



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO DEL USO DE NUTRACÉUTICOS EN  
SUSTITUCIÓN DE ANTIBIÓTICO Y MINERALES SOBRE  
PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS AL  
DESTETE.**

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**MARTHA ALICIA PACHECO GARCÍA**

Asesor principal:

MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez

Coasesor:

MVZ Roberto Martínez Rodríguez

México, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

En memoria de Gigio, porque fuiste y serás uno de los seres que más ame en esta vida.

A mis padres Martha y Francisco que además de darme la vida me dieron la fortaleza para obtener esta meta.

A mi padre por permitirme siempre tomar mis decisiones y apoyarme en todo momento.

A mi hermana Paty por apoyarme y creer en mi en todo momento.

A Gigio y Chabe por haber sido mi mejor enseñanza.

A Claudia N., Altaír R., Perla S. y Juan Pablo H. por una amistad de tantos años y su apoyo incondicional en todo momento.

A Vero, Keka, Zule, Nata, Norma, Carmen, Leslie, Charly, Victor, Edgar, Arman, Daniel, Flor y Joel por ser de las mejores amistades que me pasaron en la Universidad y el mejor apoyo que pude tener.

A los que ya no están en esta vida, y que nos acompañan aun, que me enseñaron cual era mi camino y me dieron fuerza para alcanzarlo.

A los cerdos que los humanos usamos pero aun no comprendemos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme llegar a mi meta.

A la UNAM por permitirme estar en la mejor universidad de México.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por permitirme hacer mi sueño realidad y darme mi formación profesional.

A mis padres, mi hermana, tíos y primos porque ellos hicieron posible que llegara a mi meta.

A todos mis amigos por apoyarme incondicionalmente.

A Vero, Claudia, Pablo, Hugo, Daniel y Rob por apoyarme y escucharme cuando comenzaba a flaquear en mi camino.

A mi asesor MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez por su apoyo, amistad y por darme la oportunidad de trabajar con él.

Al MVZ MCV Jorge Francisco Monroy López por todo su apoyo y amistad incondicional.

A la MVZ María del Rosario Esperanza Galván y al MVZ Raimundo Oropeza por su apoyo y amistad en los últimos meses.

Al MVZ Roberto Martínez R. por su apoyo para la elaboración de este proyecto y sus enseñanzas en el CEIEPP.

A la MVZ Eunice Guajardo, MVZ Félix Vázquez, eMVZ José Luis Martínez Alarcón y el señor Alejandro Miranda (CEIEPP) por su apoyo y tiempo para la elaboración de este proyecto.

A mis jurados por la paciencia para terminar esta tesis.

A mis compañeros y trabajadores del CEIEPP que me apoyaron para la elaboración de este proyecto, aun ante los obstáculos.

Además deseo expresa mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que han contribuido directa o indirectamente para que este proyecto llegara a su término.

“Ningún organismo es receptivo a los agentes infecciosos si conserva sus atributos vitales de salud natural.”  
Pasteur

“El fracaso es una segunda oportunidad de empezar algo, pero con más inteligencia.”  
Henry Ford

“Quitaré el cartel de "cerdo!" de tu faz para dejarlo sin nombre por respeto a quien es cerdo de verdad, sin antifaz...”  
(Fragmento, Anónimo)

# CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	
2.1 Situación actual de la producción de carne porcina en México.....	5
2.2 Impacto del destete en el lechón.....	8
2.3 Estrés y producción.....	10
2.4 Nutrición e inmunidad.....	12
2.5 Aditivos alimenticios.....	13
2.5.1 Alimento funcional.....	14
2.6 Nutraceuticos.....	15
2.6.1 Antecedentes.....	16
2.6.2 Nutraceuticos en la producción animal.....	17
2.6.3 Nutraceuticos en la alimentación animal.....	22

2.7 Uso de minerales.....	25
3. HIPÓTESIS.....	29
4. OBJETIVOS.....	29
5. MATERIAL Y MÉTODOS	
5.1 Ubicación.....	30
5.2 Animales instalaciones.....	31
5.3 Plan Experimental.....	33
6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
7. RESULTADOS.....	37
8. DISCUSIÓN.....	50
9. CONCLUSIÓN.....	56
10. LITERATURA CITADA.....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro 1</b> Categorías de aditivos que pueden usarse en la Unión Europea.....	13
<b>Cuadro 2.</b> Aditivos autorizados en cerdos por la Unión Europea.....	15
<b>Cuadro 3.</b> Extractos de plantas y sus propiedades.....	20
<b>Cuadro 4:</b> Tratamientos.....	34
<b>Cuadro 5 y 6</b> Contenido Nutricional de los Alimentos Uno y Dos.....	35



## INDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Producción de carne de porcino.....	6
<b>Figura 2:</b> Destete de lechones.....	10
<b>Figura 3:</b> Imagen Orégano ( <i>Origanum vulgare ssp Hurtum</i> ).....	19
<b>Figuras 4 y 5:</b> Fotografías del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP).....	30
<b>Figura 6 y 7:</b> Lechones híbridos por corraleta.....	31
<b>Figura 8 y 9 :</b> Tolva para alimento de seis bocas y Bebedero de tetina.....	32
<b>Figura 10:</b> Termómetro para medición de temperatura en la sala.....	32
<b>Figura 11:</b> Pesaje de los cerdos.....	33
<b>Figura 12:</b> Identificación de los tratamientos.....	34
<b>Figura 13.</b> Cerdos al inicio de la prueba.....	41

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
<b>Gráfica 1.</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 7 días de destete.....	37
<b>Gráfica 2:</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 14 días de destete.....	38
<b>Gráfica 3.</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 21 días de destete.....	39
<b>Gráfica 4.</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 28 días de destete.....	40
<b>Gráfica 5.</b> Promedio de pesos iniciales de los cerdos.....	41
<b>Gráfica 6.</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 7 días de destete.....	42
<b>Gráfica 7.</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 14 días de destete.....	43
<b>Gráfica 8:</b> Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 21 días de destete.....	44

<b>Gráfica 9.</b> Efecto del uso de nutraceuticos sobre ganancia de peso en cerdos a los 28 días.....	45
<b>Gráfica 10.</b> Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 7 días de destete.....	46
<b>Gráfica 11.</b> Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 14 días de destete.....	47
<b>Gráfica 12.</b> Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 21 días de destete.....	48
<b>Gráfica 13.</b> Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 28 días de destete.....	48

## RESUMEN

**PACHECO GARCÍA MARTHA ALICIA. EFECTO DEL USO DE NUTRACÉUTICOS EN SUSTITUCIÓN DE ANTIBIÓTICO Y MINERALES SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS AL DESTETE.** (Dirigido por: el MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez y el MVZ Roberto Martínez Rodríguez.)

El presente estudio evaluó en condiciones de campo la efectividad de los Nutracéuticos sobre parámetros productivos (Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en comparación con el uso de antibiótico y minerales (Zn y Cu) en lechones destetados 23 días $\pm$ 5 días, se utilizaron 144 lechones híbridos terminales (madres Yorkshire X Landrace y padres de 3 razas Duroc X Hampshire X Pietrain) que fueron distribuidos al azar en 9 tratamientos: (T<sub>0</sub>) Antibiótico, (T<sub>1</sub>) Minerales, (T<sub>2</sub>) Antibiótico y Minerales, (T<sub>3</sub>) Antibiótico, Minerales y Nutracéutico 2, (T<sub>4</sub>) Antibiótico y Nutracéutico 1, (T<sub>5</sub>) Antibiótico y minerales con ½ de dosis, (T<sub>6</sub>) Nutracéutico 1, (T<sub>7</sub>) Nutracéutico 1 y Nutracéutico 2 y (T<sub>8</sub>) Levadura. Se ofrecieron dietas isoproteicas e isoenergéticas, tomando como referencia los requerimientos del NRC (1998) para cerdos destetados, en forma de harina y administrado bajo un sistema de poco y frecuente. Los lechones se pesaron por corraleta al destete, a los 7, 14, 21 y 28 días, el alimento se midió diariamente pesando lo ofrecido y sobrante por corral. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS, demostrando que el uso de Nutracéuticos mostró mejor efecto sobre consumo de alimento a los 14, 21 y 28 días (P<0.05). En cuanto a ganancia de peso, solo se encontró diferencia estadística (P<0.05), para el uso de Nutracéuticos a los 7 y 28 días. Finalmente la conversión alimenticia fue significativa a los 7 días del estudio. Se concluye que el uso de Nutracéuticos en la alimentación de cerdos de destete, tiene efectos variables sobre parámetros productivos, no obstante constituyen una alternativa al uso de antibióticos al no modificar los mismos.

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han mantenido condiciones económicas mundiales de incertidumbre política derivada de diversos cambios económicos producto de la globalización. Lo que obliga a valorar las normas públicas establecidas y realizar los ajustes necesarios para enfrentar las amenazas y nuevos retos.<sup>1</sup> Quedando expuesto que cualquier proyección que se realice enfrentará situaciones difíciles de prever. Tal es el caso de la influenza tipo: A (H<sub>1</sub>N<sub>1</sub>) en humanos, la cual en un inicio fue vinculada a los porcinos, afectando en forma directa este sector y finalmente repercutió en la economía global y comercio mundial.<sup>1</sup>

El comercio mundial de carne de cerdo para el año 2009 se estima fué menor en relación al año 2008, por alrededor de 5.4 millones de toneladas. Consecuencia de la debilidad económica global, la crisis del crédito y las políticas restrictivas al comercio.<sup>1</sup> Si consideramos que la producción mundial de carne de cerdo alcanzada, en 2008, fue de 103.19 millones de toneladas que representaron una recuperación del 1.5 % respecto al 2007 (95.63 millones de toneladas).<sup>2</sup> Podemos decir que pese a la disminución en la producción de carne de cerdo, actualmente esta sigue siendo la de mayor producción y consumo a nivel mundial. La FAO estima que la producción mundial tendrá una tasa de crecimiento promedio anual del 2.26% llegando a un volumen promedio de 129.3 millones de toneladas, a diferencia del alcanzado en otros años.<sup>3</sup> En enero del 2008 la recuperación del precio de venta del cerdo reforzó y consolidó el mantenimiento de la industria porcina mexicana ubicada hoy día a nivel mundial en el lugar 15 detrás de la

República Popular China, Unión Europea y Estados Unidos de Norteamérica (primer, segundo y tercer lugar respectivamente).<sup>1,4</sup>

En México el 75 % de la producción se concentra, principalmente, en los estados de Sonora , Jalisco, Yucatán, Guanajuato, Puebla, Veracruz, Michoacán y Estado de México,<sup>4</sup> donde enfrenta grandes retos, pues demanda más de 4.2 millones de toneladas de granos forrajeros; insumos utilizados hoy en día por la industria de la transformación. El alza en el precio del petróleo obliga a esta industria a usar granos para producir biocombustibles, obteniendo utilidades asombrosas por tal proceso, tan es así que la expansión que ha tenido la industria del etanol ejerce cada vez mayor presión por inventarios de grano, lo que ha aumentado fuertemente el precio de los mismos afectando esta industria.<sup>5</sup> Aunado a esto, ingresa carne procedente de Estados Unidos a nuestro país a precios no competitivos lo que afecta de manera directa al sector, por tanto es indispensable la búsqueda de nuevas alternativas de producción que mejoren no sólo los parámetros productivos (tasa de crecimiento, ganancia de peso, consumo alimenticio y conversión alimenticia), sino que además consideren reducir o eliminar el uso de promotores de crecimiento que si bien mejoran la respuesta productiva, aumentan en gran medida los costos de producción.<sup>5, 6, 7</sup>

Es aquí donde resulta interesante saber que los antibióticos han sido utilizados ampliamente como promotores de crecimiento en dietas para lechones al destete, sin embargo su uso es desmedido a tal grado que generan resistencia bacteriana,

motivo por el cual la Unión Europea obliga a los países afiliados a encontrar alternativas que generen respuesta similar y favorable sin hacer daño a terceros, abriendo con ello un amplio mercado para los alimentos funcionales, donde podemos encontrar los probióticos, prebióticos, simbióticos y fitobióticos.<sup>7,8,9</sup> Con base en ello, si consideramos que el principal sustrato para la microbiota presente en el tracto intestinal del cerdo procede de la dieta, podemos echar mano de nuevas líneas de investigación como la biotecnología, misma que ha generado un sinnúmero de productos con base en microorganismos, suplementos de extractos de plantas solas o combinadas, o como aceites esenciales; que dan el nombre a un nuevo aditivo llamado Nutracéutico.<sup>10</sup>

## **2. Revisión de Literatura**

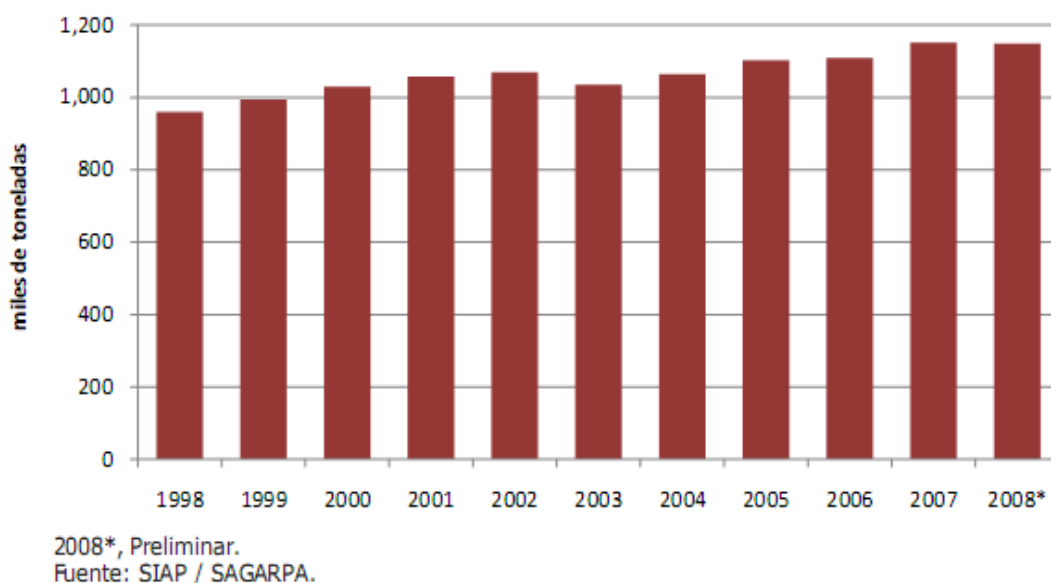
### **2.1 Situación actual de la producción de carne porcina en México**

