

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**



**“Eficiencia productiva y económica del suplemento alimenticio  
a base de minerales orgánicos y antioxidantes naturales en  
porcinos durante la etapa de crecimiento y acabado”**

**Tesis para optar el Título Profesional de:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Valeria Bisso Vereau**  
**Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **AGRADECIMIENTO**

Al señor Arturo Cuba, dueño de la granja en Huaral donde se realizó el estudio.

Al Dr. Cesar Martínez, quien me ayudo a diseñar el proyecto de tesis. Además de proporcionarme aditivo y los contactos necesarios para efectuar el estudio.

A toda mi familia y amigos incondicionales

Muchas gracias por el apoyo.

## ABSTRACT

The pig (*Sus scrofa domesticus*), is one of the species with the highest meat potential. The increase in the importance of pork as a source of food, brought advances in pig production, in genetic improvement and / or in the management of animals, so it is necessary to implement strategies in feeding programs, which meet the nutritional requirement and be able to carry out the expected tissue growth. Organic minerals and natural antioxidants today, could be an option to continue improving the productive efficiency of pig farming. Therefore, the objective of the study is to assess the efficiency of said additive through the evaluation of the productive parameters of the farm. For this, two groups of 65 animals each were selected, where the treatment group was 32 males (not castrated) and 33 females and the control group was 35 males (not neutered) and 30 females, with a genetic pic, Camborough 29 x MP 408. Both diets for both the control group and the treatment group were given the same farm formula, only 250 grams of the test additive was added to the diet of the treatment group, during the finishing phase (100- 148 days old). Information on weight gain, daily consumption was collected, and the cost per kilogram of weight gain and feed conversion was calculated. It was found that the treatment group obtained greater food conversion and greater weight gain than the control group. In addition to obtaining an additional 1.6 kg of the treatment group, the profitability of the additive vs the control group was confirmed. It was concluded that under the conditions of this study the treatment group managed to obtain better productive parameters therefore it remains as an alternative to use in the pig industry.

**Key words:** Algae meal, selenium, *Chlorella vulgaris*, porcine

## RESUMEN

El cerdo (*Sus scrofa domesticus*), es una de las especies con mayor potencial cárnico. El incremento de la importancia de la carne de cerdo como fuente de alimentación, trajo consigo avances en la producción porcina, en mejora genética y/o en el manejo de los animales, por ello se tiene que implementar estrategias en los programas de alimentación, que cumplan con el requerimiento nutricional y poder llevar a cabo el crecimiento tisular esperado. Los minerales orgánicos y antioxidantes naturales hoy en día, podrían ser una opción para seguir mejorando la eficiencia productiva de la crianza del cerdo. Por ello el objetivo del estudio es valorar la eficiencia de dicho aditivo a través de la evaluación de los parámetros productivos de la granja. Para ello se seleccionó dos grupos de 65 animales cada uno, donde el grupo tratamiento fue de 32 machos (no castrados) y 33 hembras y el grupo control fue de 35 machos (no castrados) y 30 hembras, con una genética pic, Camborough 29 x MP 408. A ambas dietas tanto para el grupo control y grupo tratamiento se les dio la misma fórmula de la granja, solo a la dieta del grupo tratamiento se le adicionó 250 gramos del aditivo a prueba, durante la fase de acabado (100-148 días de edad). Se recolectó información de la ganancia de peso, consumo diario, y se calculó el costo por kilogramo de ganancia de peso y conversión alimenticia. Se halló que el grupo tratamiento obtuvo mayor conversión alimenticia y mayor ganancia de peso que el grupo control. Además al obtener 1.6 kg adicionales el grupo tratamiento, se confirmó la rentabilidad del aditivo vs el grupo control. Se concluyó que bajo las condiciones de este estudio el grupo tratamiento logró obtener mejores parámetros productivos por lo tanto queda como una alternativa a usar en la industria porcina.

**Palabras clave:** Harina de algas, seleniolevadura, *Chlorella vulgaris*, porcinos

## INTRODUCCIÓN

El cerdo (*Sus scrofa domesticus*), es una de las especies con mayor potencial cárnico. Ha sido la base de la ganadería familiar que ha proporcionado proteínas y grasas de calidad para la población humana a lo largo de la historia. Hoy en día, la producción porcina es muy importante como proveedora de carne, aporta el 38% de consumo total de carne a nivel mundial. (Sánchez,2008).

