan-dad	Descarte (%)	Kg total vendidos	Cerdos Ingresa-dos
7	32,93	85,33	118,48	0,99	2,41	2,37	1,13	0	176144	1504
6	34,25	84,76	119,62	0,99	2,34	2,31	1,37	0	181099	1535
5	32,68	84,61	117,68	0,99	2,37	2,33	1,31	0	177700	1530
4	33,84	84,38	117,56	0,97	2,42	2,36	1,37	0	177874	1534
1	33,96	85,62	118,38	0,97	2,44	2,38	0,86	1	163599	1394
7	32,66	86,65	119,09	0,98	2,44	2,4	1,18	0	178868	1520
6	31,65	88,23	118,36	0,97	2,41	2,34	0,96	0	170550	1455
5	32,51	88,68	122,53	1	2,57	2,56	1,18	0	164676	1360
4	31,44	89,14	123,33	1,02	2,52	2,56	1,10	1	177594	1456
3	32,24	89,18	122,19	0,98	2,44	2,39	1,91	1	188657	1574
2	30,58	89,45	124,87	1,03	2,49	2,58	1,40	1	184812	1501
4	31,55	88,54	122,31	1,00	2,35	2,34	2,03	1	182979	1527
PROMEDIO	**32,52**	**87,05**	**120,37**	**0,99**	**2,43**	**2,41**	**1,32**	**1**	**177046**	**1491**
TOTAL							15,8		2124553	17890

Tabla N°8: Principales datos obtenidos a partir de los 12 galpones en los cuales a los animales se les realizo Castración Inmunológica.

PROMEDIOS	Quirúrgica	Inmunológica
Peso Inicial (Kg)	33,01	32,52
Dias	84,97	87,05
Peso Final (Kg)	118,25	120,37
CA	**2,60**	**2,43**
GDP (Kg)	0,98	0,99
Consumo (Kg)	2,54	2,41
Mortandad	1,85	1,32
% Descarte	0,39	0,52
Animales por galpon	1468	1491
Total Cerdos Ingresados	17614	17890

Tabla N°9: Resumen de los datos promedio para cada tratamiento.

-Modelo estadístico

Factor: Aplicación del Inmuno-Castrador Improvac

Variable respuesta: Conversión Alimenticia

Repeticiones: 12 repeticiones con el tratamiento *1- Castración Quirúrgica*; y 12 repeticiones con el tratamiento *2- Aplicación del inmuno- castrador Improvac.*

Fórmula Aplicable: MODELO

$$y_{ij} = \mu + \square i + \square ij$$

Dónde:

- y_{ij} es el valor de la variable respuesta (CA) en cada u.e. (galpón)
- μ es la media general o media de la población
- $\square_i$ es el efecto del tratamiento *i, (CASTRACION)* y que es común a todos los individuos que recibieron ese tratamiento
- $\square_{ij}$ es el residuo o error aleatorio que existe dentro de cada tratamiento, entre los individuos. LOTES DE CERDOS

- Análisis estadístico

Medidas resumen

Tratamiento (Castración)	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Inmunologica	CA	12	2,43	0,07	2,34	2,57
Quirurgica	CA	12	2,6	0,05	2,54	2,69

Tabla N°10: Medidas resumen del análisis estadístico del tratamiento Castración.