La inserción de México al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) a mediados de los ochentas marcó el rumbo de la economía nacional. La apertura de fronteras comerciales por acuerdo del Tratado del Libre Comercio (TLC), para 1994, con países del norte y otras latitudes favoreció por una parte a ciertos sectores de la economía vinculados con el comercio exterior, mientras que otros se volvieron totalmente vulnerables, entre estos se encuentra la industria porcina mexicana. Esta política económica permitió la entrada de cerdo en pie y en canal a nuestro territorio; este cambio provocó, en años posteriores, que las granjas con prácticas de manejo inadecuado quebraran y salieran del mercado por su incapacidad para competir en calidad y precio con las empresas extranjeras.<sup>11</sup> En los últimos años la economía nacional ha experimentado un comportamiento inestable como respuesta a cambios de la economía mundial y el encarecimiento de granos utilizados en la alimentación, que originaron cambios drásticos, principalmente en Estados Unidos, principal socio comercial y económico de México.<sup>12</sup>

Para los años 2006 y 2007, la producción de carne cerdo tuvo un volumen de 1,102,941 toneladas y 1,152,000 toneladas, respectivamente, observándose un



aumento del 3.9%. La producción reportada para el 2008 fue de 1, 148,869 toneladas, inferior a la del 2007. **(Figura 1)** Según estadísticas de la Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) se espera que para el 2012 la producción sea de más de 1.24 millones de toneladas lo que representaría un crecimiento del 12.73% en seis años. <sup>12,13</sup> Esto indica que a pesar de los múltiples problemas que ha enfrentado la misma, se ha observado un crecimiento del 2.5% anual, del cual, las exportaciones han tenido un crecimiento del 45% ubicando a nuestro país en el quinto lugar como proveedores de carne a Japón, Corea del Sur y Estados Unidos de Norteamérica, <sup>3,12,14</sup> factor que se debe en gran medida a la mayor tecnificación en granjas, mejor calidad de animales y sus productos, así como el control y erradicación de enfermedades.<sup>11</sup>



**Figura 1.** Producción de carne de porcino en México

El consumo nacional aparente de carne y de productos porcinos en México fue de 1,730,200 toneladas en el 2008, manteniendo una participación del 25% dentro del consumo general de carnes en el país.<sup>12</sup>

Para 2009 se estima que el sector productor de carne de ave, bovino y cerdo tuvo mayor desempeño respecto al año 2008. El cuál se verá beneficiado por la desaceleración en la producción de carne de Estados Unidos de América, aunado a un incremento en los precios de importaciones mexicanas de dichos productos. Sin embargo a pesar de la recesión económica de este año, se estima que la demanda de carne se incremente alrededor de 1.5 %, respecto al mismo periodo del año anterior (2008) y en el largo plazo, se espera un crecimiento de aproximadamente 12 % anual. En cuanto a ganado porcino se refiere, para el 2009 se espera un ligero crecimiento en la producción, no obstante se pronostica que este sector tendrá una ligera caída en 2010, esperado una recuperación para el 2011. En general, el dinamismo de la demanda pecuaria en corto y largo plazo, sugiere grandes retos en este subsector para implementar estrategias que aumenten la producción ganadera, tales como la erradicación de enfermedades, alternativas en la alimentación y costos de producción. A este respecto es aquí donde debemos enfocar la mayor parte de nuestras estrategias, pues hoy en día los costos de producción en México están 0.18 dólares/kilogramo de peso vivo por encima de los costos de producción en Estados Unidos América según un reporte de la Iowa's Pork Industry Dollars and Scents, el Consejo Mexicano de Porcicultura y las Asociaciones de países en Sudamérica.<sup>15</sup>

Actualmente el mercado porcícola exige día con día productos de mejor calidad, libres de aditivos y a precios competitivos, labor en la cual debemos trabajar a edad temprana del animal, ya que el desempeño en esta influirá, de manera directa en todo su ciclo productivo.

## 2.2 Impacto del destete en el lechón

El destete de los lechones representa la etapa más crítica en la vida de un cerdo, ya que coinciden una serie de factores estresantes al cambio fisiológico al cual se expone el tracto gastrointestinal del mismo, y es aquí donde la alimentación será crucial para el desempeño productivo del mismo. Pues de esta dependen en gran medida el comportamiento del animal en etapas posteriores. Con base a lo anterior podemos considerar que el objetivo en el destete será lograr una transición exitosa de una dieta líquida a una sólida, para lo cual tenemos que considerar los siguientes factores: <sup>16, 17, 18</sup>

- **Factores nutricionales:** Estrés por cambio en naturaleza, cantidad y calidad de alimento.
- **Factores físicos:** Cambio de ambiente (luz, temperatura, humedad, etc.)
- **Factores psicológicos:** Separación de la madre, hermanos, manejo, mezcla con otras camadas.

- **Cambios morfológicos y fisiológicos** del tracto gastrointestinal principalmente, (24 horas postdestete)

El no considerar los factores anteriores puede traer como consecuencia la fermentación de nutrientes menos digestibles y/o incompatibles con la edad del animal lo cual provocara diarreas mecánicas (McCracken et al., 1993), estas al no controlarse pueden convertirse en enfermedades infecciosas asociadas a la proliferación de bacterias enterotoxigénicas, y con esta situación se generará un consumo menor de alimento que a su vez propiciara la pérdida de peso, bajo crecimiento (del 25 a 40% en comparación con un animal normal), y en el peor de los casos la muerte del animal (Pajor et al., 1991).<sup>10</sup> Por lo tanto, un destete exitoso depende en gran medida del manejo, sanidad, temperatura, nutrición y sobre todo alimentación. **(Figura 2)**<sup>16,17</sup>



**Figura 2:** Destete de lechones

### **2.3 Estrés y producción**

Se sabe que el estrés ejerce un efecto adverso general sobre todas las funciones del organismo, incluyendo el aparato digestivo. Por ejemplo, las contracciones naturales del estómago se hacen más lentas y es común que ocurra una suspensión completa de los movimientos del mismo (estasis). Se presenta un aumento general en el flujo sanguíneo del intestino que conduce a la congestión de vasos,<sup>18,19</sup> por otra parte el estrés afectará la producción de ciertas hormonas, lo que reduce la resistencia del animal a la enfermedad. Si a esto le sumamos el papel que juega sobre el pH y a su vez la actividad enzimática, tendríamos como consecuencia un medio favorable para la proliferación de microorganismos patógenos en tracto digestivo (Whittermore, 1993), lo que finalmente conducirá a

un proceso diarreico.<sup>18,19</sup> La diarrea es una fuerte causa de pérdida productiva en la producción porcina, presentándose en dos formas, mecánica e infecciosa. La diarrea mecánica se debe a una mala absorción de electrolitos, agua y nutrimentos, sobre estimulación de la secreción del epitelio intestinal, aumento en la permeabilidad e hipermotilidad intestinal, originadas por un cambio de alimentación o estrés (Stephano, 1984).<sup>20,21</sup>

Dietas con elevada concentración de nutrientes desencadenan diarrea, debido a la digestión deficiente de proteínas complejas de origen no lácteo o bien con aquellas provenientes de materias primas como harinas de carne, sangre o pescado, en las que no se ha llevado a cabo una hidrólisis previa de la proteína. Cabe mencionar que al inicio estas diarreas serán fisiológicas, sin embargo, después de haberse manifestado se asocian a bacterias como *E.coli*, constituyendo una diarrea infecciosa que se presenta cuando uno o más agentes patógenos se adhieren a la superficie del intestino;<sup>16,18</sup> situación que favorece la producción de toxinas que causaran la muerte de las células intestinales, reduciendo la absorción y perdida de valiosos nutrimentos. Es así como el revestimiento del epitelio empieza a engrosarse como medida de defensa impidiendo la reducción en la absorción de nutrimentos, avanzando estos a intestino grueso donde serán una fuente importante de nutrimentos para bacterias residentes, propiciando baja de inmunidad y enfermedad.<sup>19,20,21,22</sup>

## 2.4 Nutrición e inmunidad

El lechón adquiere su principal inmunidad contra infecciones prevaletentes a partir de inmunoglobulinas provenientes del calostro y leche materna, estas se absorben a través del intestino como moléculas intactas las primeras horas de vida y brindan protección específica temporal contra infecciones; posteriormente su concentración se diluye en el torrente sanguíneo, bajando su concentración alrededor de los 14 días. Esta inmunidad adquirida es transitoria, pues el cerdo comienza a crear su propia inmunidad (activa) a partir de este momento, desarrollando la misma lentamente. Al destetar a los 14 ó 21 días, el lechón tendrá su menor nivel de inmunidad, aunado a que se privara de leche materna que revistió el intestino delgado en contra de toxinas bacterianas patógenas, quedando indefenso y susceptible a enfermedades. Cuando se presenta un proceso diarreico se lesiona la pared intestinal y es probable que se altere la producción de inmunoglobulina A (IgA), elaborada por la pared intestinal que ayuda a revestir la pared del mismo. <sup>18,19, 21</sup>

Al momento del destete, el lechón presentará una inmunosupresión transitoria, la cual será menos severa si se considera que el alimento juega un papel importante como mecanismo potenciador de inmunidad, existiendo para ello varias practicas de manejo alimenticio, entre las que se incluyen: cantidades extras de ciertos microingredientes, materias primas de cuarta generación entre las que destaca el plasma de porcino, pero sobre todo el uso de aditivos alimenticios (**cuadro 1**). <sup>16,18</sup>

**Cuadro 1.** Categorías de aditivos que actualmente pueden usarse en la Unión Europea

Colorantes
Conservadores
Antioxidantes
Edulcorantes
Emulgentes, estabilizadores, espesantes y gelificantes
Otros (Acidulantes, correctores de la acidez, antiaglomerantes, antiespumantes, agentes de carga, soportes y disolventes soportes, sales fundentes, endurecedores, potenciadores del sabor, agentes de tratamiento de la harina, espumantes, agentes de recubrimiento, humectantes, almidones modificados, gases de envasado, gases propulsores, gasificantes y secuestrantes)

Fuente: Universidad de Granada, 2009.<sup>23</sup>

## 2.5 Aditivos alimenticio

Aditivo se define como cualquier sustancia permitida que sin tener propiedades nutritivas, se incluyen en la formulación de alimentos y actúan como estabilizantes, conservadores o modificadores de las características organolépticas de cualquier materia prima o alimento.<sup>24</sup> Entre los principales grupos se encuentran los



inhibidores de hongos, saborizantes, pigmentantes, aglutinantes, antibióticos y antimicrobianos, enzimas, acidificantes, hormonas,  $\beta$ -adrenérgicos, secuestrantes, emulsificantes y los alimentos funcionales.

### **2.5.1. Alimento Funcional**

Un alimento funcional es aquel compuesto que tiene efectos positivos sobre una o varias funciones del organismo, además de propiciar bienestar animal al reducir el impacto del destete en el crecimiento y salud del animal recién destetado, por lo que resultan útiles los alimentos funcionales que atenúen o eviten los problemas gastrointestinales propiciados por el manejo; lo que podría evitar la proliferación de bacterias patógenas, mejorar la función digestiva y el crecimiento, además de ayudar a evitar el uso de antibióticos en el alimento de los lechones.<sup>9</sup> Los cuales han sido utilizados ampliamente como promotores de crecimiento en dietas para lechones al destete, sin embargo, su uso es desmedido a tal grado que generan resistencia bacteriana, así la Unión Europea (**cuadro 2**), obliga a encontrar alternativas que generen mejor respuesta sin dañar a terceros, prohibiendo su uso a partir de enero del 2006,<sup>9,25,26,27</sup> abriendo con ello un amplio mercado para los alimentos funcionales, donde podemos encontrar los probióticos, prebióticos, simbióticos y fitobióticos. Estos últimos mejor conocidos como **Nutracéuticos**.

**Cuadro 2.** Aditivos autorizados en cerdos por la Unión Europea

<b>Tipo de Aditivo</b>	<b>Número de autorizaciones en cerdos*</b>
Enzimas	28
Fitasa	7
$\beta$ -xilanasas	8
$\beta$ -xilanasas + $\beta$ -glucanasas	6
Otras mezclas con 2 o más actividades enzimáticas (e.g., proteasa, amilasa, poligalacturonasa)	7
<b>Microorganismos</b>	<b>22</b>
<i>Enterococcus faecium</i>	10
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5
Otros microorganismos	7
<b>Ácidos orgánicos</b>	<b>2</b>

\*Incluye lechones destetados, cerdos de engorde y cerdas Fuente: Galobart, J. 2007.<sup>8</sup>

## 2.6. Nutraceuticos

Se define Nutraceutico como cualquier sustancia que puede ser considerada como alimento o parte de un alimento y que provea de beneficios médicos o a la salud, incluyendo prevención o tratamiento de enfermedades. Estos suplementos alimentarios son provenientes de plantas, por lo general son extractos de hierbas o especias. También son conocidos como extractos de plantas, fitobióticos o aditivos fitogénicos.<sup>10,28,29,30</sup>

### 2.6.1. Antecedentes

En tiempos de Hipócrates, se escribió un refrán que dice **“Permite que tu alimento sea tu primer medicamento”** (377 a.C.), mismo que engloba el término **nutracéutico** pues relaciona de manera directa la alimentación con la salud humana y su bienestar.<sup>31</sup>

Revisando antecedentes históricos nos podemos percatar que el uso de extractos de plantas data de miles de años atrás, ya que estos eran usados por los egipcios, chinos, indios, griegos, sumerios e incluso se sabe que Cristóbal Colón descubrió América mientras buscaba un atajo para encontrar hierbas y especias.<sup>31,32</sup> Por su parte el antiguo arte de la medicina herbal en China,<sup>33</sup> reporta la extracción de diversas sustancias activas de muchas plantas, mismas que son la base de muchos medicamentos de hoy en día, como el caso de digoxin de *Digitalis spp.* efedrina de la hierba china Ma huang y la aspirina de *Salix spp.*<sup>31</sup>

Mucho se puede aprender de la historia, pero el conocimiento empírico de las plantas ha aumentado debido a las tecnologías modernas que han permitido el aislamiento y caracterización de los principios activos contenidos en estas fuentes naturales. Por lo cual, el uso de estos productos para mejorar la salud o la alimentación es una práctica que resulta de gran interés para nuestro campo de acción.<sup>31</sup>

## 2.6.2. Nutraceuticos en la producción animal

En la actualidad el uso de los extractos de plantas y hierbas medicinales se plantea como una alternativa natural para la sustitución de los antibióticos como promotores del crecimiento, existiendo una gama de extractos de plantas utilizados como aditivos en la alimentación animal.<sup>34</sup>

Entre los alimentos funcionales mayormente investigados, tanto en medicina humana como en animal, se encuentran las frutas como papaya, manzana, piña, uvas, arándanos, limón y naranja. Verduras como brócoli, alcachofas, chile, jitomate, zanahoria y nopal; además de espinacas, apio, hierbabuena, manzanilla, eucalipto, menta, laurel, romero, ginseng, ajo, orégano, clavo, pimienta y canela, entre otros., (**Cuadro 3**), no obstante sus mecanismos de acción aun no son del todo conocidos, cambiando estos según la sustancia de la que se trate, sin embargo algunos mecanismos de acción propuestos son:

- Reducen problemas digestivos al propiciar mayor secreción de ácido en estómago , lo cual esteriliza el alimento
- Mejoran consumo de alimento (palatabilidad) al estimular nervios olfatorios y papilas gustativas, lo que da un mejor índice de conversión y ganancia diaria.
- Mejoran calidad del alimento reduciendo la oxidación de ácidos grasos insaturados y aminoácidos en el tracto digestivo.