En Perú actualmente existen 3.4 millones cerdos. De los cuales, ofrecen un rendimiento promedio nacional de 85 kilogramos por cerdo y una producción anual de 200 mil toneladas de carne. Se estima un total de 75 mil hembras reproductoras de alta genética en crianza intensiva o comercial y unas 150 mil en crianza familiar en todo el país (ganado criollo) (MINAGRI, 2018). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2018), mencionó que el consumo per cápita de carne de cerdo en Perú es en promedio de 6.5Kg, siendo la cifra la más baja de la región, ya que en Chile el consumo alcanza los 26Kg, Brasil y Argentina 14kg, Ecuador 10kg y Colombia 9,3 (Agroindustria, 2018). Por ello, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) mediante la campaña la “Semana del Cerdo”, busca elevar el consumo de carne porcina y lograr que en el año 2021 en Perú, el consumo per cápita alcance los 10 kg (MINAGRI, 2018).

El incremento de la importancia de la carne de cerdo como fuente de proteína de buena calidad, ha llevado a la evolución de su crianza, pasando de una forma de producción doméstica hacia formas de producción más intensiva (Burke, 1999). La crianza moderna en nuestro país ofrece actualmente un cerdo de buena conversión alimenticia y rendimiento productivo (MINAGRI, 2018). Como consecuencia de los avances en la producción porcina (genética y manejo) se tiene que implementar estrategias en los programas de alimentación, como el uso de aditivos

considerando el uso de ciertos oligoelementos (cromo y selenio) u otras alternativas naturales (Vitamina C y Alga *Chlorella Vulgaris*), para poder llevar a cabo el crecimiento tisular esperado (Baltazar et al, 2018: Quiles, 2005)

El cromo en el metabolismo animal, induce la maximización del estímulo de la captación de glucosa por las células de los tejidos diana gracias al factor de tolerancia a la glucosa (GTF) (Gomes et al., 2005). Por ello, el incremento de peso de los cerdos suplementados con cromo influye en el desarrollo de tejido muscular (Park et al., 2009) Así mismo, Manha et al (2014), realizaron un estudio, donde demostraron que la suplementación con cromo en cerdos en la etapa de finalización, proporciona un aumento de peso diario mayor en comparación de la ausencia de suplementos, adicionalmente mejoró la conversión alimenticia.

El selenio, se considera un agente antioxidante, debido a que es el cofactor de la glutatión peroxidasa. La glutatión peroxidasa se encarga de la eliminación del peróxido de hidrógeno que se forma durante las reacciones oxidativas en el proceso metabólico (Anzola, 1999). Otra función importante es el papel que cumple en el sistema inmune. Participa en el funcionamiento de neutrófilos, linfocitos y de las células fagocitarias (Altimira et al., 2000). Yoon y McMillan (2006), realizaron un estudio donde comprobaron que los cerdos que recibieron Se orgánico (levadura y Se-Met) presentaron una mayor capacidad antioxidante que los hace menos vulnerables al estrés oxidativo.

La vitamina C (ácido ascórbico) también tiene efecto antioxidante, pierde rápidamente sus electrones y es un excelente agente reductor. El ascorbato es la forma reducida y biológicamente activa, su función principalmente es donar electrones (Mahan et al., 2004). Además, se han realizado estudios que muestra el efecto sobre la respuesta inmune y sobre la importancia frente a situaciones de estrés, ya que al incrementar esta vitamina en el plasma, se reduce la liberación de glucocorticoides a nivel de las glándulas suprarrenales. A pesar de ser una vitamina no tan

esencial, la suplementación de este, favorece los aspectos productivos en situaciones de estrés. Los cerdos adultos a través del hígado pueden sintetizar ácido ascórbico a partir de hidratos de carbono. Sin embargo, no suele ser las reservas suficientes debido al alto rendimiento al que son sometidos (Riopérez, 2000).