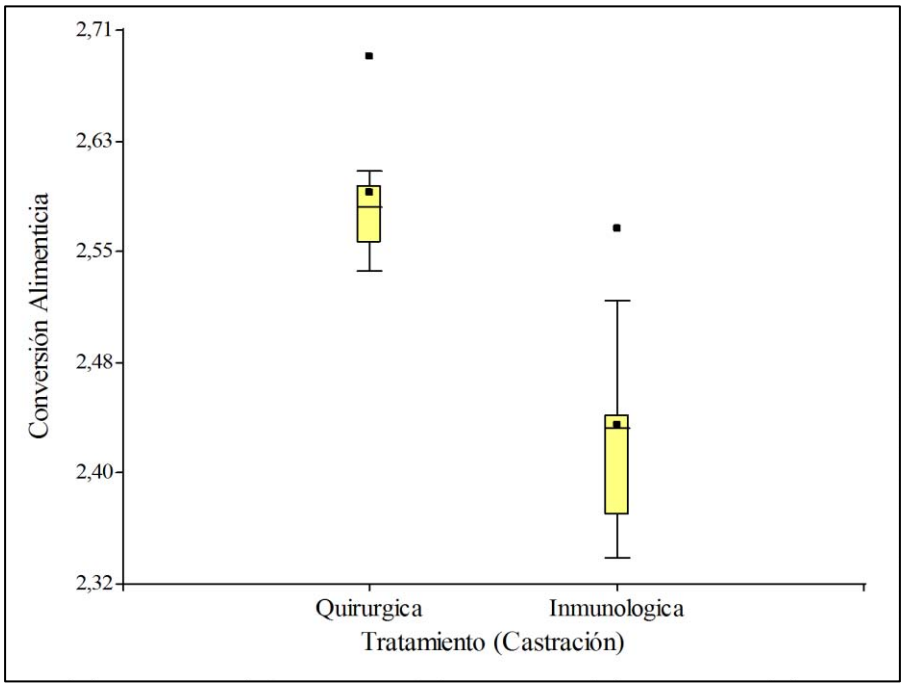

Grafico N°3: Grafico de caja (Box Plot).

- **Supuestos del Modelo: Normalidad y homocedasticidad**

Para probar la normalidad, analíticamente se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks (Anexo - Tabla NºA3) y el gráfico QQ Plot (Anexo - Gráfico N°A3). Para la homocedasticidad, se utilizó la prueba de Levene (Anexo - Tabla NºA4) y el Grafico de Dispersión (Anexo - Gráfico N°A4).

Los resultados del estudio de los supuestos del modelo se muestran en la Tabla N°11.

CA (kg) vs Castración	**valor P**
Shapiro-Wilks	0,1588
Levene	0,3492

Tabla N°11: Resultados de las Pruebas de Shapiro Wilks y Levenne

A partir de estos resultados podemos concluir que no se encontraron evidencias de incumplimiento de los supuestos en ningún caso (pv>0,05). Por lo tanto cada tratamiento utilizado posee una distribución normal y tiene la misma variabilidad.

Habiendo verificado el cumplimiento de los supuestos del modelo DCA (ver Anexo), se realiza la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas entre tratamientos, en caso de haberlas.

Análisis de la varianza

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
CA	24	0,67	0,66	2,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,16	1	0,16	44,71	<0,0001
Tratamiento	0,16	1	0,16	44,71	<0,0001
Error	0,08	22	0,0035		
Total	0,23	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05014

Error: 0,0035 gl: 22

Tratamiento	Media	n	E.E.		
Inmunologica	2,43	12	0,02	A	
Quirurgica	2,6	12	0,02		B