- Modifican la flora normal y favorecen la absorción intestinal, además de estimular la secreción de enzimas y el sistema inmune.
- Tienen efectos antimicrobianos (bactericidas y/o bacteriostáticos, principalmente microorganismos intestinales), además de algunos casos como antimicóticos
- Tienen efectos antiinflamatorios
- En diversos estudios se ha visto que estimulan la producción de ácidos biliares, y estos a su vez juegan un papel importante en la digestión <sup>10, 26, 29, 35, 36, 37,38</sup>

En base a la literatura consultada se puede mencionar que la actividad de las plantas no es constante, lo cual se debe a una variación en su composición, resultado de las condiciones de crecimiento, cultivo, estado de maduración, método y duración de la conservación, método de extracción o contaminación microbiana. Todo esto puede afectar de forma importante los resultados al momento de evaluar dichos compuestos.<sup>39</sup>

Uno de los fitobióticos más estudiados es el aceite de orégano (*Origanum vulgare ssp. Hirtum*), el cual adicionado con fructooligosacáridos o ácidos orgánicos (ácido fumárico, cítrico y málico principalmente) estimula la flora normal, misma que inhibe bacterias coliformes.<sup>10, 36, 40</sup> Estudios In vitro han demostrado su efecto

antibacteriano principalmente hacia *E.coli*, principalmente en intestino delgado. Otras investigaciones han por su parte demostraron su indiscutible calidad antiséptica, además la mayor parte de estudios apoyan la concentración inhibitoria y la concentración bactericida. **(Figura 3)**<sup>31</sup>



**Figura 3:** Imagen Orégano (*Origanum vulgare ssp Hurtum*)

Otros extractos como anís, tomillo, apio y pimienta, contienen aceites esenciales que confieren propiedades aromáticas al alimento, las cuales estimulan olfato y gusto permitiendo mejor ganancia de peso en comparación con dietas formuladas con antibióticos como promotores de crecimiento.<sup>26,39</sup>

**Cuadro 3. Extractos de plantas y sus propiedades**

<b>Especie Vegetal</b>	<b>Parte Utilizada</b>	<b>Principal componente</b>	<b>Propiedades</b>
<b>Ajedrea</b>	Hojas	Carvacrol, Ciñelo	Estimulante digestivo y del apetito, antiséptico, carminativo
<b>Ajo</b>	Bulbos	Alicina	Estimulante digestivo, antiséptico
<b>Alholva o Fenogreco</b>	Semillas	Trigonelina	Estimulante del apetito
<b>Anís</b>	Frutos	Acetol	Digestivo, carminativo, galactogogo
<b>Apio</b>	Frutos, hojas	Phtalides	Estimulante digestivo y del apetito
<b>Canela</b>	Corteza	Cinamaldehído	Estimulante digestivo y del apetito, antiséptico
<b>Castaño</b>	Castañas, Corteza	Taninos, glucósidos	Astringente, bacteriostático, expectorante, calmante, antidiarreico
<b>Cilantro</b>	Planta completa	Linanol	Estimulante de la digestión
<b>Clavo de Olor</b>	Corteza	Eugenol	Estimulante del apetito, antiséptico
<b>Comino</b>	Semillas	Cuminaldehído	Digestivo, carminativo, galactogogo
<b>Coriandro</b>	Hojas, semillas	Linalol	Estimulante digestivo
<b>Jenjibre</b>	Rizomas	Zingerol	Estimulante gástrico
<b>Laurel</b>	Hojas	Ciñelo	Estimulante del apetito, antiséptico
<b>Menta</b>	Hojas	Mentol	Estimulante digestivo

<b>Mostaza</b>	Semillas	Alilitiocicinato (Allylisothiocyanate)	Estimulante de la digestión
<b>Nuez Moscada</b>	Semillas	Sabinene	Estimulante digestivo, antidiarreico
<b>Orégano</b>	Hojas, planta	Timol, Carvacrol	Estimulante digestivo y del apetito, antiséptico
<b>Perejil</b>	Hojas	Apiol	Estimulante digestivo y del apetito, antiséptico
<b>Pimienta</b>	Frutos	Piperina	Estimulante digestivo
<b>Pimiento</b>	Frutos	Capsaicin	Antidiarreico, antiinflamatorio, estimulante
<b>Plume adormidera</b>	Frutos	Sanguinaria, Alloctropine	Carminativo, analgésico
<b>Rábano</b>	Bulbos	Alilitiocicinato (Allylisothiocyanate)	Estimulante del apetito
<b>Romero</b>	Hojas	Ciñelo	Estimulante digestivo, antiséptico
<b>Salvia</b>	Hojas	Ciñelo	Estimulante digestivo, antiséptico, antioxidante
<b>Tomillo</b>	Planta completa	Timol	Estimulante digestivo, antiséptico, antioxidante

Fuente: Varley M. Kamel C. <sup>31, 36, 41</sup>

Los extractos de plantas forman parte de lo que se denomina la “zona gris” de los aditivos, es decir, un grupo de sustancias “toleradas” pero no admitidas como aditivos de manera estrictamente legal. Dichas sustancias se encuentran dentro del grupo de aditivos clasificados como “sustancias aromáticas y saborizantes” en el que se incluye todos los productos naturales y sintéticos, que pueden utilizarse



en todas las especies animales sin restricción alguna en edad, etapa productiva o en algunos casos de la dosis del producto; con la ventaja de que pueden ser inocuos para el animal y el consumidor.<sup>26, 34, 36, 42</sup>

### **2.6.3.Nutracéuticos en la alimentación animal**

Diversos estudios de la Unión Europea, avalan el uso de los extractos de plantas en la alimentación de cerdas gestantes, reportando mayor vigor al nacimiento de los lechones, mejor respuesta en su desempeño productivo lo cual mejora el peso al destete. A diferencia del efecto que produce en la cerda gestante, donde el uso de los mismos promueve la lactogénesis.<sup>34, 37, 43, 44</sup> En cerdos de destete, su efecto tiene influencia positiva en la producción de saliva, enzimas digestivas y ácidos gástricos; con lo cual se incrementa el apetito y por ende mejora los parámetros productivos.<sup>7</sup>

Parrando S. y col. (2006)<sup>45</sup> utilizaron orégano como promotor de crecimiento en lechones destetados a dos diferentes niveles de inclusión, reportando variaciones en ganancias de peso e índice de conversión por efecto del uso de orégano, además de atribuir a este, propiedades antimicrobianas. Por su parte Kong X.F. y col. (2007)<sup>46, 47</sup> después de utilizar en varios estudios, mezcla de diversos extractos de plantas chinas entre las que destacan *Astragalus membranaceus* (Huangqi), *Acanthopanax senticosus* (Ciwujia), *Codonopsis pilosula* (Dangshen),

*Crataegus pinnatifida* (Shanzha) y *Salvia miltiorrhiza* (Danshen), como parte de una dieta para cerdos con destete temprano, demostraron el efecto del uso de los mismos sobre la inmunidad del animal, concluyendo una mejor respuesta inmune celular y humoral al mejorar la producción de citocinas, linfocitos y anticuerpos. Otro de sus estudios, concluye que la suplementación en la dieta con la harina de hierbas chinas mejora el crecimiento y la función intestinal en cerdos de destete temprano.

Shiva, C. (2007) <sup>48</sup> en un ensayo in vivo utilizo extractos de *Rutáceas* (plantas chinas) y observo que la adición de estos combinados con ácidos orgánicos en la dieta de cerdos, incrementan la ganancia diaria de peso, mejorando con ello el índice de conversión de cerdos de 21 a 63 días al producir mejor control sobre la microbiota intestinal, en comparación con cerdos suplementados con antibióticos como promotores de crecimiento.

Por su parte, Lien T.F. y col (2007) <sup>49</sup> estudiaron el efecto del uso de 8 hierbas chinas en dietas para cerdos al destete en sustitución de antibióticos como promotores de crecimiento; reportando una mejor respuesta inmune tanto en células blancas como en rojas así como en los niveles de Interleucina 6 (IL-6) y el Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF-alfa).

Espinoza, V. y col (2008)<sup>50</sup> realizaron un estudio con extracto de *Yucca schidigera* a fin de probar el efecto de la misma sobre valores hemáticos en cerdos de crecimiento y engorde, reportaron una disminución de los niveles de triglicéridos, colesterol y urea; además de un incremento en la cuenta de neutrófilos, así como una disminución en los niveles de amoníaco ambiental, intestinal y sanguíneo.

Janczyk, P. y col (2008)<sup>51</sup> observaron el efecto del Tymol en intestino delgado en cerdos de destete, reportando que el uso del mismo no afectaba parámetros de crecimiento, no obstante no se excluyen los efectos antibacterianos.

Fang, J. y col (2008)<sup>52</sup> estudiaron el efecto de extracto de *Acanthopanax senticosus* en cerdos con destete temprano, analizando para ello la incidencia y frecuencia de diarrea, así como el tipo de microbiota intestinal; concluyendo que el uso de extracto de *Acanthopanax senticosus* disminuyó la incidencia y prevalencia de diarreas, al reducir de manera significativa la población de bacterias enterotoxigénicas.

Bimczok, D. y col (2008)<sup>53</sup> analizaron la influencia del carvacrol sobre los linfocitos en la alimentación porcina, como alternativa a los promotores de crecimiento. Concluyendo que estos no mejoran beneficios en las células inmunes in vitro, causando apoptosis en algunas poblaciones debido a la toxicidad

provocada por las mismas. Straub, R. y col (2005)<sup>54</sup> reportan que el efecto del uso del Ruibarbo Chino, en cerdos de 4 semanas, concluyendo que estos aumentan el consumo y ganancia diaria de peso, así como el metabolismo energético y de nitrógeno.

En base a lo anterior se comenta que el desarrollo de estas investigaciones han sido con el objetivo de identificar la eficacia de los extractos de las plantas, entender sus combinaciones y posibles efectos sinérgicos; así como identificar diversos efectos negativos que estos pudieran generar; no obstante es muy poca la información generada por efecto del uso de los nutraceuticos siendo una alternativa de alimentación al uso de antibióticos en lechones al destete.<sup>10</sup>

## **2.7. Uso de minerales (Zn y Cu)**

Se dice que el óxido de zinc (ZnO), es utilizado de forma tradicional como fuente mineral en dietas para cerdos. Al ser un mineral importante, los signos de deficiencia más importantes son reducción del crecimiento y el apetito, lesiones de piel, diarrea, vomito, alteración en sistema inmune y en casos severos la muerte.<sup>55,56</sup>

Existen estudios recientes sobre el marcado efecto positivo que da la adición del óxido, en dosis farmacológicas (promedio 2500 ppm) sobre dietas de lechones

recién destetados. Sin embargo el mecanismo de acción que lleva a estos resultados no está del todo claro, ya que se requieren de altas dosis (entre 1500 y 3000 ppm) y en la Unión Europea el existe un máximo legal (250ppm).<sup>39,55</sup>

Existe controversia sobre los mecanismos de acción del óxido de zinc a dosis farmacológicas. En algunas investigaciones se menciona que la adición del óxido de zinc en altas dosis afecta a la microflora del sistema digestivo, reduciendo principalmente el número de bacterias gram positivas y la competencia entre el hospedador y su microflora por los nutrimentos de la dieta, manteniendo una alta diversidad de bacterias coliformes tras el destete, lo que puede propiciar la colonización de variedades diarreicas. Se dice que los animales tratados presentan una menor incidencia de diarreas reportándose hasta un 95% de reducción en algunos casos.<sup>39,55</sup>

Hahn, J. y col (1993)<sup>57</sup> realizaron un estudio, en cerdos jóvenes, donde realizaron tres pruebas para evaluar los niveles de zinc, en diferentes condiciones, provenientes de diferentes fuentes de grado alimenticio (óxido de zinc (ZnO), sulfato de zinc (ZnSO<sub>4</sub>), Lisina-zinc (Zn-Lys) y Metionina-zinc (Zn-Met)) evaluando el desempeño y las respuestas en plasma sanguíneo. En sus resultados concluyeron que la suplementación con óxido de zinc (ZnO) a 3000 mg/kg incrementan la ganancia diaria de peso y el consumo diario en cerdos postdestete (28 a 49 días), pues según algunos autores el cuerpo no tiene la misma capacidad de remover el zinc en altos niveles a los 21 días. El nivel de zinc

en plasma tuvo importantes variaciones, la adición de zinc proveniente de  $ZnSO_4$ , Zn-Lys y Zn-Met presentaron mejores niveles en plasma, pero no en consumo ni en ganancia de peso.

