

**UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES:  
YEMA DE HUEVO (IGY) Y NUPRO EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN INICIACIÓN**

**ANA BELLY AGUILAR VÁZQUEZ**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN ZOOTECNIA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
Subdirección de Postgrado**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Mayo 2014**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES: YEMA DE HUEVO  
(IGY) Y NUPRO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN INICIACION

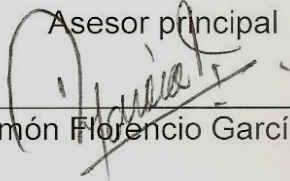
TESIS

POR:

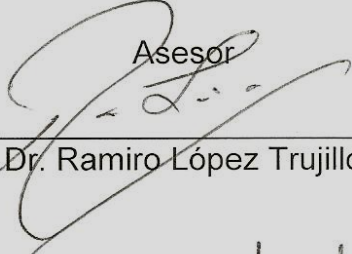
ANA BELLY AGUILAR VÁZQUEZ

Como requisito parcial para optar del grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

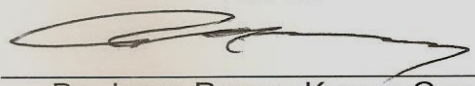
Asesor principal

  
Dr. Ramón Florencio García Castillo

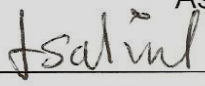
Asesor

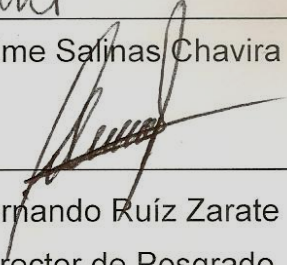
  
Dr. Ramiro López Trujillo

Asesor

  
Dr. Jorge Ramsy Kawas Garza

Asesor

  
Dr. Jaime Salinas Chavira

  
Dr. Fernando Ruíz Zarate  
Subdirector de Posgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2014

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** Agradezco de corazón por su existencia en mi vida, por cuidar de mi y estar con migo en todo momento en mis tristezas y alegrías, por darme esa bendición de despertar cada día de mi vida con salud.

A mi “ALMA TERRA MATER” la noble institución que me formo como profesionista y a los profesores que con paciencia y dedicación forjaron mi aprendizaje día a día, gracias.

Al CONACyT por el apoyo económico durante estos dos años indispensables para concluir esta etapa.

A mis asesores:

**Dr. Ramón F. García castillo.** Por su valioso tiempo en la revisión de esta tesis y compartir sus conocimientos, por ser una pieza importante en esta etapa de mi vida profesional, dios lo bendiga.

**Dr. Ramiro López Trujillo.** Por compartir sus conocimientos y por el tiempo dedicado para que yo pudiera concluir este trabajo.

**Dr. Jorge Ramsy Kawas Garza.** Por la paciencia en la revisión de este trabajo.

**Dr. Jaime Salinas Chavira.** Por el tiempo dedicado en la revisión de esta tesis para que yo pudiera concluir esta etapa de mi vida.

Al **T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel** encargado del laboratorio de nutrición animal, por el apoyo en el análisis bromatológico de las dietas y por su amistad.

A mis compañeros de la generación de M.C en zootecnia en especial: **Teresa, Cynthia, Anguie Aguilar, Soto, Adrian, Tipa, Yorfe, Rendí, Hilario, Amaury, Oscar, Fabio.**

Gracias por su amistad.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que más amo, que llegaron a mi vida en el momento preciso llenándome de alegrías y enseñanzas, para ti **SOFIA NATALY** te amo mi pequeña y a ti **ERIBERTO** por ser esa persona que siempre me apoya en todo momento gracias.

A mis Padres:

Que me han conducido por la vida con amor y paciencia; hoy ven forjado un anhelo, una ilusión, un deseo...Gracias por enseñarme lo que han recogido a su paso por la vida, por compartir mis horas grises, mis momentos felices, sueños e inquietudes. Gracias por ayudarme a salir adelante en la adversidad, por hacer de mí lo que hoy soy: gente de provecho, de grandes ideales y noble corazón. No los defraudaré, los haré sentir orgullosos, y verán que todos sus sacrificios no fueron en vano y podrán caminar con la frente muy alta, orgullosos de mí.

Para ustedes, queridos Padres:

A mis hermanos **JOEL, ROSY, ADELY**, los quiero porque siempre me han apoyado en todo momento y por sus consejos por eso y mucho mas gracias.

## RESUMEN

# UTILIZACIÓN DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES: YEMA DE HUEVO (IGY) Y NUPRO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN INICIACION

Por:

Ana Belly Aguilar Vázquez

Maestría en Ciencias en Zootecnia

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo 2014

**Dr. Ramón F. García Castillo – Asesor**

**Palabras clave.** Anticuerpo de yema de huevo, Nupro, lechones, características de la canal, medidas zoométricas y tracto gastro-intestinal.