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

Tabla N°12: Resumen de la Prueba de Tukey

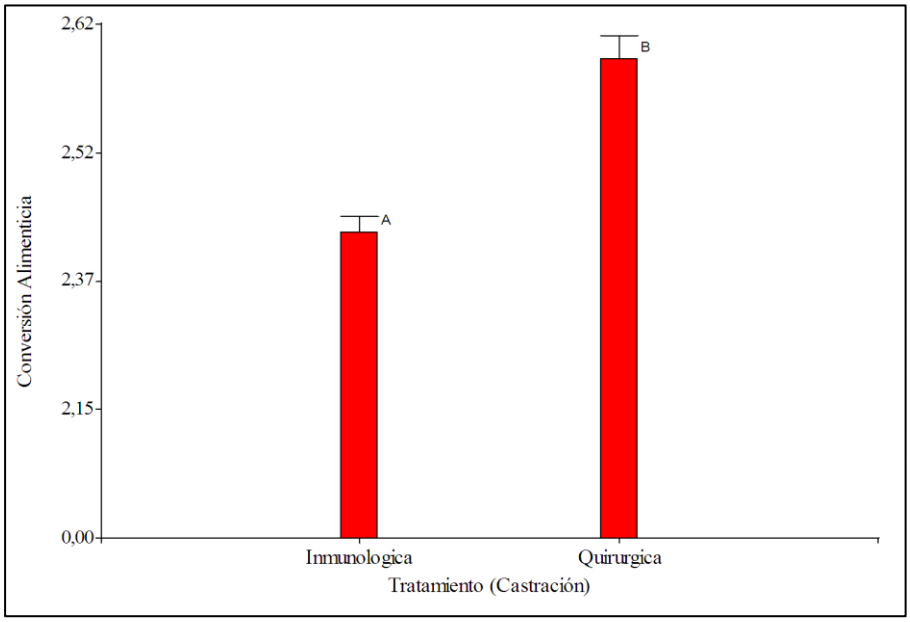

Grafico N°4: Efecto de los distintos tipos de Castración en la Conversión Alimenticia de cerdos en engorde. *(Letras distintas indican medias con diferencias significativas con p<0,05).*

En los animales inmuno-castrados se obtuvo una media de conversión de Alimento de 2,43, mientras que en los castrados quirúrgicamente se obtuvo una media de 2,60.

Al aplicar el análisis de la varianza, se observaron diferencias mínimas significativas en la conversión del alimento ($p < 0.05$) entre los animales tratados con el Inmuno-Castrador Improvac, con respecto a los castrados quirúrgicamente.

Puede observarse que el sistema de castración tiene una importante influencia sobre la conversión del alimento en los cerdos.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo, podemos concluir que con la molienda fina del alimento (500 micras) la mejora en la conversión alimenticia es de 0.11, lo que representa un 4.5% en comparación con la molienda normal del mismo.

Con respecto al tipo de castración, al utilizar la inmunocastración en lugar de la castración quirúrgica, la conversión alimenticia mejora en 0.17, representando un 6.5%.

Las diferencias observadas entre tratamientos son estadísticamente significativas ($p>0.05$) y válidas.

Por un lado, considerando lo anteriormente mencionado, podemos concluir que es recomendable la utilización de alimento de molienda fina (500 micras) en lugar de la molienda normal ya que mejora la conversión del alimento lográndose una mayor eficiencia en el engorde.

Por otro lado, en cuanto al tipo de castración, es conveniente la castración inmunológica en el engorde de cerdos machos lográndose una mejor conversión del alimento en carne, al disminuir el stress y dolor generado por la castración quirúrgica. De esta manera se logra un engorde más eficiente y al mismo tiempo se obtiene una mejora en la calidad de la carne al prevenir el "olor sexual" y se simplifica el manejo de los animales al mejorar su conducta agresiva.

En conclusión, ambos factores influyen en la conversión del alimento, lográndose una mejora significativa de ésta. A su vez hay otros factores tanto del ambiente como de la alimentación que influyen en el índice de conversión del alimento que podrían ser estudiados de igual manera, para lograr una máxima eficiencia en la conversión alimenticia.

Al ser la alimentación uno de los principales gastos/costos de la producción porcina, al lograr un engorde más eficiente se estaría logrando una mejora en la rentabilidad de la producción.

Esto se ve potenciado en producciones intensivas, donde se engordan grandes cantidades de animales por año, por lo que lograr mejoras de 4.5% - 6.5% en la conversión del alimento en carne tiene alto impacto en los costos de producción y por lo tanto mejora la rentabilidad del sistema.