Schell, T. y col (1996)<sup>58</sup> realizaron un estudio donde se examinó la concentración de zinc y el desempeño en cerdos alimentados con altos niveles de zinc provenientes de ZnO, Zn-Met, Zn-Lys y  $ZnSO_4$ , en resumen los niveles farmacológicos en cerdos después del destete presentan un variable desempeño; cuando se comparó la biodisponibilidad del zinc en el  $ZnSO_4$  se vio que es menor en el ZnO y de niveles intermedios en Zn-Met y Zn-Lys.

Case, C. y col. (2002)<sup>59</sup> realizaron experimentos en los que evaluaron los efectos de concentraciones farmacológicas alimenticias del zinc (Zn) de fuentes orgánicas e inorgánicas en el desempeño del crecimiento, acumulación en plasma y tejidos; y la excreción del Zn en cerdos. Ellos concluyeron que la adición de 3000 ppm de zinc provenientes de ZnO mejora el crecimiento de cerdos durante las primeras 4 semanas después del destete. La cantidad excretada es reflejo de la concentración dietética utilizada e independiente de la fuente. La adición de 2000 a 3000 ppm de ZnO mejora el desempeño del crecimiento postdestete.

En relación al uso del sulfato de cobre ( $CuSO_4$ ), algunas investigaciones dicen que el efecto positivo de la administración por altas dosis (100-250 ppm) al alimento de iniciación ha demostrado efectos antimicrobianos hacia estreptococos

principalmente y coliformes; por lo que es asociado como promotor de crecimiento. El efecto que tiene es debido a un incremento en el consumo. Existen investigaciones recientes que lo asocian en otros procesos fisiológicos e inmunológicos.<sup>39,55</sup>

En diversos trabajos se han visto resultados positivos en una combinación de ZnO y CuSO<sub>4</sub>, pero en otros no se encontró un efecto aditivo, por lo que no se recomienda una combinación simultánea.<sup>55</sup> Hill, G. y col (2000)<sup>60</sup> realizaron un estudio para determinar los efectos en el crecimiento y cambios en el plasma al dar una dieta con altas concentraciones de zinc y cobre en cerdos destetados, concluyeron que las concentraciones de 3.000 ppm Zn (óxido) o 250 ppm Cu (sulfato) en combinación no da lugar a una respuesta de crecimiento aditivo. Smith, J. (1997)<sup>61</sup> realizaron un estudio del efecto de la interrelación entre óxido de cobre y sulfato de cobre sobre crecimiento de cerdos de destete temprano; concluyeron las dietas con la adición de 3.000 ppm de zinc suministrado a partir del óxido de zinc mejora el crecimiento de los cerdos destetados a los 12 días de edad, pero la respuesta para el crecimiento en el caso de los niveles sulfato de cobre (250 ppm de cobre) no se observaron cambios.

### **3. Hipótesis**

El uso de Nutracéuticos, promoverá mejor respuesta en parámetros productivos que el uso de antibióticos y minerales en dietas para cerdos al destete.

### **4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar el efecto del uso de Nutracéuticos en cerdos de destete.

#### **Objetivos Específicos**

- a) Determinar el efecto del uso de Nutracéuticos sobre parámetros productivos (ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) en cerdos de destete.
- b) Determinar el efecto del uso de Nutracéuticos sobre incidencia de diarreas
- c) Determinar el efecto del uso de Nutracéuticos sobre los costos de producción en cerdos en destete
- d) Determinar el efecto del uso de minerales y antibiótico sobre parámetros productivos, incidencia de diarreas y costos de producción



## 5. Material y Métodos

### 5.1 Ubicación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP) ubicado en el Km. 2 de la carretera Jilotepec-Corrales en el Municipio de Jilotepec, Estado de México, el cual se encuentra en los 99° 31' 45" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, su latitud norte es de 19° 57' 13", y a una altura de 2, 250 metros sobre el nivel del mar.(Figura 4 y 5 )

El clima de la región es templado en verano y extremoso en invierno, la temperatura media es de 18°C y varía entre los 12°C y los 24 °C. El régimen de lluvias comprende de junio a septiembre y el promedio de precipitación pluvial es de 608 mm, iniciando las primeras heladas en octubre y prolongándose hasta marzo. <sup>62</sup>



**Figuras 4 y 5:** Fotografías del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP)

## 5.2 Animales e Instalaciones

Se utilizaron 144 lechones híbridos terminales (nacidos de madres Yorkshire X Landrace y padres de 3 razas Duroc X Hampshire X Pietrain) destetados de 23 días $\pm$ 5 días, con un peso promedio de 7.65 Kg $\pm$  2.65 distribuidos al azar a 9 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento, considerando como una unidad experimental a la corraleta conformada por 4 animales (9 X 4 X 4= 144).(Figura 6 y 7) Las corraletas midieron 1.50 X 1.50 m, contaban con piso de rejilla, tolva para alimento de seis bocas y un bebedero de tetina. Durante la prueba se registró diariamente la temperatura ambiente, a fin de brindar condiciones de confort ambiental a los cerdos.(Figura 8, 9 y 10)



**Figura 6 y 7:** Lechones híbridos por corraleta



**Figura 8 y 9:** Bebedero de tetina y tolva para alimento de seis bocas



**Figura 10:** Termómetro de máximas y mínimas en la sala

### 5.3 Plan experimental

El peso de los animales se registró semanalmente hasta completar 4 pesajes, el alimento se ofreció 4 veces al día; pesando lo ofrecido y el sobrante por corral diariamente, obteniendo el consumo de alimento mediante la diferencia entre el peso del alimento suministrado y el peso del alimento rechazado. **(Figura 11)**



**Figura 11.** Pesaje de los cerdos

Se ofrecieron dietas isoproteicas e isoenergéticas, modificando la cantidad de antibiótico, ZnO, CuSO<sub>4</sub> y Nutracéuticos según tratamiento. **(Figura 12)**

### Cuadro 4: Tratamientos

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Antibiótico (ppm)*	40	0	40	40	40	40	0	0	0
ZnO (ppm)	0	3000	3000	3000	0	1500	0	0	0
CuSO <sub>4</sub> (ppm)	0	500	500	500	0	250	0	0	0
Nutracéutico 1**(Kg)	0	0	0	0	4	4	4	4	0
Nutracéutico 2 (Kg)***	0	0	0	2	0	0	0	2	0
Levadura (Kg)****	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Dieta Base (cbp)	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton	1 ton

\*Antibiótico: Tiamulina

\*\*Extracto de *Papaveraceae* (*Macleaya cordata*).

\*\*\*Extracto de *Satureja montana*, *Trigonella foenum graecum*, Taninos de castaña

\*\*\*\* Levadura: *Saccharomyces cerevisiae*



**Figura 12:** Identificación de los tratamientos



Las dietas fueron formuladas de acuerdo con los requerimientos del National Research Council (1998) para cerdos de destete, a fin de probar el efecto del uso de Nutracéuticos. Para el estudio, se utilizaron dos tipos de alimento; el alimento uno o de arranque se utilizó del destete a los 15 días y el dos de los 16 a los 30 días. El contenido nutrimental del alimento se observa en los **cuadros 4 y 5**.<sup>63</sup>

**Cuadro 5 y 6** Contenido Nutrimental de los Alimentos Uno y Dos

<b>ALIMENTO UNO</b>				<b>ALIMENTO DOS</b>			
	<b>BH</b>	<b>B90</b>	<b>B100</b>		<b>BH</b>	<b>B90</b>	<b>B100</b>
<b>HUM</b>	9.08	10.00	0.00	<b>HUM</b>	9.49	10.00	0.00
<b>MS</b>	90.92	90.00	100.00	<b>MS</b>	90.51	90.00	100.00
<b>PC</b>	20.30	20.09	22.33	<b>PC</b>	19.53	19.33	21.48
<b>EE</b>	3.30	3.27	3.63	<b>EE</b>	3.17	3.14	3.49
<b>CEN</b>	7.41	7.34	8.15	<b>CEN</b>	6.87	6.80	7.56
<b>FC</b>	2.72	2.69	2.99	<b>FC</b>	2.62	2.59	2.88
<b>ELN</b>	57.19	56.61	62.90	<b>ELN</b>	58.32	57.73	64.14
<b>TND</b>	74.74	73.98	82.20	<b>TND</b>	74.86	74.11	82.34
<b>EM</b>	3665.20	3628.11	4031.24	<b>EM</b>	3714.83	3677.24	4085.82
<b>ED</b>	3509.06	3475.05	3843.16	<b>ED</b>	3562.30	3527.71	3902.10

**BH:** Base Húmeda, **B90:** Base 90, **B100:** Base 100, **HUM:** Humedad, **MS:** Materia seca, **PC:** Proteína cruda, **EE:** Extracto etéreo, **CEN:** Cenizas, **FC:** Fibra cruda, **ELN:** Extracto libre de nitrógeno, **TND:** Fibra detergente neutra, **EM:** Energía metabólica, **ED:** Energía digestible.

## 6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizó un análisis de varianza para un diseño de bloques al azar donde se comparo el efecto del tratamiento por efecto del uso de Nutracéuticos en cerdos al destete, la diferencia entre medias se evaluó mediante una Prueba de Bonferroni, utilizando el peso inicial como covariable.<sup>64, 65</sup>

Para el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + Z_i + \delta_j + \epsilon_{ij}$$

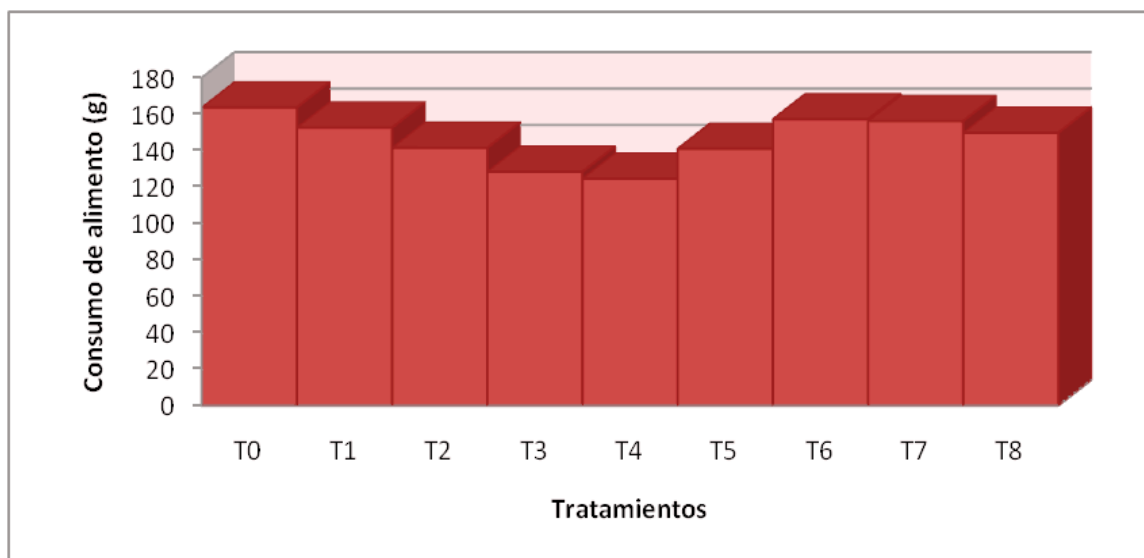
Donde:

$\mu$  = Media General,  $Z_i$  = Efecto del Tratamiento,  $\delta_j$  = Periodo (tiempo),  $\epsilon_{ij}$  = Error

## 7. RESULTADOS

### Consumo de Alimento

Después de analizar los datos para el parámetro de consumo de alimento se encontró que el uso de Nutracéuticos no presenta una respuesta significativa a los 7 días de destete ( $P>0.05$ ) tal y como se observa en la **gráfica 1**.

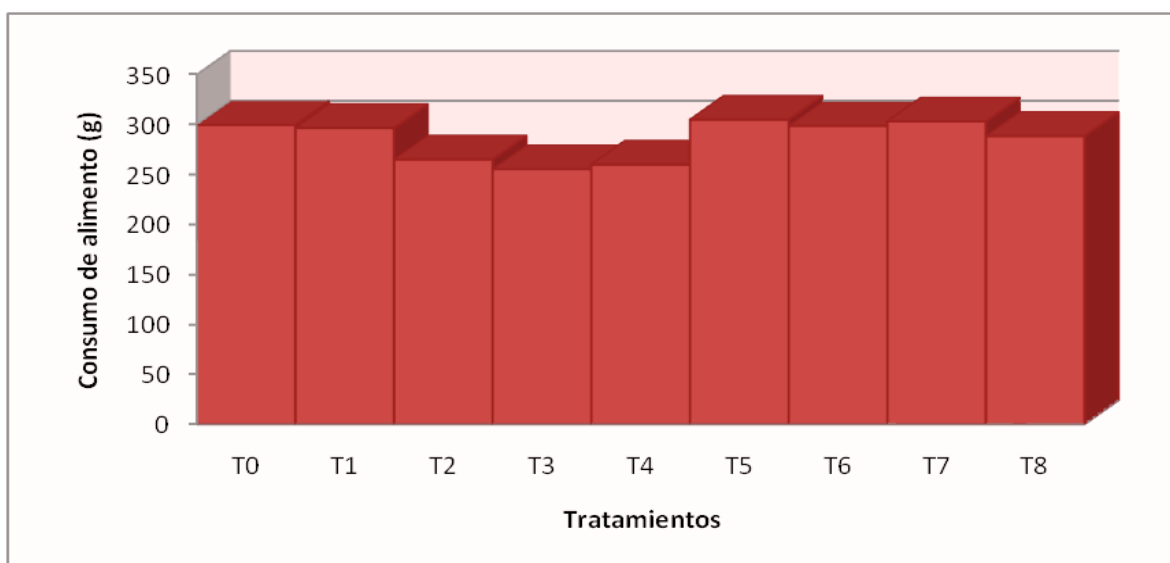


Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	163.58	152.49	141.43	128.29	124.51	140.93	157.11	156.09	149.69
Error	6.58	4.21	2.11	4.25	9.73	6.29	2.78	2.2	2.49