Se utilizaron 48 lechones de traspatio en la etapa de iniciación con peso promedio vivo de 6.34 kg provenientes de cerdas de traspatio cruza tipo comercial (Duroc, Landrace, Yorkshire, Hampshire). Evaluando cuatro tratamientos con tres repeticiones de cuatro lechones cada uno. Cada repetición considerada una unidad experimental. El testigo fue el T1 sin Nupro (SN), sin Yema (SY), T2 sin Nupro (SN) con Yema (CY), T3 con Nupro (CN) sin Yema (SY) y T4 con Nupro (CN) con Yema (CY). Para analizar estadísticamente los resultados de las variables; consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y espesor de grasa dorsal; medidas zoométricas (altura a la cruz, longitud de

tuberosidades, perímetro torácico); órganos de cada animal se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x2.

Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para la ganancia diaria de peso a favor del uso de yema de huevo, Nupro y su interacción. Para el consumo diario se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con el uso de yema de huevo. La conversión alimenticia fue diferente ( $P < 0.05$ ) con la interacción de yema de huevo y Nupro. También se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la Relación de eficiencia proteica en la interacción de yema de huevo y Nupro.

Las características de la canal de lechones no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para ninguna de las variables. Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para la altura a la cruz con la interacción yema de huevo y Nupro. Para el diámetro torácico no se encontró diferencia significativa para ninguno de los tratamientos. En la longitud de tuberosidades se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con el uso de yema de huevo, Nupro y la interacción de ambos. El nivel de grasa dorsal no tuvo efecto significativo ( $P > 0.05$ ) para ninguno de los tratamientos. En el pesos del estómago y tracto gastrointestinal en cerdos. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para ninguna de las variables estudiadas Sangre, pulmones, corazón, bazo, hígado y riñones en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (Igy) y Nupro.

## ABSTRACT

### USE OF NON CONVENTIONAL: YOLK (IGY) and NUPRO ANTIBODY AS A PROMOTER OF FEEDING GROWING PIGS

By:

Ana Belly Aguilar Vazquez

Master of Science in Animal Science

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. May, 2014.

**Dr. Ramón Florencio García Castillo – Advisor**

**Keywords** :Egg yolk antibody, Nupro, piglets, carcass characteristics, zoometric measures and gastro-intestinal tract.

48 piglets were used backyard in the initiation phase with average live weight of 6.34 kg backyard sows from commercial crossing (Duroc, Landrace, Yorkshire, Hampshire).Evaluating four treatments with three replicates of four pigs each. Each repetition considered an experimental unit. The witness was the T1 without Nupro (SN) without yolk (SY), T2 without Nupro (SN) with Yolk (CY), T3 with Nupro (CN) without yolk (SY) and T4 with Nupro (CN) with Yolk (CY).To statistically analyze the results of the variables, feed intake, daily gain, feed conversion, protein efficiency ratio and backfat; zoometric measures (height at withers, length tuberosities, chest circumference); bodies each animal used a completely randomized design with a factorial arrangement 2x2.

There was significant difference ( $P < 0.05$ ) daily weight gain for the use of egg yolk, Nupro and their interaction. For daily consumption was no significant difference ( $P < 0.05$ ) with the use of egg yolk. Feed conversion was different ( $P < 0.05$ ) with the interaction of egg yolk and Nupro. We also found significant difference ( $P < 0.05$ ) protein efficiency ratio in the interaction of egg yolk and Nupro. The carcass characteristics of pigs no significant difference ( $P > 0.05$ ) for any of the variables. There was significant difference ( $P < 0.05$ ) for height at withers interaction with egg yolk and Nupro. For chest diameter difference was not significant for any of the treatments. Tuberosities in length significant difference ( $P < 0.05$ ) with the use of egg yolk, Nupro and interaction. The dorsal fat level had no significant effect ( $P > 0.05$ ) for any of the treatments. In the weights of the stomach and gastrointestinal tract in pigs. No significant difference ( $P > 0.05$ ) for any of the variables studied blood, lungs, heart, spleen, liver and kidneys in swine rations providing egg yolk antibody (Igy) and Nupro.



## INDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>ix</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>2</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>Características del Nupro</b> .....	<b>4</b>
<b>Valor nutritivo del Nupro</b> .....	<b>4</b>
<b>Antecedentes del anticuerpo de Yema de huevo</b> .....	<b>7</b>
<b>Anticuerpo de Yema de huevo</b> .....	<b>8</b>
<b>Propiedades fisicoquímicas de la IgY de huevo y su aplicación</b> .....	<b>10</b>
<b>Valor nutritivo de Yema de huevo (IgY)</b> .....	<b>11</b>
<b>Características de fuentes de núcleo proteico</b> .....	<b>12</b>
<b>Grasa dorsal</b> .....	<b>12</b>
<b>Característica de la canal</b> .....	<b>13</b>
<b>Tracto gastrointestinal</b> .....	<b>13</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>Ubicación del área de traba</b> .....	<b>14</b>
<b>Animales experimentales</b> .....	<b>14</b>
<b>Tratamientos</b> .....	<b>14</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>15</b>
<b>Componente de la dieta</b> .....	<b>15</b>

<b>Procedimiento experimental .....</b>	<b>16</b>
<b>Análisis estadístico .....</b>	<b>17</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Prueba de comportamiento.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.1 Consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y relación de eficiencia proteica (REP). .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1.2 Características de la canal.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.3 Medidas Zoo-métricas .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.3.1 Altura a la cruz, Diámetro torácico, Longitud de tuberosidades y Espesor de grasa dorsal.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.5 Estómago y tracto gastrointestinal lleno y vacío .....</b>	<b>22</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>28</b>
<b>García, R.T. 2012. Yema de huevo con anticuerpos frente a la coccidiosis en avicultura. Portal veterinaria. Agricultura de los EE.UU. Disponible en :<a href="http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11398/ACTUALIDAD/Yema-de-huevo-con-anticuerpos-frente-a-la-coccidiosis-en-avicultura.html">http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11398/ACTUALIDAD/Yema-de-huevo- con-anticuerpos-frente-a-la-coccidiosis-en-avicultura.html</a> consultado el 15/05/2013. ....</b>	<b>32</b>

## INDICE DE CUADROS

Núm. Cuadro		Núm. Pagina
3.1	Componente de la dieta en lechones Porcimax Iniciación	12
3.2	Análisis bromatológico del alimento ofrecido Anticuerpo de Yema de huevo y Nupro, utilizado para alimentar lechones de traspatio en la etapa de inicio.	14
4.1	Consumo, incremento de peso y eficiencia alimenticia en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.	18
4.2	Características de la canal de lechones alimentados con dietas conteniendo Yema de huevo (IgY) y núcleo proteico (Nupro)	18
4.3	Altura, Diámetro, Longitud y Grasa dorsal en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.	19
4.4	Estómago y tracto gastrointestinal en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.	19
4.5	Sangre, pulmones, corazón, bazo, hígado y riñones en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.	20

## I. INTRODUCCION

La producción mundial de carne de cerdo ha tenido un incremento constante y se estima que seguirá creciendo a pesar de las enfermedades y barreras sanitarias. En México también se ha incrementado el consumo de la carne de cerdo, pero está muy por debajo del consumo per cápita de otros países. México es un país importador, que ha llenado su incremento en necesidades de carne de cerdo con importaciones principalmente de EEUU (Stephano, 2012).

La producción de cerdos está muy relacionada con la utilización de alta tecnología y volúmenes de cereales y fuentes proteicas; que por lo general, no se producen en cantidades suficientes y rentables en los países subdesarrollados. Esto genera una fuerte dependencia de materias primas extranjeras (Argenti y Espinoza, 2007).

El destete de los lechones implica una reducción en el consumo de alimento y las diarreas pueden volverse infecciosas. Ambos aspectos retrasan el crecimiento de los lechones y en casos severos, le provocan la muerte (Reynoso *et al.*, 2004)

Castillo, (2010) menciona los beneficios aportados por el Nupro en dietas iniciadoras: mejora el metabolismo energético y de nitrógeno, mejora la morfología intestinal, tasa de crecimiento, respuesta inmunológica, ayuda al funcionamiento en el crecimiento de tejidos, incrementa la maduración de las vellosidades del intestino y disminuye los desórdenes intestinales. Siendo este como un saborizante en la alimentación favoreciendo la palatabilidad animal.

En lechones de destete precoz, Borja y Medel, (1998) comentan algunos aspectos de interés relacionados con el empleo de materias primas en sus alimentos con atención al plasma animal, y se hace referencia a un nuevo producto, la harina de huevo rica en anticuerpos, que acaba de presentarse en el mercado nacional. En relación con los cerdos en crecimiento se revisan algunos aspectos a cerca de la utilización eficiente de la energía de la dieta, sobre todo con genotipos modernos de alto potencial de crecimiento muscular, y se presenta una metodología interesante para la estimación de los requerimientos nutricionales de los cerdos de engorde en condiciones de explotación comercial.

Borja y Medel, (1998) investigaron la posibilidad de utilizar los anticuerpos de la yema de huevo en animales jóvenes para proporcionarles inmunidad pasiva y prevenir o tratar ciertas enfermedades de los animales; en este caso el cerdo.