ANEXO - SUPUESTOS DEL MODELO DCA:

1) Para el Tratamiento Molienda:

- Normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_C.A.	24	0	1,02	0,92	0,1562

Tabla N°A1: Resumen de la prueba Shapiro-Wilks (Modificado)

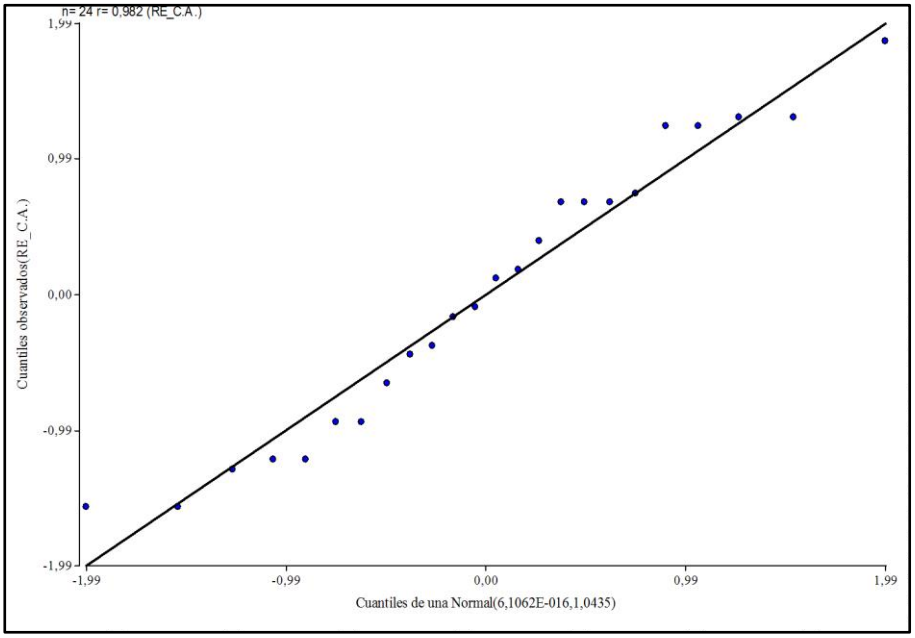

Grafico Nº A1: Q-Q Plot muestra una distribución normal de los datos de Conversión Alimenticia.

ANEXO - SUPUESTOS DEL MODELO DCA

- Homocedasticidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS_C.A.	24	0,0016	0	59,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,000017	1	0,000017	0,04	0,8506
Tratamiento	(0,000017	1	0,000017	0,04	0,8506
Error	0,01	22	0,00046		
Total	0,01	23			

Tabla Nº A2: Prueba de Levene (Análisis de la Varianza) para la Conversión Alimenticia (Tratamiento Molienda).

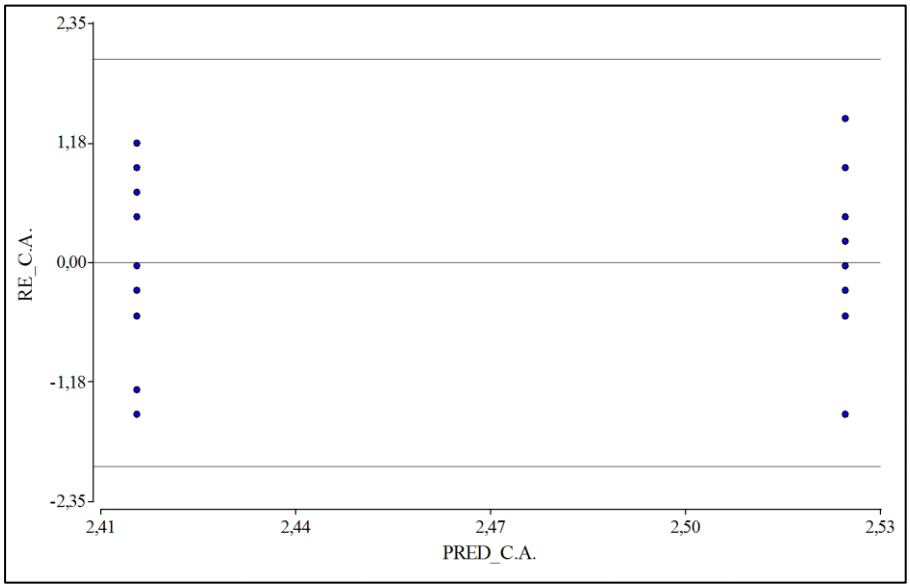

Grafico N° A2: Grafico de Dispersión: Residuos Estandarizados vs Predichos (Tratamiento Molienda).