**Gráfica 1.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 7 días de destete



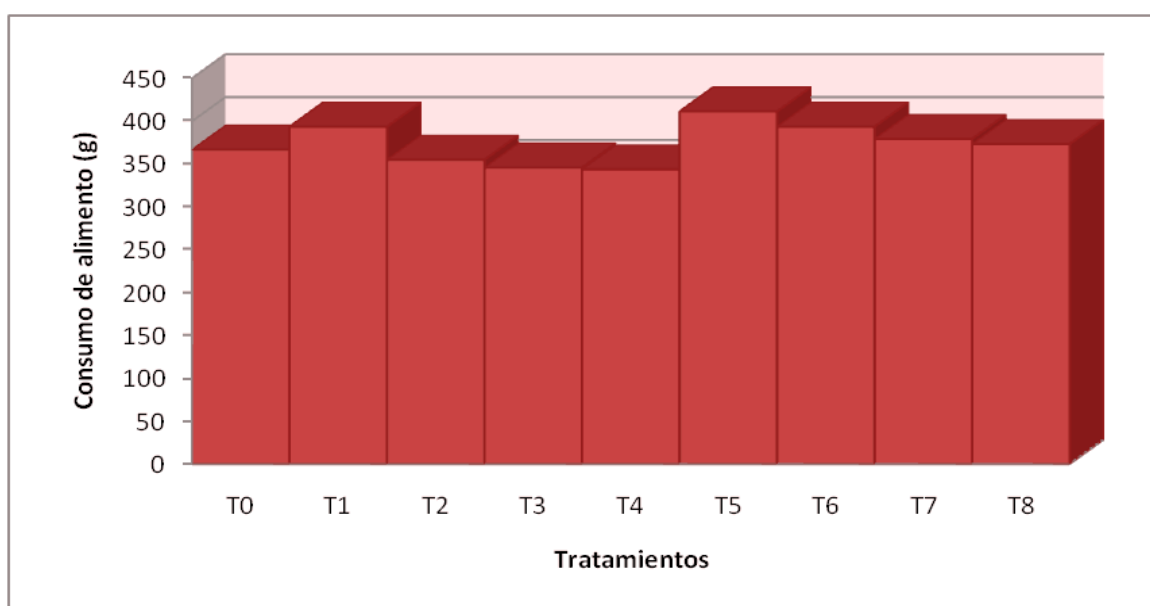
A los 14 días de destete el mejor efecto para el consumo de alimento ( $P < 0.05$ ) se encontró en el tratamiento 5 donde los animales tuvieron un consumo de alimento superior por 44.94 g y 44.62 g a los animales del tratamiento 4 y 3 respectivamente, siendo estos 14.34% y 16.27% menores al tratamiento en referencia, lo que indica que el uso de *Macleaya cordata* con antibiótico y la inclusión de minerales (Zn y Cu) en la dieta, mejoro el consumo de alimento (gráfica 2).



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	299.71 ab	296.63 abc	265.11 abc	255.35 bc	260.03 bc	304.97 a	298.75 abc	303.23 ab	288.64 abc
<b>Error</b>	4.11	6.1	4.06	4.33	7.8	7.14	3.49	1.86	4.72

**Gráfica 2:** Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 14 días de destete

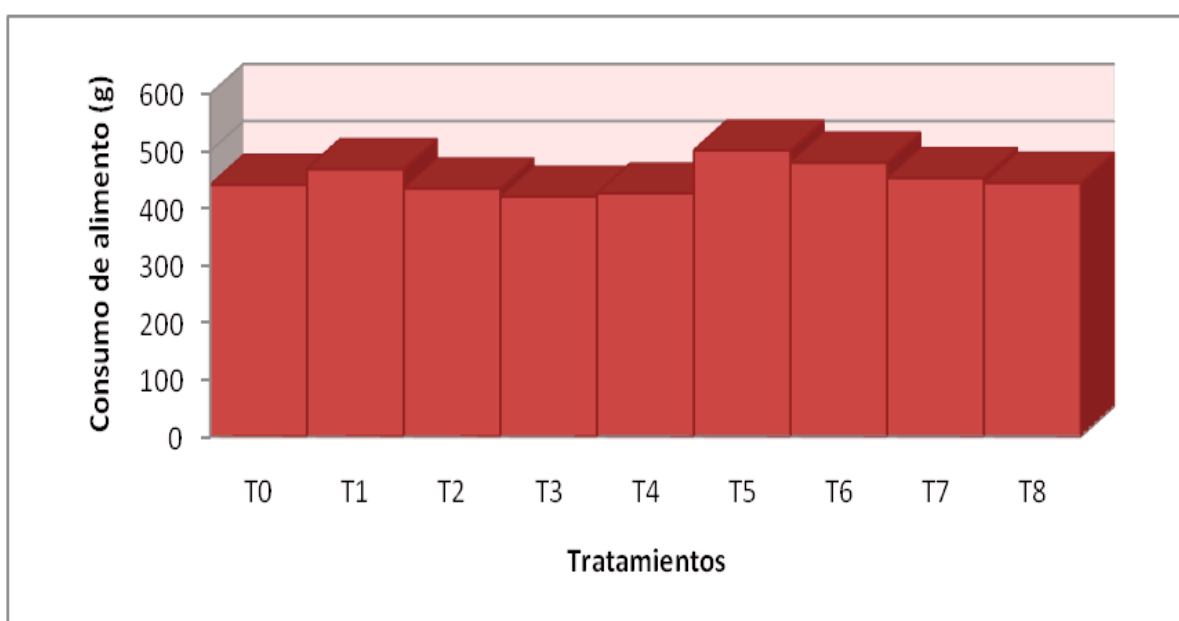
El efecto se mantuvo a los 21 días de destete, conservando el tratamiento 5 la mejor respuesta en cuanto a consumo ( $P < 0.05$ ), sin embargo este fue diferente por 56.33, 65.6 y 67.57 g para los tratamientos 2, 3 y 4 respectivamente, lo cual representa una diferencia de 16.42, 15.95 y 13.69% menor al tratamiento 5 observando nuevamente el efecto de *Macleaya cordata* sobre consumo, además de la interacción de esta con Óxido de zinc (ZnO) y Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), en la dosis de 50% como se observa en la **gráfica 3**.



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	366.83 ab	393.55 ab	355 b	345.73 b	343.77 b	411.33 a	393.58 ab	379.25 ab	373.33 ab
Error	9.66	5.13	3.67	5.94	7.02	7.3	4.15	5.1	7.1

**Gráfica 3.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 21 días de destete

Finalmente al termino del estudio (28 días), se puede observar que el tratamiento 5 mantuvo a partir del día siete la mejor respuesta en cuanto a consumo siendo ( $P < 0.05$ ), superior por 59.8, 66.87, 80.95 y 75.31 g para los tratamientos 0, 2, 3 y 4 representando una diferencia de 11.93, 13.34, 16.15 y 15.02% respectivamente (gráfica 4).

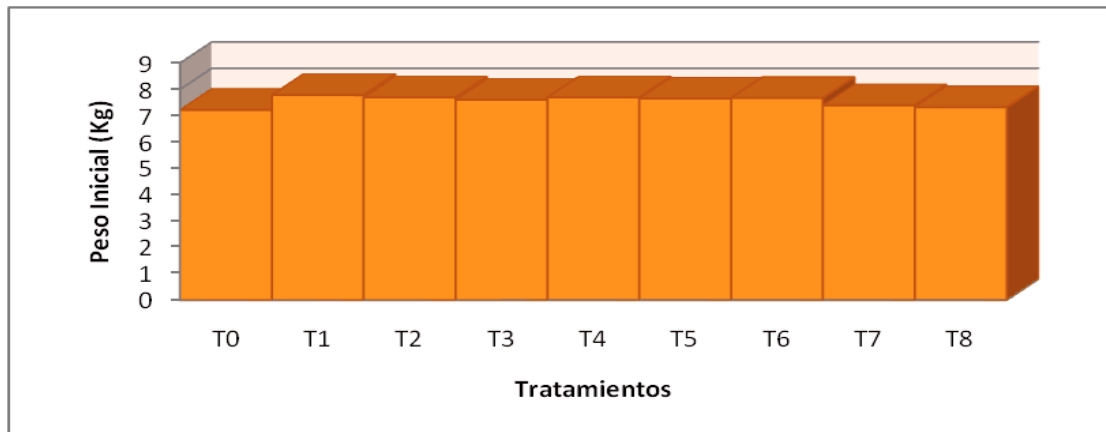


Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	441.33 ab	468.33 abc	434.26 ab	420.18 a	425.82 ab	501.13 c	479.88 bc	452.69 abc	444.47 abc
<b>Error</b>	9.2	5.35	2.76	6.21	6.05	6.86	5.46	7.61	9.42

**Gráfica 4.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre consumo de alimento a los 28 días de destete

## Ganancia de peso

En relación a este parámetro podemos ver que los cerdos se pesaron al inicio de la prueba y se muestran los siguientes pesos iniciales: (**Gráfica 5**)



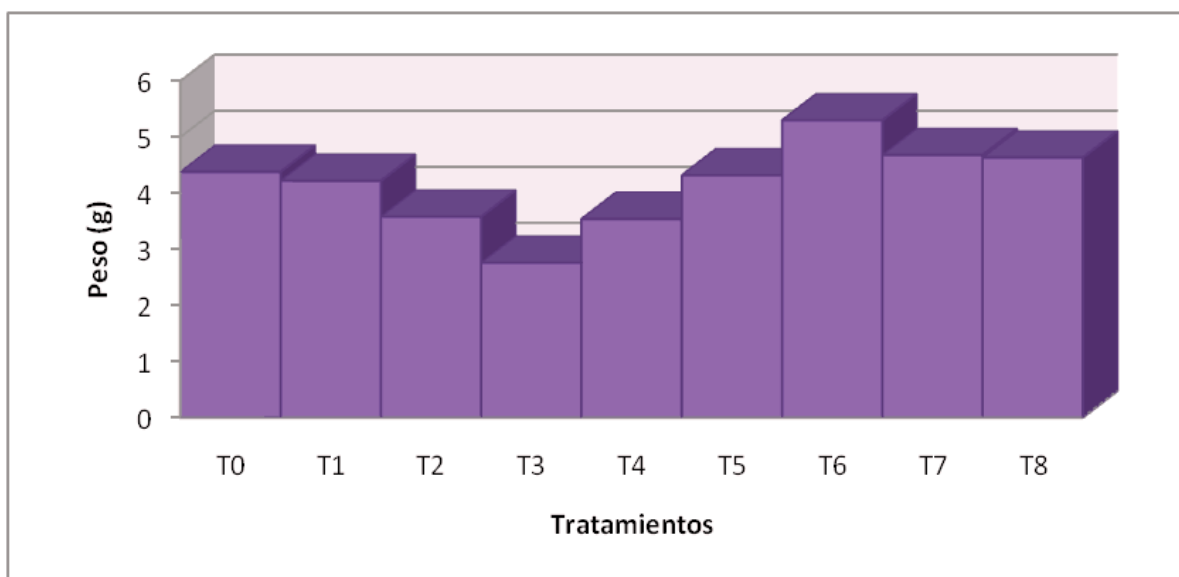
Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Peso Inicial	7.22	7.78	7.69	7.60	7.69	7.65	7.67	7.39	7.32
Error	0.26	0.27	0.23	0.29	0.24	0.24	0.26	0.27	0.25

**Gráfica 5:** Promedio de pesos iniciales de los cerdos



**Figura 13.** Cerdos al inicio de la prueba

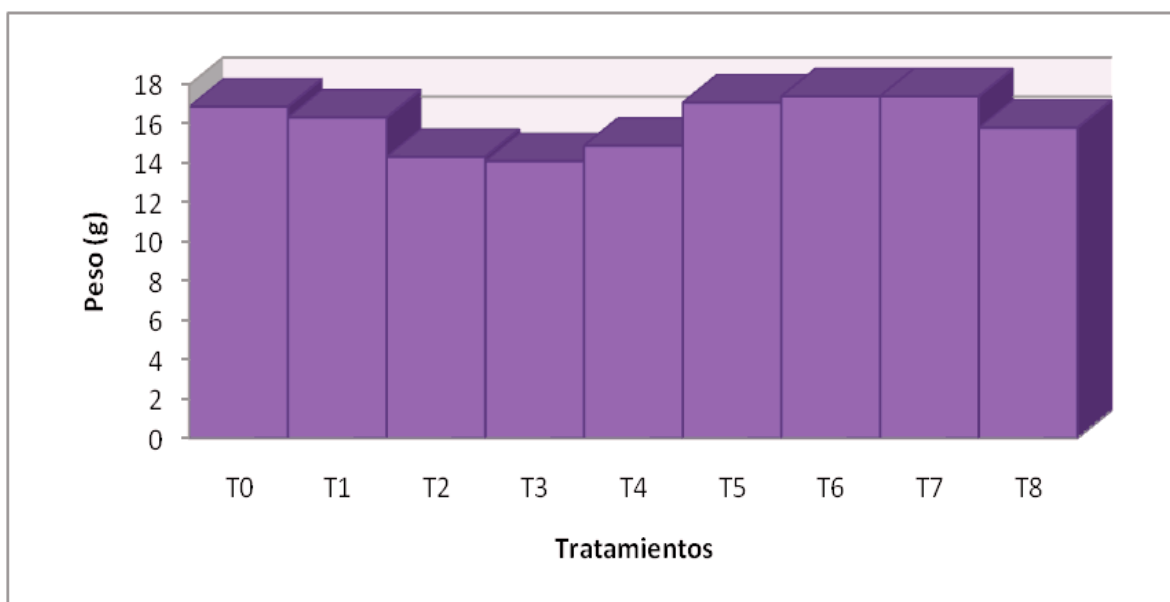
En cuanto a ganancia de peso se refiere solo se encontró diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ), por el uso de Nutracéuticos a los 7 y 28 días. Para el período comprendido del día 0 al 7 de destete se encontró que el mejor peso fue para el tratamiento 6 seguido de 7, 8, 0, 5, 1, 2, 4 y 3 encontrándose 620, 665, 920, 980, 1080, 1720, 1760 y 2540 g de diferencia respecto al tratamiento 6, tal y como se observa en la **gráfica 6**.