*Chlorella vulgaris* es una importante microalga verde unicelular. Contiene más del 60% de proteínas, incluida la mayoría de los aminoácidos esenciales y compuestos bioactivos, como el factor de crecimiento de *Chlorella* para humanos y animales (Borowitzka, 1988; Schubert, 1988). La suplementación de *Chlorella* en dietas humanas y animales cumple funciones bioquímicas y fisiológicas, como la promoción del crecimiento, antioxidante, inmunológica y propiedades antimicrobianas (Ishibashi, 1972; Lee et al., 2010; Guzmán et al, 2003). Estos se deben a sus cuatro propiedades principales: El alto contenido de clorofila, factor de crecimiento de *Chlorella* (CGF), pared celular alta en fibra y alto contenido de nutrientes (Liao, 2014-2016). Yan, et. al, (2012), realizaron un estudio donde se concluyó que al suplementar *C. Vulgaris*, fermentada al nivel de 0.1% se obtuvo buenos resultados en los siguientes parámetros: rendimiento del crecimiento, digestibilidad de los nutrientes, bacterias fecales (menor cantidad de *E. coli* y mayor cantidad de *lactobacillus*) y disminución de la emisión de gases nocivos fecales, en cerdos en crecimiento, en comparación con el grupo que no se le suplementó esta alga.

Por ello, se realizó el siguiente estudio sobre el aditivo a base de minerales orgánicos y antioxidantes naturales. Evaluando la eficiencia de este aditivo sobre los parámetros productivos como: Ganancia de peso, conversión alimenticia y ROI retorno de la inversión del aditivo.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## Lugar y duración del estudio

El estudio se realizó en una granja semi tecnificada de porcinos ubicada en Huaral, Lima. La duración del experimento fue de 48 días: Inicio en 18 Mayo y terminó el 4 Julio del 2019.

## Tipo de estudio

La investigación corresponde a un estudio experimental a nivel comercial.

## Población objetivo y tamaño de muestra

Se utilizó un grupo de 130 cerdos de una misma genética PIC, Camborough 29 x MP 408, distribuidas en 4 corrales. Las restricciones para determinar el tamaño de la muestra fueron: Error tipo Alfa ( $Z\alpha$ ) del 95% prueba bilateral (1.96), Error tipo Beta ( $Z\beta$ ) del 80%, (0.842), Media 1 (peso esperado en el grupo tratamiento) de 90 Kg., Media 2 (peso actual alcanzado en la granja) 85 Kg, Desviación estándar ( $\sigma$ ) de 5 Kg. El tamaño de muestra por grupo (n) fue un mínimo de 32 animales.

## Factores de inclusión y exclusión

- Edad para iniciar el estudio (100 Días)
- Hembras y Machos (no castrados)
- Todos de una misma genética Camborough 29 x MP 408
- Misma dieta hasta los 100 Días de edad.



### **Características de las instalaciones**

Los 130 animales estuvieron distribuidos en 4 corrales, 2 corrales fueron para el grupo tratamiento donde 33 fueron hembras y 32 machos y los otros 2 corrales fueron para los animales del grupo control donde 30 fueron hembras y 35 machos. Cada animal contaba con 1 m<sup>2</sup> por animal, los corrales tenían 2 bebederos automáticos tipo niple de acero inoxidable. La temperatura en los corrales oscilaba entre 21-24 C y se mantenía una buena ventilación por el techo alto de los galpones. Con respecto a los comederos, eran de tipo tolva

### **Características del suplemento**

Se trata de un suplemento para la alimentación de cerdos a base de Selenio, Cromo, harina de algas y Ácido ascórbico principalmente (Advantage terminación).

Con respecto al porcentaje de los oligoelementos del cromo, su mínimo es de 1600mg/kg y selenio un mínimo de 1200mg/kg. Dentro de sus características físicas, es un polvo suelto de color marrón sin olor discernible. Es un suplemento alimenticio indicado para la alimentación de cerdos en su etapa de crecimiento y acabado, donde se adiciona 250 g/tonelada de alimento, con un consumo diario de 0.5 g/animal/ DÍA

### **Dietas experimentales (Tratamiento y control)**

Se usaron 2 formulas base de alimento durante todo el estudio. La fórmula de la etapa de crecimiento (Cuadro 1) y la formula de la etapa de acabado (Cuadro 2). Grupo control: Dieta base, grupo tratamiento: Dieta base + 250 gr. del aditivo.