2) Para el Tratamiento Castración:

- Normalidad:

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE_CA	24	0	1,02	0,92	0,1588

Tabla N°A3: Resumen de la prueba Shapiro-Wilks (Modificado).

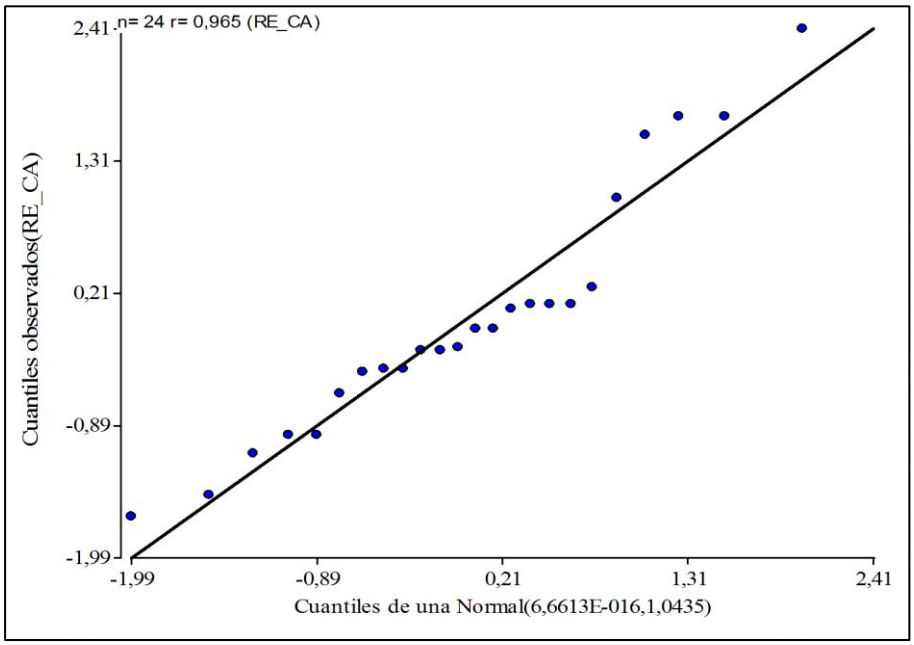

Grafico Nº A3: Q-Q Plot muestra una distribución normal de los datos de Conversión Alimenticia (Tratamiento Castración).

ANEXO - SUPUESTOS DEL MODELO DCA

- Homocedasticidad

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS CA	24	0,04	0	90,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,0013	1	0,0013	0,91	0,3492
Tratamiento	0,0013	1	0,0013	0,91	0,3492
Error	0,03	22	0,0015		
Total	0,03	23			

Tabla Nº A4: Prueba de Levene (Análisis de la Varianza) para la Conversión Alimenticia (Tratamiento Castración).