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	4.38 ab	4.22 ab	3.58 ab	2.76 a	3.54 ab	4.32 ab	5.3 b	4.68 b	4.635 ab
<b>Error</b>	0.76	0.16	0.29	0.43	0.54	0.32	0.21	0.1	0.64

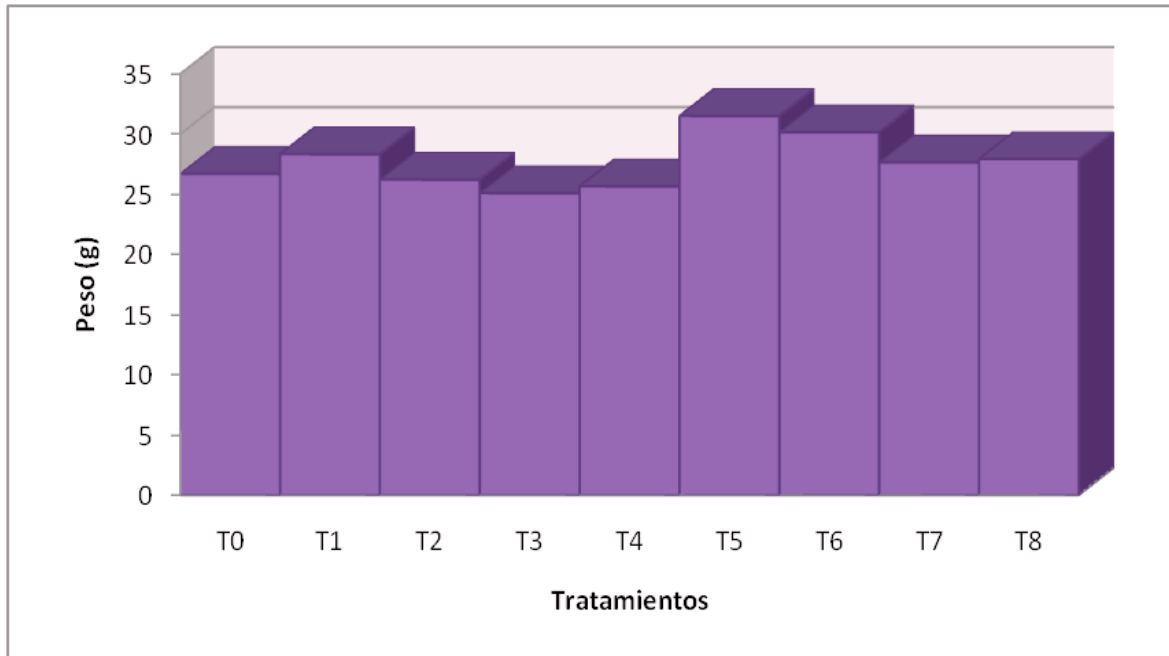
**Gráfica 6.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 7 días de destete

A los 14 días no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) sin embargo la mejor respuesta numérica se observó en los tratamientos 6 y 7 en donde los animales mostraron una ganancia de peso de 17.42 g superior en 0.320, 0.520, 1.080, 1.600, 2.520, 3.080 y 3.300 kg para los tratamientos 5, 0, 1, 8, 4, 2 y 3 respectivamente. Situación que se repitió a los 21 días ( $P>0.05$ ) en donde el Tratamiento 5 supero por 1.360, 3.180, 3.560, 3.860, 4.810, 5.300, 5.860 y 6.420 kg para los Tratamientos 6,1,8,7,0,2,4 y 3 respectivamente como se muestra en las **gráfica 7 y 8**.



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	16.9	16.34	14.34	14.12	14.9	17.1	17.42	17.42	15.82
Error	0.76	0.16	0.29	0.43	0.54	0.32	0.21	0.1	0.64

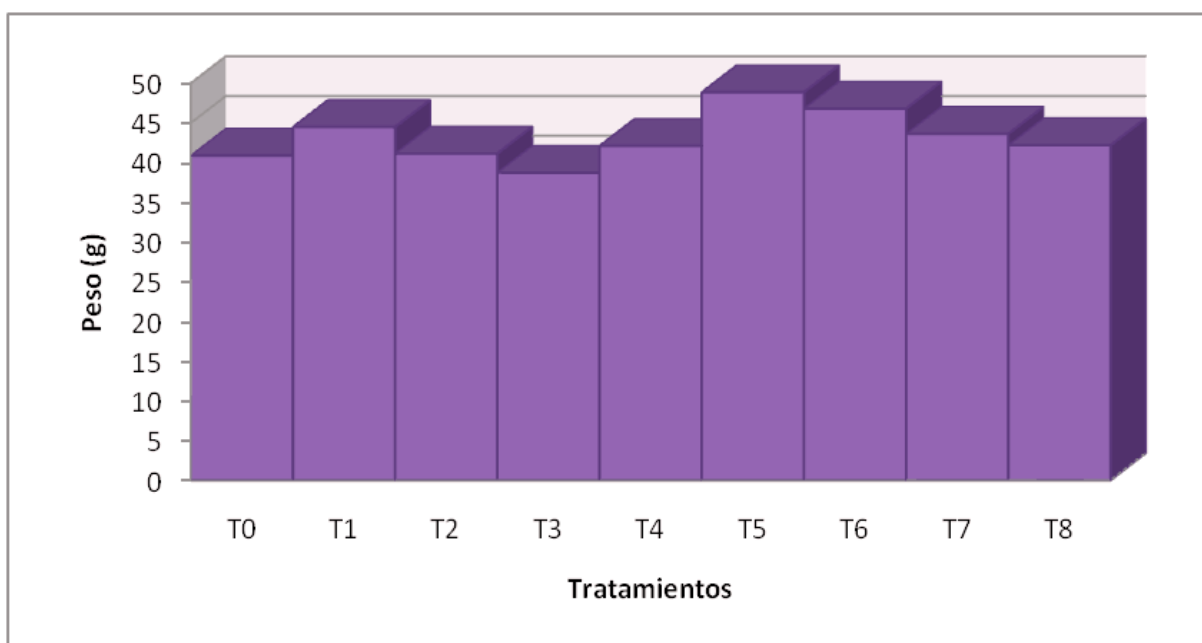
**Gráfica 7.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 14 días de destete



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	26.69	28.32	26.2	25.08	26.64	31.5	30.14	27.64	27.91
<b>Error</b>	1.25	0.4	0.14	0.71	0.67	0.47	0.27	0.46	0.75

**Gráfica 8:** Efecto del uso de nutraceuticos sobre ganancia de peso en lechones a los 21 días de destete

No obstante al termino del estudio (28 días) se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, resultando favorecido el tratamiento 5 con 48.86 kg lo que da una ganancia de peso diaria de 1.745 kg misma que fue 74, 157, 187, 238, 242, 276, 285 y 362 gramos superior para los tratamientos 6, 1, 7, 8, 4, 2, 0 y 3 respectivamente ( $P < 0.05$ ), lo que representa una pérdida de 2.072, 4.396, 5.236, 6.664, 7.728, 7.980 y 10.136 kg menos por período de tiempo comprendido entre los 0 y 28 días (**Gráfica 9**).



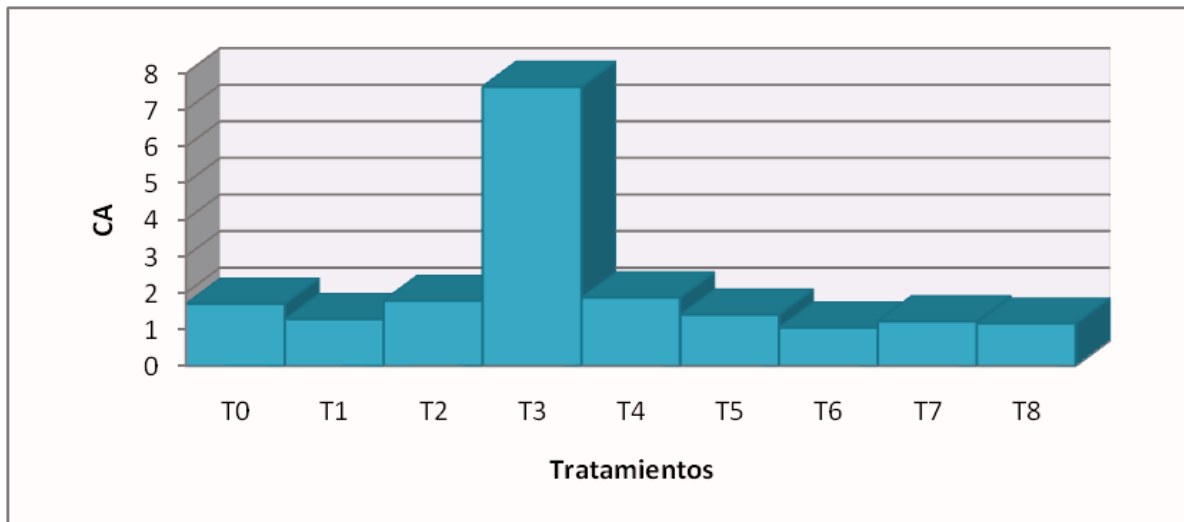
Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	48.39 ab	44.38 abc	41.14 abc	38.74 a	42.21 abc	48.86 c	46.8 bc	43.62 abc	42.185 abc
<b>Error</b>	1.62	0.63	0.32	1.03	0.7	0.5	0.56	0.87	1.3

**Gráfica 9.** Efecto del uso de nutracéuticos sobre ganancia de peso en cerdos a los 28 días



## Conversión Alimenticia

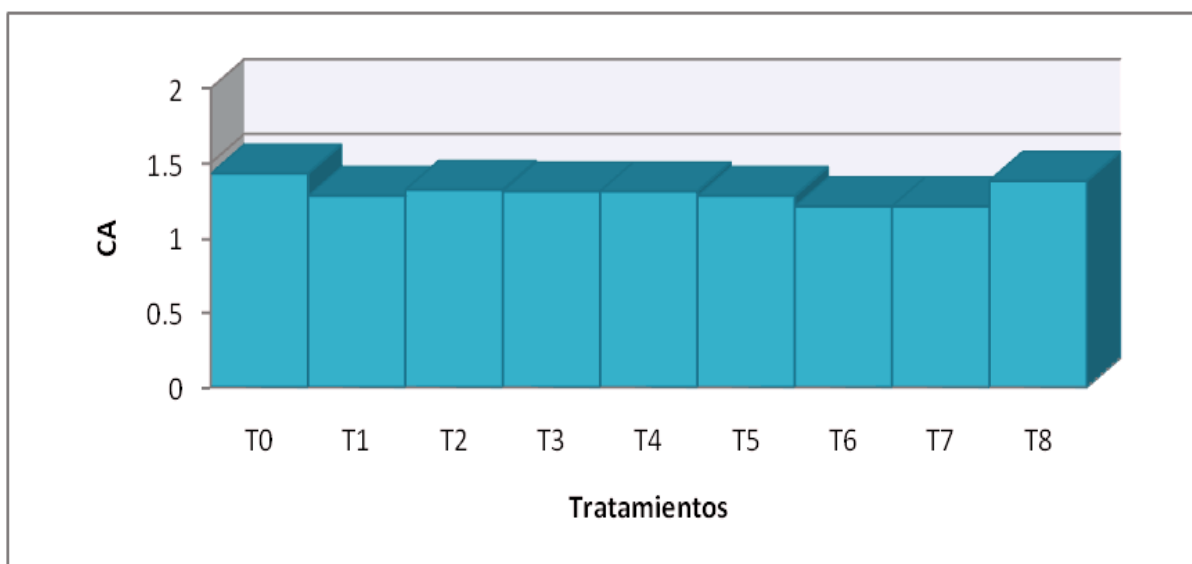
Finalmente la conversión alimenticia solo se encontró respuesta significativa ( $P < 0.05$ ) a los 7 días de destete, en donde el tratamiento 3 no coincidió con la respuesta esperada al reportar una conversión alimenticia de 7.63/1 valor que representó un 87.22% por arriba del resto de tratamientos, tal y como se aprecia en la **gráfica 10**.



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
<b>Media</b>	1.7 a	1.28 a	1.78 ab	7.63 b	1.87 ab	1.4 a	1.05 a	1.22 a	1.16 a
<b>Error</b>	0.15	0.03	0.19	2.04	0.24	0.12	0.03	0.05	0.03

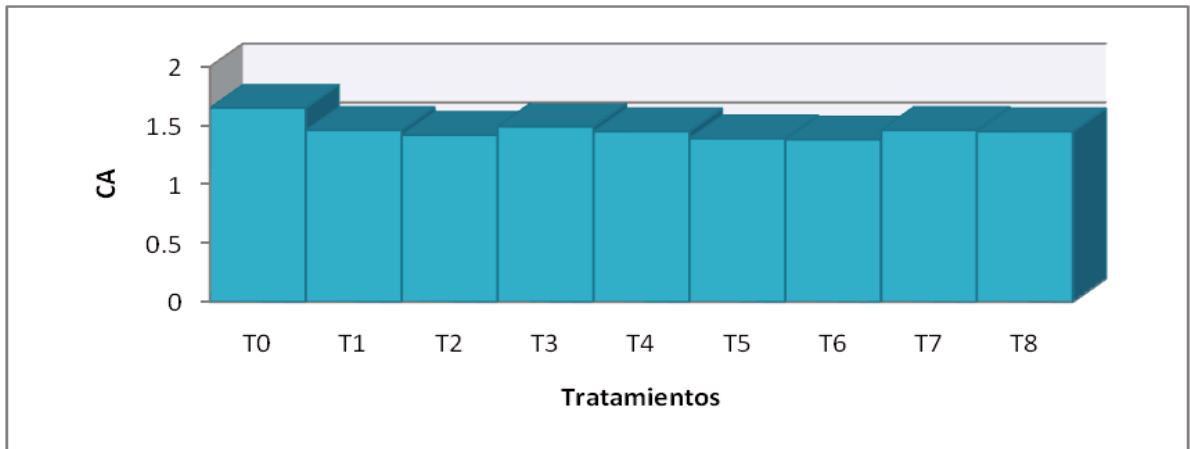
**Gráfica 10.** Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 7 días de destete