Crecimiento 2- Fórmula base	
INSUMOS	CANTIDAD %
Maiz amarillo	67.8416%
Torta de soya 46% + Vegpr	12.9315%
Afrecho de trigo	10.0000%
Soya Integral + Vegpro	6.1322%
Carbonato de calcio	1.3825%
Sal común	0.4420%
Lisina sintetica	0.3802%
Fosfato dicalcico 18%	0.3521%
Fosfato dicalcico 18%	0.2000%
Allzyme Vegpro polvo	0.1000%
Metionina sintetica	0.0525%
Secuestrante	0.0500%
Treonina	0.0304%
Biocolina	0.0300%
Lincomicina	0.2000%
Allzyme SSF cerdos c/Vegp	0.0200%
Bicarbonato de sodio	0.0000%
Triptofano sintetico	0.0000%
Aceite de soya crudo	0.0000%

CODIGO	Nombre	
4	Energía Metab Cerdos	3.2033
5	Proteína Cruda	16.5248
6	Grasa Cruda	4.24
7	Fibra Cruda	3.806
10	Calcio	0.8
12	Fosforo Disponible	0.2715
15	Sodio	0.2
16	Cloro	0.1577
18	Balance Electrolítico	211.7848
37	Lisina dig. cerdos	1.056
38	Metionina dig. cerdos	0.3045
39	Met + Cis dig. cerdos	0.5682
40	Treonina dig. cerdos	0.6361
41	Triptofano dig. cerdos	0.1637
43	Valina dig. cerdos	0.6852
76	Lactosa	0

Acabado- Fórmula Base	
INSUMOS	CANTIDAD %
Maiz amarillo	51.564%
Soya Integral + Vegpro	30.409%
Afrecho de trigo	10.000%
Carbonato de calcio	6.509%
Sal comun	0.500%
Lisina sintetica	0.325%
Fosfato dicalcico 18%	0.201%
Premezcla cerdos	0.200%
Allzyme Vegpro polvo	0.100%
Secuestrante	0.050%
Biocolina	0.030%
Lincomicina	0.150%
Ractopamina	0.025%
Allzyme SSF cerdos c/Vegp	0.020%
Metionina sintetica	0.012%

CODIGO	Nombre	
4	Energía Metab Cerdos	3.2525
5	Proteína Cruda	18.5749
6	Grasa Cruda	8.3896
7	Fibra Cruda	3.91
10	Calcio	2.7127
12	Fosforo Disponible	0.2399
15	Sodio	0.2253
16	Cloro	0.1399
18	Balance Electrolítico	249.3771
37	Lisina dig. cerdos	1.1202
38	Metionina dig. cerdos	0.2728
39	Met + Cis dig. cerdos	0.5498
40	Treonina dig. cerdos	0.6497
41	Triptofano dig. cerdos	0.2142
43	Valina dig. cerdos	0.775
76	Lactosa	0

## **Parámetros productivos evaluados**

### **Ganancia de peso**

Se pesaron ambos grupos (control y tratamiento) al inicio, a la mitad de la prueba y al final (148 días) de manera individual. El pesaje se realizó en la tarde, con alimento ya que la alimentación a esta edad es ad libitum. Para este procedimiento se usó una balanza electrónica con una capacidad de hasta 250 kg con 0,01 g de precisión. Para determinar la ganancia de peso total se restó: Peso final – Peso inicial.

### **Conversión alimenticia**

Para determinar conversión alimenticia, se utilizó el peso inicial (a los 100 días), el peso final (a los 148 días) y el consumo de alimento total de ambos grupos.

**Fórmula de conversión alimenticia:** Consumo de alimento total/ ganancia de peso total

### **Retorno de inversión y costo por kilogramo**

Para determinar el costo de la inclusión del producto vs ganancia, se calculó el retorno de inversión ROI.

### **Plan de análisis de datos**

La comparación de la ganancia de peso se realizó mediante la prueba de T de Student independiente con una diferencia hipotética de 1.5 kg. La variable conversión alimenticia y costo por kilogramo de ganancia de peso se presentaron de forma puntual ya que los datos recaudados no fueron tomadas de forma individual, sino que se obtuvo un solo dato por grupo en el caso de conversión alimenticia y un solo dato para determinar el costo por kilogramo de ganancia de peso para el grupo tratamiento.