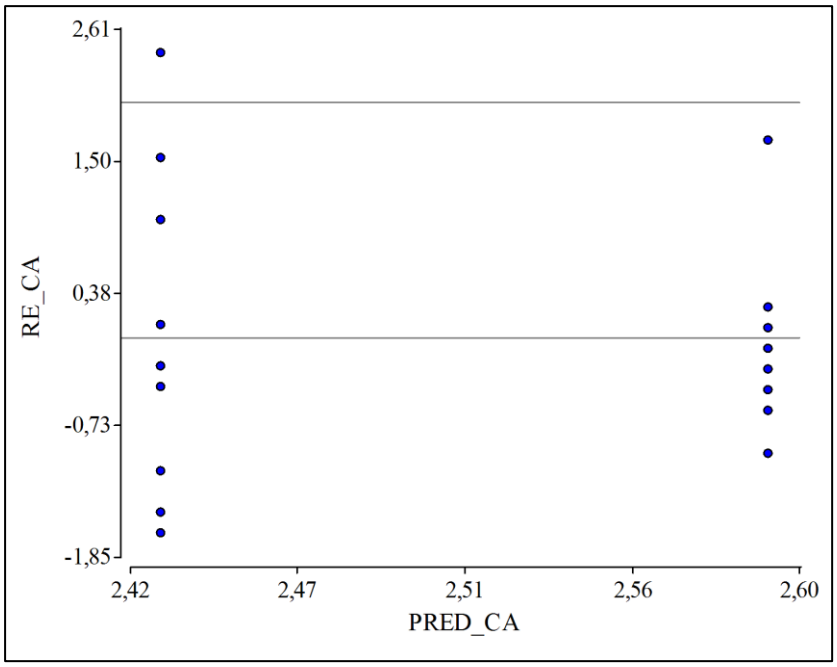

Grafico N° A4: Grafico de Dispersión: Residuos Estandarizados vs Predichos (Tratamiento Castración).

REFERENCIAS

- Bravo de Laguna Ortega, F. (2011). *Programas de alimentación en porcinos en función del sexo: efectos de la castración quirúrgica y la inmunocastración*.
- Brunori, J. C. (2013). *Producción de cerdos en argentina: situación, oportunidades, desafíos*. Sitio Argentino de Producción Animal
- Fundación Mediterránea. 2011. *Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal*.Cadena porcina IERAL. Documento de trabajo año 17 – edición n° 89.
- Gabosi, H. G. (2011). *Producción Porcina Argentina "la mejor alternativa para agregar valor en origen" ¿Por qué?* Congresos FEDNA "Avances en Nutrición y Alimentación Animal"
- *http://www.improvac.com/ar/informaci%C3%B3n-t%C3%A9cnica.aspx* IMPROVAC: Información técnica. Julio 2015.
- *http://www.improvac.com/ar/descripci%C3%B3n-del-producto.aspx* IMPROVAC: Descripción del producto. Julio 2015.
- INTA, E.E.A. Marcos Juárez (2012). *Manual de Buenas Prácticas Pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar*. Capitulo VIII: "Nutrición y alimentación: eficiencia de conversión".
- Lizaso, J. (1995). *Formulación de piensos para lechones en España: II. Factores que influyen en el consumo de pienso*. Congresos FEDNA "Avances en Nutrición y Alimentación Animal".
- Mateos, G.G.; García Valencia, D.; Vicente Piqueras, B. (2005). *Influencia del procesado de ingredientes y piensos terminados sobre la productividad en monogástricos*. Congresos FEDNA "Avances en Nutrición y Alimentación Animal".
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación(2011). *Anuario 2011*
- Rinaudo, J. P. (2010). *Una innovadora vacuna para cerdos se introducirá en argentina*. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Walker, T. (1999). *Aspectos físicos de los granos y efecto de la textura del alimento en la performance animal*. ASA -Australian Soybean Association-. Boletín Técnico Vol. AN 22.
- Yangue, A. (2012). *Índice de conversión porcina: factores de influencia*. Sitio Argentino de Producción Animal

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.elsitioporcino.com/
- http://www.fundacionfedna.org/publicaciones Congresos FEDNA "Avances en Nutrición y Alimentación Animal"
- http://www.infopork.com/post/3900/Actualidad_tendencia_y_futuro_del_Negocio_Porcino_en_Argentina.html
- http://inta.gob.ar/documentos/buenas-practicas-ganaderas-bpg-para-la-produccion-y-comercializacion-porcina-familiar/
- http://www.produccion-animal.com.ar "Producción Porcina"
- http://www.vacunaimprovac.com.ar/ar/informaci%C3%B3n-t%C3%A9cnica.aspx
- https://www.3tres3.com/