Para la medición de los días 14, 21 y 28, no se encontró respuesta significativa para el uso de Nutraceuticos en la dieta ( $P>0.05$ ) tal y como se aprecia en las **gráficas 11, 12 y 13.**



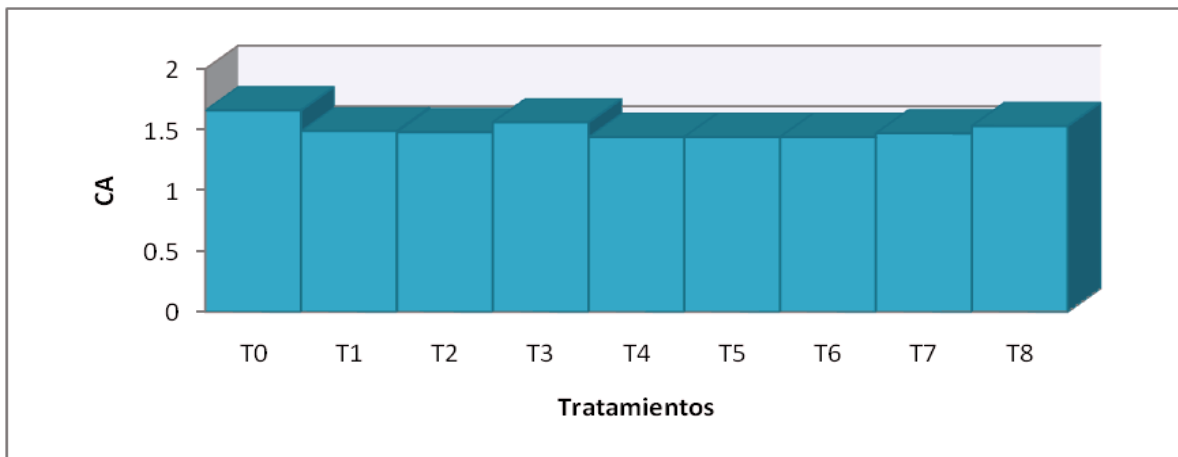
Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	1.43	1.28	1.32	1.31	1.31	1.28	1.21	1.21	1.38
Error	0.12	0.03	0.04	0.08	0.08	0.05	0.03	0.01	0.07

**Gráfica 11.** Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 14 días de destete



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	1.65	1.46	1.42	1.49	1.45	1.39	1.38	1.46	1.45
Error	0.13	0.03	0.01	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.06

**Gráfica 12.** Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 21 días de destete



Tx	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>
Media	1.66	1.49	1.48	1.56	1.44	1.44	1.44	1.47	1.53
Error	0.11	0.03	0.01	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.06

**Gráfica 13.** Efecto del uso de nutraceuticos sobre conversión alimenticia en cerdos a los 28 días de destete

En esta prueba a pesar de que la conversión alimenticia se comporto de manera similar las tres últimas semanas del estudio ( $P>0.05$ ), es importante comentar que el comportamiento del lechón en cuanto a su ganancia de peso en esta etapa es un factor de gran importancia ya que influye de manera directa en su posterior desempeño productivo en las etapas de engorda.

## 8. DISCUSIÓN

Se considera que la producción de animales destetados sanos forma parte de una compleja interacción entre enfermedad, ambiente y manejo. En el presente estudio los resultados encontrados referentes a consumo de alimento no concuerdan con lo reportado por Turner *et al* (2002)<sup>66</sup>, quienes después de estudiar el efecto del extracto de algas marinas *Ascophyllum nodosum* en cerdos en destete, reportaron que no existe diferencia por efecto del producto ( $P>0.05$ ), al tener valores promedio que variaron entre 630 y 710 gramos diarios de consumo a los 28 días. En el presente estudio el uso de *Macleaya cordata* arrojó respuesta significativa ( $P<0.05$ ) a los 14, 21 y 28 días de medición, además de tener efecto lineal para el mismo, con un consumo menor 128.87 – 208.87g de lo reportado por dichos autores. Por el contrario la ganancia diaria de peso fue similar a lo reportado por los autores antes mencionados, pues la mejor respuesta en el presente estudio fue de 436.25 gramos para el tratamiento 6 valor que se encuentra entre los 420 y 470 gramos reportados por tales autores; no obstante por debajo del tratamiento 4 donde se observó que los animales tan solo consumieron 345.89g ( $P<0.05$ ), valores que se encuentran por debajo a lo reportado por Turner y colaboradores quienes reportan ganancias de peso de 640 a 690 por efecto del uso de *Ascophyllum nodosum* ( $P>0.05$ ). Turner y colaboradores concluyeron que la inclusión de este extracto tiene mínimos efectos en el desempeño del crecimiento de los cerdos.

Por su parte Manzanilla *et. al.* (2004)<sup>67</sup> reportaron el efecto del uso de una mezcla de extractos a base de orégano, canela y pimienta mexicana, sola o en combinación con ácido fórmico, no encontrando diferencias entre los tratamientos para consumo de alimento; sin embargo este fue superior al encontrado en el presente estudio  $648 \pm 6.9\text{g}$  vs  $501.13 \pm 6.86$  para el tratamiento 5 donde se utilizó *Macleaya cordata* y  $420.26 \pm 6.21$  para el tratamiento 3 que contenía *Satureja montana*, *Trigonella foenum graecu* y *Taninos de castaña*. En lo referente a ganancia diaria de peso se puede comentar que Manzanilla y colaboradores reportan un peso de  $426 \pm 6.9\text{g}$  inferior al tratamiento 6 donde se incluyó *Macleaya cordata* sin el uso de antibiótico, sulfato de cobre y óxido de zinc en la ración. La respuesta superó por  $9.56\text{g}$  a la mezcla usada por Manzanilla y colaboradores. Estos autores concluyeron que existe una respuesta aditiva entre extracto usado y el ácido fórmico, observándose un efecto sobre todo en la conversión alimenticia.

Mao *et al* (2005)<sup>68</sup> estudiaron el efecto interactivo del *B-glucano* producto de *Astragalus membranaceus* con un *Lipopolisacarido de E.coli*, a dos diferentes dosis, no encontrando respuesta ( $P>0.05$ ) en consumo de alimento, pero si un aumento creciente con la adición del producto. No concordando con el presente estudio pues a los 28 días de medición se encontraron valores de consumo muy por debajo de lo reportado por Mao y colaboradores; quienes reportan un consumo de 658 a 675g al no incluir *Lipopolisacaridos de E.coli* y 643 a 645 al si incluirlos; sin embargo ambos valores se encuentran  $165.37\text{gramos}$  por arriba del consumo más alto del presente estudio que correspondió al tratamiento 5 que

contenía *Macleaya cordata* como parte de la dieta. En lo que respecta a ganancia de peso se puede comentar que los resultados del presente estudio no coinciden con lo reportado por Mao y colaboradores; si bien, se observó una respuesta significativa ( $P < 0.05$ ) por efecto del uso de *Macleaya cordata* y la combinación de *Satureja montana*, *Trigonella foenum graecu* y *Taninos de castaña* analizadas en el presente estudio, estas jamás alcanzaron las ganancias de peso reportadas por Mao et al (2005) para *B-glucano* producto de *Astragalus membranaceus* con y sin un *Lipopolisacarido de E.coli* quienes reportan valores para ganancia de peso a los 28 días de 536 a 540g y 516 a 520g con y sin lipopolisacaridos respectivamente. En el caso de este estudio los autores no reportaron que se mejorara la ganancia de peso por la inclusión del B-glucano, pero bajo la ganancia de peso en los cerdos que se desafiaron con Lipopolisacarido además. El consumo se incremento a medida que se adicionaba mayor dosis de *Astragalus membranaceus*.

Ilisley et al (2005)<sup>69</sup> por su parte, reportan que después de estudiar si el extracto de *Quijana saponaria* y curcumina, ejercían respuesta sobre el crecimiento y consumo de alimento en lechones destetados, concluyen que el consumo de alimento no fue diferente durante las dos primeras semanas post-destete; sin embargo entre el día 15 y el 20 los cerdos que recibieron *Quijana saponaria* consumieron mayor cantidad de alimento que el testigo ( $P < 0.05$ ). Por su parte los lechones suplementados con *Curcumina* no mostraron efecto alguno por efecto

del tratamiento sobre el consumo. Al comparar sus resultados con el presente trabajo se puede mencionar lo siguiente: si bien Quijana tuvo respuesta sobre los parámetros analizados, el estudio se finalizó a los 20 días, valores que concuerdan con el pesaje a los 21 días para presente estudio ( $P < 0.05$ ), al reportar consumos que variaron del orden de  $420.18 \pm 6.21$  a  $501.13 \pm 6.86$  gramos, similar a lo reportado por Ilsley *et al* 480 a 484g. Sin embargo al comparar la respuesta obtenida en ganancia de peso en el presente estudio se encontró que ésta se encuentra un 46.67% por arriba de lo reportado por Ilsley y colaboradores. Sin embargo estos autores concluyeron que no se observó efectos en el desempeño del crecimiento con la suplementación de *Quijana saponaria*, aunque existan estudios que digan que las saponinas promueven el crecimiento.

En el año 2006, Nofrarías *et al*<sup>70</sup>, compararon el efecto de plasma porcino desecado vs una mezcla de extractos de plantas, reportando una mejor ganancia de peso por efecto del uso de plasma de 34.6 g/d en referencia a 33.1 g/d para extracto de plantas durante la primera semana. Ambos valores se encuentran por debajo de lo encontrado en el presente estudio, donde el tratamiento 5 produjo ganancias diarias de 189g al incluir *Macleaya cordata* como parte de la dieta, contra 98g/d al no incluirla. En el mismo estudio el consumo promedio reportado fue de 53.6 g/d y 71.2 g/d respectivamente, valores que se encuentran por debajo a lo encontrado en el presente trabajo donde se encontró un consumo que vario



de 31 a 40.75g por efecto del uso de nutracéuticos en la alimentación de cerdos de destete a los siete días.

Otro estudio publicado por Manzanilla *et al* (2006)<sup>71,72</sup>, evaluaron el efecto de butirato de sodio y avilamicina contra una mezcla de extractos de plantas en dos trabajos diferentes. En el primero evaluó el efecto sobre la microbiota gastrointestinal, encontrando que los animales que recibieron aditivos tuvieron mejor ganancia de peso, siendo esta de: 208g para el control, 287g Avilamicina y 258.39g Butirato contra 258.3g para el extracto de plantas a los 14 días. Dichos valores variaron respecto a lo encontrado en el presente estudio y para los mismos días de prueba, siendo de 282g para la dieta testigo, 254.1g para antibiótico y 311.07g cuando se utilizó *Macleaya cordata* sola o combinada con *Satureja montana*, *Trigonella foenum graecu* y *Taninos de castaña* como parte de la dieta. En su segundo trabajo observaron diferencias en consumo de alimento para el periodo comprendido de los 7 a 14 días, concordando con el presente estudio ( $P < 0.05$ ).

Kosina *et al* (2004)<sup>73</sup> evaluaron el efecto de administración de extracto de *Macleaya cordata* en la dieta de cerdos por 90 días, ellos reportaron únicamente la eficiencia de la conversión alimenticia para el período experimental fue de 3.15 kg/kg en el grupo de 2 ppm, 3.28 kg/kg en el grupo de 100 ppm y de 3.32 kg/kg en el grupo control. De acuerdo a los resultados obtenidos por estos autores, aunque

su conversión reportada es variable podemos observar que al igual que en el presente estudio, la conversión varía respecto al control.

Valchev et al. (2009)<sup>74</sup> evaluaron el efecto del uso de un producto a base de extracto de plantas (*Cichoria intybus*, *Cotinus coggygria* y *Tanacetum vulgare*) en sustitución de antibióticos concluyendo que el uso puede estimular el crecimiento en cerdos de 0 a 20 kg y de 20 a 60 kg. Estos autores realizaron un experimento, de los cuales podemos observar que en sus grupos experimentales presentaron una ganancia diaria de 191 g/día en el grupo del antibiótico y de 210 g/día en el grupo con el extracto de plantas durante el período experimental, al igual que en el presente experimento se observa una mejor ganancia en el caso del extracto. En relación al índice de conversión alimenticia fue de 1 kg ganancia por cada 2.599 kg consumidos para el grupo con antibiótico y 2.506 kg para el grupo con el extracto, por lo cual se observa que durante el período experimental, se tuvo mejor índice de conversión en el grupo de comparación. En el presente estudio no se observó diferencias significativas en la conversión.

Si bien el uso de nutracéuticos en la alimentación animal presenta resultados inconsistentes en cuando a parámetros productivos se refiere, es un campo que está en la fase de la investigación y que en un futuro podría contribuir a evitar el uso indiscriminado de antibióticos con ello reducir costos de producción e impacto ambiental; e incluso considerar el impacto del consumidor final.

## 9. CONCLUSIÓN

En la presente investigación se concluyó que los Nutracéuticos pueden favorecer los parámetros productivos (ganancia diaria y consumo de alimento principalmente) aunque no se pueden generalizar los comentarios para garantizar la respuesta, en sustitución de antibióticos y minerales. Aun se requiere de mayor investigación al respecto. En este caso la *Macleaya cordata* mostró una mejora en el consumo de alimento y ganancia de peso, a diferencia de los otros tratamientos, pero no afectó la conversión alimenticia.

Los Nutracéuticos son considerados en la actualidad una alternativa prometedora en sustitución a los antibióticos promotores de crecimiento (APC's), aunque existen investigaciones sobre diversos aspectos que afectan aun no se conocen la mayoría de sus propiedades, así como los cambios, positivos y negativos, que producen. Hay que aclarar que existen investigaciones donde el uso de estos productos tienen efectos positivos como en el área de la inmunología.

Es importante señalar que se requiere continuar con investigaciones de estudios comparativos con los que se pueda explicar la manera como afectan los parámetros productivos y combinarlos con prácticas de manejo adecuado.