### **Consideraciones éticas**

Durante todo el estudio se evitó generar factores de estrés que irrumpa con el bienestar animal y puedan alterar los resultados esperados. El estudio fue aprobado por el comité de Ética Institucional para uso de Animales, antes de ejecutar el estudio experimental. Código del proyecto aprobado: 103597

## RESULTADOS

Los resultados de la suplementación del aditivo a base de minerales orgánicos y antioxidantes naturales, sobre la Ganancia de peso, conversión alimenticia y retorno sobre la inversión para este estudio fueron los siguientes:

**Cuadro 1. Pesos promedio del grupo control y tratamiento con el aditivo de minerales orgánicos y antioxidantes naturales.**

Edad	Grupo control	Grupo tratamiento
100 días	41.77 kg <sup>a</sup>	42.60 kg <sup>a</sup>
125 días	53.48 kg <sup>a</sup>	55.74 kg <sup>a</sup>
148 días	81.52 kg <sup>a</sup>	83.95 kg <sup>b</sup>

a, b Los medios en la misma fila con diferentes superíndices difieren ( $p < 0.05$ ).

En el primer y segundo pesaje de ambos grupos, no se encontró diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ). A diferencia del tercer pesaje donde se determinó diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) de 1.60kg entre grupo tratamiento y grupo control (Cuadro 1).

### **Cuadro 2.**

***Ganancia de peso y conversión alimenticia de grupo tratamiento y control.***

	Grupo tratamiento	Grupo control
Consumo alimento total	7520 Kg	7440 Kg
Consumo diario	2.41 Kg	2.38 Kg
Ganancia de peso diario	0.86 Kg	0.828 Kg
Conversión alimenticia	2.80	2.88

El consumo total de alimento para el grupo tratamiento fue de 7520 kg., el consumo diario por animal fue de 2.41 kg. y la ganancia de peso diario fue de 0.86 kg. Para el grupo control fue de 7440 kg, el consumo diario fue de 2.38 kg. y la ganancia de peso diario fue de 0.828 kg (Cuadro 2). Incluyendo machos y hembras.

A partir de estos datos se calculó el índice de conversión alimenticia. El grupo tratamiento obtuvo un mejor resultado de 2.80 en comparación al grupo control que fue de 2.88. (Cuadro 2).

**Cuadro 3.**  
***Retorno sobre la inversión del aditivo.***

Costo / kg (\$)	20.00 \$
Dosis (kg)	0.25 kg
Costo Tonelada Medicada	5.00 \$
Consumo / Fase (Crecimiento y acabado)	
Consumo Diario (kg)	2.41 kg
Duración (d)	48 Días
Consumo / Fase (kg)	115.68 kg
Cerdos / TON Medicada (und)	8.6 animales
Inversión / Cerdo (\$)	0.58\$
Ganancia de Peso Adicional (kg)	1.60kg
Precio de Carne / kg (S/.)	8.35 S/.
Precio de Carne / kg (\$)	3.93 \$
<b>ROI</b>	<b>3.35 \$</b>
<b>ROI</b>	<b>2.99 \$</b>

Se calculó el retorno sobre la inversión (ROI) del aditivo. Se multiplicó los \$ 2.46 (costo por kg) por 1.60 kg ganados por el grupo tratamiento y se obtuvo \$ 3.93 más. Es decir que si por cada

animal se gastó \$ 0.58 menos \$3.93, el retorno fue de\$3.35 (Cuadro 3). Sin embargo, el grupo tratamiento consumió 1.2 kg más de alimento lo que significa que se gastó \$ 0.36 más que el grupo control. Por lo tanto, se restó a \$3.35, el valor de \$ 0.36 y se determinó que el retorno de inversión para este estudio fue de \$ 2. 99.



## DISCUSIÓN

El aditivo a base de minerales orgánicos y antioxidantes naturales, tuvo un impacto positivo sobre este estudio. Adquiriendo mayor ganancia de peso, una mejor conversión alimenticia y un buen retorno sobre la inversión.

La ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia de peso final mostró mejores resultados para grupo tratamiento. Se obtuvo 1.60 kg más, durante los 48 días que duró el estudio. Esto pudo deberse a que el aditivo contiene cromo, el cual, tiene una función preponderante en el metabolismo de la insulina como factor de tolerante a la glucosa (FTG) potencia la actividad de la insulina en cerdos, transportando la glucosa hacia el interior de las células para su oxidación (Kegley et al. 1999; Matthews et al. 2001).

Lemme et al., (1999) encontraron que cuando suplementaron cerdos con cromo orgánico de levadura, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia fueron positivos, se justifica porque los cerdos de dicho experimento fueron suplementados desde los 24.5 kg hasta los 105.5 kg de peso vivo, de esta forma, consumieron el suplemento mucho más tiempo. Sin embargo, Lindemann et al., (2008) encontraron que los cerdos suplementados con cromo orgánico de levadura entre los 60 kg y 90 kg peso vivo no tuvo efecto sobre la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento, ni de la conversión alimenticia; pero si hubo efecto positivo sobre la ganancia diaria de peso cuando los animales fueron suplementados desde los 90 kg hasta los 114.6 kg de peso vivo (peso final). Concluyeron que los cerdos suplementados con cromo de levadura que no obtengan un peso final por encima de los 100 kg de peso vivo no se lograrán resultados muy notorios, ya que la literatura encontrada sugiere que los mejores resultados se obtienen al suplementar animales cuyo peso final supere los 100 kg de peso vivo (Trujillo, 2018). Esto puede justificar, por qué a pesar de los 48 días de duración de este estudio el

promedio de peso final, para el grupo tratamiento fue bajo (83.94 kg), pero superior al grupo control.

La siguiente variable evaluada fue el índice de conversión alimenticia (ICA). El grupo tratamiento obtuvo una mejor conversión alimenticia de 2.80 (ICA), mientras que grupo control obtuvo una conversión alimenticia de 2.88.

Esto pudo atribuirse a que el aditivo contiene *Chlorella Vulgaris*, la cual, tiene una alta concentración de nutrientes de la pared celular. Además, de una gran cantidad de clorofila y paredes celulares fibrosas, siendo un factor importante para aumentar las bacterias beneficiosas del ácido láctico en el intestino. Está documentado que un número significativo de microorganismos beneficiosos en el tracto intestinal son útiles para el huésped en la digestión y absorción de los nutrientes del alimento (Kang et al., 2013). De lo contrario, la presencia de altas concentraciones de *E. coli* en el intestino puede disminuir la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento del crecimiento en animales de granja (Yan, et al.,2012).

Yan et al, (2012) describieron que los cerdos alimentados con dieta suplementada con *C. vulgaris*, tenían menos concentración de *E. coli* y mayor concentración de *lactobacilos* en comparación al grupo que no recibió este suplemento de *C. vulgaris*. Por lo tanto, la ganancia de peso y el mejor índice de conversión alimenticia en el grupo tratamiento en este estudio hipotéticamente pudo atribuirse no solo al cromo si no a los beneficios de la *Chorella vulgaris*, mejorando la salud intestinal.

Asi mismo, la *Chlorella vulgaris* tiene un efecto antioxidante al igual que el ácido ascórbico y el selenio. Indirectamente los antioxidantes pudieron influir en los resultados del grupo tratamiento. Ya que, los animales que crecen en un ambiente de baja calidad sanitaria, como los animales de este estudio, tienen su sistema inmune activado, crecen más lentamente y presentan

menor ingesta de alimento que los que lo hacen en un ambiente saludable (Roura et al., 1992; Williams et al., 1997). El consenso general es que durante un proceso de infección o activación del sistema inmune, los nutrientes que deberían utilizarse para la síntesis proteica del músculo esquelético se derivan a soportar el sistema inmune, dado que luchar frente a patógenos para mantener la salud es prioritario respecto al crecimiento (Polo, 2014). Price et al. (2010) observaron una gran variación en las concentraciones plasmáticas de varios aminoácidos durante la activación del sistema inmune, sugirieron que se tiene que proteger la salud animal y potenciar su resistencia a las enfermedades, ya que son dos aspectos críticos en un proceso de producción eficiente.

Entonces, al suministrar los antioxidantes se reduce el estrés oxidativo y la inflamación relacionada, esto no solo conduce a tener unos animales más sanos y con mayor bienestar sino que mejora su rendimiento y el sistema inmune estará menos desafiado, por lo que habrá más proteínas y energía disponibles para promocionar el crecimiento de los animales (Klasing, 2004)

Finalmente, se evaluó el ROI- Retorno de la inversión del aditivo. El grupo tratamiento obtuvo 1.60 kg más que el grupo control. Por lo tanto, se logró obtener una ganancia adicional del grupo tratamiento de 3.93 \$. Es decir que si por cada animal se gastó \$ 0.58 menos \$3.93, tendremos \$3.35 menos la diferencia del consumo de ambos grupos que fue de 1.2 Kg con un valor de 0.36\$, tenemos un retorno de \$2.99. Teniendo en cuenta que en el grupo tratamiento fueron 65 animales, se determinó que se obtuvo 194. 35\$ adicionales. Según lo discutido, esto podría deberse a que el aditivo contiene cromo, selenio, vitamina c y el alga *Chlorella vulgaris*, y esto permitió una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. Demostrando que la dieta tratamiento fue la más rentable.