## 10. LITERATURA CITADA

1. Echávarri VV. La carne de cerdo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Chile, 2009 Mayo: 1-13.
2. Food an agricultura organization of the united nations. Disponible en: <http://faostat.fao.org>
3. Proyecciones de la FAO para la industria del cerdo al año 2016. Asociación Gremial de Productores de Cerdo de Chile. 2008. Disponible en: [http://www.asprocer.cl/index/tendencias\\_detasp?id\\_tendencia=38](http://www.asprocer.cl/index/tendencias_detasp?id_tendencia=38)
4. Cabrera TA. La porcicultura Mexicana. Memorias del VI Encuentro Nacional de Porcicultura; 2007 Oct. Jalisco, México. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Salud Animal. SAGARPA, 2007:1-37.
5. Barrera ME. Perspectivas de la Porcicultura Nacional. Los Porcicultores y su entorno. 2007 Jul-Ago; 7 (58): 4-12.
6. Gallardo NJ, Villamar AL, Barrera WM, editores. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México en 2006. Parte I. Los Porcicultores y su entorno. 2006 Nov-Dic; 9 (54):4-15.
7. Danielsen V. Nutrición y manejo de lechones en condiciones de manejo del norte de Europa. Memorias del XIV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación animal. Federación Española de Nutrición Animal. España,1998: 203:210.
8. Galobart J. Aditivos en porcino: adición de enzimas y marco regulador. European Food Safety Authority. Unión Europea. 2008 Feb. Disponible en: URL:<http://www.3tres3.com/nutricion/ficha.php?id=2165>

9. Figueroa J, Chi E, Cervantes M, Domínguez I. Alimentos funcionales para cerdos al destete. *Veterinaria México*, 2006, 37 (1): 117-136.
10. Morilla GA. Estimulación de la Inmunidad. Manual para el control de las enfermedades infecciosas en los cerdos. México: El Manual Moderno. 2005, 57-75..
11. Del Moral BL, Ramírez GB, Muñoz JA. Crecimiento regional de la producción de carne de cerdo en México, 1980-2005. *Análisis Económico* 2008; 52 (XXIII): 1-14.
12. Villamar L. et al. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2009. Coordinación General de Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México; 2009 Sep: 1-44.  
Consultar en:  
<http://www.oncvp.org/movilizacion/SITUACION%20ACTUAL%20PORCICULTURA%2009.pdf>
13. PROGRAMA NACIONAL PECUARIO 2007-2012. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007 Sep. Disponible en:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/PNPpnp.pdf>
14. México quinto proveedor de carne de cerdo a Japón y también podrá exportar carne de cerdo a China. *Universo Porcino. El Portal del Cerdo*. 2008 Oct. Disponible en:  
[http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales\\_mexico\\_quinto\\_proveedor\\_de\\_carne\\_de\\_cerdo\\_a\\_japon\\_y\\_tambien\\_podra\\_exportar\\_carne\\_de\\_%20cerdo\\_a\\_china.html](http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales_mexico_quinto_proveedor_de_carne_de_cerdo_a_japon_y_tambien_podra_exportar_carne_de_%20cerdo_a_china.html)
15. Iowa's Pork Industry Dollars, 2009.

16. Herradora LMA, Espinoza HS. Alimentación Animal. Cerdos. México. Sistema de Universidad Abierta. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.1998.12-13.
17. Chapinal N, Dalmau A. Fábrega E, Manteca X, Ruiz de la Torre, JL, Velarde A. Bienestar del Lechón en la fase de Lactación, Destete y Transición. ANAPORC. 2007 Av. Technol. porc. 3 (4): 77 – 89.
18. Mendel P, Salado S, Mateos G. Nutrición y Alimentación de lechones destetados precozmente. Producción Porcina: Aspectos Claves. Ediciones Mundi-Prensa. 2da edición. España. 1999: 301-321.
19. English PR, Smith WJ, Mac Lean A. La Cerda: Como Mejorar su Productividad. Manual Moderno 2da edición. México. 1985: 313-339.
20. Larry RC. The battle of the bugs – the direct fed microbial concept. Pig Progress. 2000 ,16.(2): 12-15.
21. Hernández DJA. Arcillas Naturales, Antibióticos y Desparasitante como Promotores del Crecimiento en Dietas para Lechones. Tesis de licenciatura. Universidad de Chapingo. México. 1995.
22. Liebler TEM, Pohlenz JF, Whipp SC. Diseases of the Digestive System. Diseases of swine. Iowa State University Press. Iowa, EUA. 8TH. 2001: 821-831.
23. García JM. Lista de los aditivos alimenticios permitidos actualmente en la Unión Europea y sus números E. Universidad de Granada, 2009. Consultar en: <http://histolii.ugr.es/Euro/NumerosE.pdf>

24. Reyes GS. Efecto de *Lactobacillus* spp. y *Enterococcus faecium* Sobre Variables de Producción y Presencia de Diarreas en Cerdos al Destete.” Tesis de Licenciatura. Facultad de. Medicina. Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México, 2005.
25. Shimada MA. Empleo de Antibióticos en la Alimentación de Cerdos. Ciencia Veterinaria. Vol. 1.UNAM. México. 1976:287-293.
26. Alimentación Porcina: Antibióticos Promotores del Crecimiento. Asociación Argentina Cabañeros de Porcos. Universo Porcino. El Portal del Cerdo. 2007 Consultar en: [www.produccionbovina.com/información\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/información\\_tecnica/13\\_alimentacion\\_porcina\\_antibioticos.htm](http://www.produccionbovina.com/información_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/información_tecnica/13_alimentacion_porcina_antibioticos.htm)
27. Kroismayr A. Natural growth promoters –worldwide opportunity Pig Progress. 2007, 23 (4): 14-16 p.p.
28. Barnes, DM. Aplicación de Nutracéuticos en la Producción Animal. Memorias del X Congreso Nacional AMENA. 2001. Nov. AMENA, 2007: 13-24.
29. Velázquez FGA. Extractos de Orégano, Chile y Canela como Promotores de Crecimiento Sobre el Comportamiento Productivo y la Morfología Intestinal del Cerdo Recién Destetado. Tesis de Maestría. Facultad.de Medicina. Veterinaria y Zootecnia. UNAM. 2004
30. Kocher A. Pronutrient series. Part 2.Dietary strategies to influence bacterial microflora in pigs. Pig Progress. 2005, 21(5): 26-28.
31. Kamel C. Modo de Acción y Rol de los Extractos Vegetales en Monogátricos. Argen Export. Consultar en: [http://www.engormix.com/s\\_articles\\_view.asp?art=339](http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=339)

32. Ayala GL, Castro PM, Martínez M. El Orégano, Posible Alternativa de Utilización en la Producción Animal. Instituto de Ciencia Animal. Universo Porcino. El Portal del Cerdo. 2008. Consultar en: [www.aacporcinos.com.ar/ar/articulos/nutricion\\_porcina\\_el\\_oregano.html](http://www.aacporcinos.com.ar/ar/articulos/nutricion_porcina_el_oregano.html)
33. Mellor, S. "Alternatives to antibiotics" Pig Progress. 2000, 16(1):18-21.
34. Isley S, Miller H, Greathead H, Kamel C. Herbal Sow Diets Boost Pre-weaning Growth Pig Progress. 2002, 18(4): 8-10.
35. Srinivasan K. Spices influencers of body metabolism: on overview of three decades of research. Food Research International. 2005, 38: 77-86
36. Varley M. Real future for herbal nutraceuticals Pig Progress. 2003, 19(3): 24-25.
37. Perdok H. Essential oils from herbs and spices. Pig Progress .2004, 20(3): 20.
38. Windich W, Schendle K, Plitzner C and Kroysmar A. Use of phytobiotic products as feed additives for swine and poultry. J. Anim. Sci. 2008.86 (E. suppl): E140-E148.
39. Canibe N. Alimentación de lechones. 1. Sistemas de Alimentación y aditivos en piensos de iniciación. Memorias XXIII Curso de Especialización. Federación Española de Nutrición Animal. España. 25-26 Oct, 1997: 179-212.
40. Ter Beek V. Improved gut health by use of oil blend. Pig Progress. 2008, 24(2):22-23.
41. Wynn SG, Fougère BJ. Veterinary Herbal Medicine. Mosby Elsevier, 2007:670-671, 555-558, 549-551.
42. Hasegawa K. Herbs in Japan give a healthy option Pig Internaciotional. 2007, 37(1): 20-21.



43. Jones G. Phytobiotic solutions. *Pig Progress*. 2002, 18(8): 25-26.
44. Mellor S. Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress*. 2000, 16(4): 27-30.
45. Parrado MS, Chamorro SJ, Serrano VL. Estudio preliminar: Orégano como promotor de crecimiento en Lechones Destetados. *Revista de Medicina Veterinaria*. Colombia, 2006,(12): 81-88.
46. Kong XF, Wu GY, Liao YP. Dietary supplementation with Chinese herbal ultra-fine powder enhances cellular and humoral immunity in early-weaned piglets. *Livestock Science* 108 (2007) 94-98.
47. Kong XF, Wu GY, Liao YP. Effects of Chinese herbal ultra-fine powder additive on growth performance, serum metabolites and intestinal health in early-weaned piglets. *Livestock Science* 108 (2007) 272-275.
48. Shiva C. Estudio de la actividad microbiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Barcelona 2007.
49. Lien TF, Horno YM, W CP. Feasibility of replacing antibiotic feed promoters with Chinese herbal medicine Bazhen in weaned piglets. *Livestock Production Science* 107 (2007). 97-102.
50. Espinoza MV, García,CA, Herrera JH, Álvarez MA, Estrada BSG, Meza CM. Efectos del extracto de *Yucca schidigera* en el perfil bioquímico y hemático de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Científica*. 2008, 18(1): 51-58 p.p.
51. Janczyk P, Trevisi P, Souffrant W, Bosi P. Effect of thymol on microbial diversity in the porcine jejunum. *Internacional Journal of Food Microbiology*. 126 (2008) 258-261.

52. Fang J, Yan F, Kong X, Ruan Z, Liu Z. Dietary supplementation with *Acanthopanax senticosus* extract enhances gut health in weanling piglets”. *Livestock Science*. 2008. Article in press.
53. Bimczok D, Rau H, Sewekow E, Janckzyk J, Bernhard SW, RothKötter HJ. Influence of calvacrol on proliferation and survival of porcine lymphocytes and intestinal epithelial cells in vitro”. *Toxicology in vitro* 22 (2008) 652-658.
54. Straub R, Gebert S, Wenk C, Wanner M. Growth performance, energy, and energy nitrogen balance of weanling pigs fed a cereal-based diet supplemented with Chinese rhubarb. *Livestock Production Science*. 92 (2005) 261-269.
55. Medel P, Latorre A, Mateos G. “Nutrición y Alimentación de lechones destetados precozmente XV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Federación Española de Nutrición Animal. España. 1999:28-30.
56. Mullan B. Zooming in on zinc sources. *Pig Progress*. 2004, 20(8): 28-29.
57. Hahn J, Baker D. Growth and Plasma Zinc Responses of Young Pigs Fed Pharmacologic Levels of Zinc. *J. Anim. Sci*. 1993. (71) 3020-3024.
58. Shell T, Kornegay E. Zinc Concentration in Tissues and Performance of Weanling Pigs Fed Pharmacological Levels of Zinc from ZnO, Zn- Methinine, Zn-Lysine, or ZnZO<sub>4</sub>. *J. Anim. Science*. 1996. (74) 1588-1593.
59. Case C, Carlson M. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs. *J. Anim. Sci*. 2002 (80) 1917-1924.
60. Hill GM, Cromwell TD, Crenshaw CR, Dove RC, Ewan DA, Knabe AJ, Lewis GW, Libal DC. Growth promotion effects and plasma changes from feeding high dietary

- concentrations of zinc and copper to weanling pigs (regional study). *J. Anim. Sci.* 2000, 78: 1010-1016.
61. Smith JW, Tockad MD, Goodband RD, Nelssen JL, Richert BT. Effects of the interrelationship between zinc oxide and copper sulfate on growth performance of early-weaned pigs. *J Anim Sci.* 1997, 75: 1861-1866.
62. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, UNAM, México. 1973.
63. National Research Council. Nutrient Requirements of swine. 10nd. Ed Natl Acad Sci. EUA, 1998.
64. Steel DRG, Torre JH, Dickey DA. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3<sup>rd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1997.
65. Wayne WD. Bioestadística: Base para el Análisis de las Ciencias de la Salud. Editorial Limusa Wiley. México. 2004.
66. Turner JL, Dritz SS, Higgins JJ and Minton JE. Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on growth performance and immune function of young pigs challenged with *Salmonella typhimurium*. *J. Anim. Sci.* 2002. 80: 1947-1953.
67. Manzanilla EG, Pérez JF, Martin M, Kamel C and Gasa J. Effect of plant extract and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned. *J. Anim. Sci.* 2004. 82:3210-3218.
68. Mao XF, Piao XS, Lai CH, Li DF, Xing JJ, and Shi BL. Effects of B-Glucan obtained from the Chinese herb *Astragalus membranaceus* and lipopolysaccharide challenge on performance, immunological, adrenal, and somatotrophic responses of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 2005. 83: 2775-2782.

69. Ilsley SE, Miller HM and Kamel C. Effects of dietary quillaja saponin and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 2005. 83:82-83
70. Nofrarías M, Manzanilla EG, Pujols J, Gibert X, Majó N, Segalés J and Gasa J. Effects of spray-dried porcine plasma and extracts on intestinal morphology and on leukocyte cell subsets of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 2006. 84:2735-2742.
71. Castillo M, Martin-Orúe SM, Roca M, Manzanilla EG, Badiola I, Pérez JF and Gasa J. The response of gastrointestinal microbiota to avilamycin, butyrate, and plant extracts in early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 2006. 84:2725-2734.
72. Manzanilla EG, Nofrarías M, Anguita M, Castillo M, Pérez JF, Martin-Orúe SM, Kamel C and Gasa J. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 2006. 84:2743-2751
73. Kosina P, Walterová D, Ulrichová J, Lichnovsky MS, Rýdlová H, Vicar J. Sanginarine and chelerythrine: assessment of safety on pigs in ninety days feeding experiment. *Food and Chemical Toxicology.* 2004. 42:85-91.
74. Valchev G, Popova-Rlacheva S, Bonovska M, Zaprianova I, Gudev D. Effect of dietary supplements of herb extracts on performance in growing pigs. *Biotechnology in Animal Husbandry.* 2009. 25 (5-6): 859-870.