## **CONCLUSIÓN**

En conclusión mediante el aditivo a base de minerales orgánicos (cromo y el selenio) y antioxidantes naturales a una dosificación de 250 gr/ Tn, en 48 días, bajo las condiciones de este estudio se logró obtener que el grupo tratamiento obtuvo una mayor ganancia de peso (1.60 kg), una mejor conversión alimenticia (2. 88 a 2. 80) y un buen retorno sobre la inversión (ROI), \$2.99, en comparación al grupo que no se le suplemento el aditivo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Liao, J. 2014-2016. Abeille d'Or. Singapore, Eu. :Abeille d'Or Recuperado de: [http://www.abdChlorella.com/reports/report\\_7.pdf](http://www.abdChlorella.com/reports/report_7.pdf)
2. Agroindustria.2018. Sector porcicultor, uno de los más productivos del momento. Dinero [Internet]. [acceso 18 Febrero 2019]. Disponible en: <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/balance-del-sector-porcicultor-en-colombia/255321>
3. Amoikon, E. K., Fernandez, J. M., Southern, L. L., Thompson, D. L., Ward, T. L. & Olcott, B. M. 1995. Effect of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. *J Anim. Sci.* 73:1123-1130
4. Anzola, H. 1999. Algunas descripciones de la actividad biológica y fisiológica del selenio. *ACOVEZ*: 24(2): 17-20.
5. Altimira, J., Prats, N., López, S., Domingo, M., Briones, V., Domínguez, L.& Marco, A. 2000. Effect of selenium deficiency on the development of central nervous system lesions in murine listeriosis. *J comp. Pathol.* 123 (2-3):104-109.
6. Baltazar, J., Villar, G. & Salgado, S. 2018. Finaliza con valor: Estrategia integral que optimiza la producción en la industria porcina. *Ergomix*. [Internet]. [accessed 15 noviembre 2018]. Disponible en: <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/finaliza-valor-estrategia-integral-t42812.htm>
7. Benavente, J. R.; Aquilar, C.; Contretas, J. C.; Méndez, A. & Montañez, J. "Strategies to enhance the production of photosynthetic pigments and lipids in chlorophyceae species". *Biotechnology Reports*. 2016, 10 (1), 117-125.
8. Borowitzka, M.A. 1988. Vitaminas y productos químicos finos de microalgas. Páginas 153–196 en *Biología de microalgas*. LJ Borowitzka, ed. Cambridge University Press, Nueva York, NY.

9. Burke, P. 1999. The successful introduction of A.I. In: Advances in Pork. Production. Banff Pork Seminar. Univeristy of Alberta, Edmonton, Alberta. 10:56.
10. González-Vega, D., Cisneros, M.I., Vega, L.M.A. y Morilla, A.: Perfil inmunológico de los cerdos durante las primeras diez semanas de edad. Vet. Méx., 24: 217-221 (1993).
11. Gomes, M. R., Rogero, M. M. & Tirapegui, J. 2005. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. Revista Brasileira Medicina do Esporte 11:262-266.
12. Guzmán S. Gato A. Lamela M. Freire-Garabal M. Calleja J. M. 2003. Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of polysaccharide from *Chlorella stigmatophora* and *Phaeodactylum tricornutum*. Phytother. Res. 17:665–670.
13. Ishibashi H. 1972. Effects of *Chlorella* feeding on rats. Biol. Abstr. 54:9694.
14. Kang, H.K., Salim, H.M., Akter, N., Kim, D.W., Kim, J.H., Bang, H.T., Kim, M.J., Na, J.C., Hwangbo, J., Choi, H.C., and Suh, O.S. 2013 Efecto de varias formas de suplementación dietética de *Chlorella* en el rendimiento del crecimiento, características inmunes, y población de pollos de engorde de microflora intestinal, *The Journal of Applied Poultry Research* , Volumen 22, Número 1, Primavera, Páginas 100-108, <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00622>
15. Klasing, K.C. 2004. The costs of immunity. Acta Zool. Sinica 50, 961-969.
16. Roura, E., J. Homedes, and K. C. Klasing. 1992. Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. J. Nutr.122:2383-2390.
17. Kegley, E. B.; Flaker, T. M.; Maxwell, C. W. 1999. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of growing pigs. J. Anim. Sci. 77 (Suppl.1):67.
18. Riopérez, J. 2000. Las vitaminas antioxidantes en la nutrición de cerdos.Madrid:Mundo ganadero. P 44-48.

19. Lee S. H. Kang H. J. Lee H. J. Kang M. H. Park Y. K. 2010. Six-week supplementation with *Chlorella* has favorable impact on antioxidant status in Korean male smokers. *Nutrition* 26:175–183.
20. Lemme, A., Wenk, C., Lindemann, M., & Bee, G. (1999). Chromium yeast affects growth performance but not whole carcass composition of growing-finishing pigs. *Ann.*
21. Lindemann, M. D., Cromwell, G. L., Monegue, H. J., & Purser, K. W. (2008). Effect of chromium source on tissue concentration of chromium in pigs. *Journal of Animal Science*, 86(11), 2971–2978. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0888>
22. Manha, L., Bridi, A.M., Abércio, Caio., Andreo, N., Chilanti, Cátia. & Nagi, J. Dário. 2014. Effect of supplementing finishing pigs with different sources of chromium on performance and meat quality. *Brasileira de Zootecnia*, 43, 7.
23. Matthews, J. O., Southern, L. L.; Fernández, J. M.; Pontif, J. E., Bidnerand, T. D. and Odgaard, R. L. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 79:2172-2178
24. Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. Al 2021 se espera incrementar a 10 kilos el consumo per cápita de carne cerdo. Ministerio de Agricultura y Riego. [Internet]. [acceso 19 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/publicaciones-y-prensa/noticias-2018/21413-al-2021-se-espera-incrementar-a-10-kilos-el-consumo-per-capita-de-carne-cerdo>
25. Park, J. K.; Lee, J. Y.; Chae, B. J. and Ohh, S. J. 2009. Effects of different sources of dietary chromium on growth, blood profiles and carcass traits in growing-finishing pigs. *Asian - Australasian Journal of Animal Sciences* 22:1547-1554.
26. Price, K. L., M. D. Utt, H. B. Lee, and J. Escobar. 2010. Using routine blood chemistry results to estimate changes in plasma AA during experimental endotoxemia. *FASEB J.* 24:740.22.

27. Polo, J., Campbell, J., Rodríguez, C., Rangel, L. and Crenshaw, J. 2014. RELACIÓN ENTRE NUTRICIÓN, SALUD E INMUNOLOGÍA EN PORCINO.
28. Quiles, A. 2005. Efecto del zinc en la alimentación porcina. Departamento de Producción Animal. Murcia: Universidad de Murcia. 42 p.
29. Sánchez, M. 2008. Producción porcina. El sector porcino a nivel mundial, de la Unión Europea y en España. Censos y producciones. Producción Animal e Higiene Veterinaria. [Internet]. [acceso 19 Febrero 2019]. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/11\\_13\\_48\\_tema\\_40.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/11_13_48_tema_40.pdf)
30. Schubert, LE 1988. El uso de Spirulina y Chlorella como recurso alimenticio para animales y humanos. Página 237 en Progresando la Investigación Fisiológica. FE Round y DJ Chapman, ed. Biopress Ltd., Bristol, Reino Unido.
31. Trujillo, L. G. 2018. Efecto de la Suplementación con Cromo Orgánico de Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) Sobre las Características de la Carcasa y la Calidad de la Carne en Cerdos en Finalización. Trabajo para optar al título de Magister en Desarrollo Agroindustrial Universidad Tecnológica de Pereira.
32. Williams, N. H., T. S. Stahly, and D. R. Zimmerman. 1997. Effect of chronic immunesystem activation on the rate, efficiency, and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. *J. Anim. Sci.* 75:2463-2471.
33. Yan, L., Lim, S.U. & Kim, H.I. 2012. Effect of Fermented Chlorella Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Characteristics, Fecal Microbial and Fecal Noxious Gas Content in Growing Pigs. *Asian- Australas. J Anim Sci.* 25(12): 1742–1747.
34. Yoon, I. & McMillan E. 2006. Comparative effects of organic and inorganic selenium on selenium transfer from sows to nursing pigs. *J Anim Sci*; 84(7): 1729-1733. Disponible en: <https://doi.org/10.2527/jas.2005-311>.