La información sobre la tecnología de los anticuerpos extraídos de la yema de huevo es aún poco difundida en la nutrición de los animales, particularmente las inmunoglobulinas extraídas a partir de la yema de huevo de gallina (IgY), es una tecnología innovadora que suscita cada vez más el interés de la comunidad científica y en los productores de granjas porcinas y más en los lechones ya que suelen tener el mal funcionamiento del intestino el cual les provoca la diarrea, este es más frecuente cuando estos se destetan (Chacana *et al.*, 2004).

## Objetivos

Evaluar el efecto del Nupro y anticuerpo de Yema de huevo en la alimentación de cerdos, a través de: Parámetros productivos, eficiencia alimenticia y evaluación de la canal.

## II. REVISION DE LITERATURA

### **Características del Nupro.**

Nupro es una fuente de nutriente funcional fabricada del contenido interno de la célula de una cepa específica de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) que es rica en aminoácidos así también como en nucleótidos, con frecuencia se refiere a los nucleótidos como nutrientes semi-esenciales para animales jóvenes. Aunque el organismo es capaz de sintetizar sus propios nucleótidos (Castillo, 2010).

Balseca (2009) El incluir nucleótidos o levadura en la alimentación del animal es novedoso en el ámbito nutricional, tiene propiedades y beneficios:

- Mejoramiento del metabolismo energético.
- Mejoramiento de la morfología intestinal.
- Mejoramiento de la tasa de crecimiento.
- Mejoramiento de la respuesta inmunológica.
- Aumento de la tasa de maduración de las vellosidades.
- Optimización de la función de los tejidos de rápido crecimiento.

### **Valor nutritivo del Nupro.**

Se desarrollaron dos experimentos con cerdos en iniciación. En el primero se utilizaron 64 lechones híbridos para determinar el beneficio de agregar cultivo de levaduras a dietas estándar y bajas en proteína, adicionadas con aminoácidos sintéticos, en el comportamiento productivo y ocurrencia de

diarreas los tratamientos fueron T1) 21.2 % de proteína, T2) 20.3 %, T3)19.3 % y T4) 18.4 %. Los cerdos alimentados con menos proteína (T4) tuvieron menor consumo de alimento. La ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia fueron similares entre tratamientos. No hubo diferencias significativas con respecto a la ocurrencia de diarreas. En el segundo experimento se evaluó el efecto de la adición de cultivo de levaduras a dietas estándar y bajas en proteína en 64 lechones. Para las variables analizadas no se observaron diferencias entre tratamientos. Esto sugiere que el cultivo de levaduras no mejora la respuesta productiva de lechones alimentados con dietas bajas en proteína y adicionadas con aminoácidos sintéticos y tampoco reduce significativamente las diarreas (Reynoso *et al.*, 2004).

En el contenido de proteína en la dieta de cerdos en iniciación se puede reducir de forma segura de 24 a 20%, mientras equilibra con la limitación de AA de acuerdo con las proporciones de proteína ideales, sin reducir el rendimiento. Una reducción prevista en el contenido de proteínas de la dieta combinada con una reducción concomitante en la fibra fermentable reducirá la producción de metabolitos microbianos potencialmente perjudiciales en el ciego (Htoo *et al.*, 2007).

Un experimento con Nupro en cerdos destetados presentando diarreas originado por *E. coli*, los cerdos fueron alimentados con dos dietas, una de ellas contenía Nupro sustituyendo a la proteína de la papa en un 4%. Mostrando un incremento de peso y consumo de alimento los que fueron alimentados con Nupro, dado que los cerdos consumían nucleótidos presentes en el Nupro, los cerdos mostraron menos incidencia de diarrea (Spring, 2001)

García *et al.* (2011ab) Evaluaron el efecto del núcleo proteico (Nupro) con diferentes niveles 0%, 2.0% y 4.0% de Nupro, sobre las variables de conversión alimenticia (CA), ganancia diaria de peso (GDP), eficiencia

alimenticia (EA), relación de eficiencia proteica (REP), características de la canal y tracto gastrointestinal en lechones pos-destete, encontrando que no existió diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) en CA, GDP, EA Y REP. Se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en peso de la canal caliente y en tracto gastrointestinal vacío, estomago e intestino delgado no fueron diferentes ( $P \geq 0.05$ ). En ella longitud del intestino grueso fue diferente ( $P < 0.01$ ), concluyendo que la adición del Nupro mejora peso y rendimiento en canal.

El tema relativo a la nutrición de aminoácidos para lechones es muy amplio porque incluye desde el conocimiento de la fisiología y el metabolismo de los lechones, pasando por la influencia del medio ambiente, particularmente durante el destete, la evaluación de la composición nutricional de las materias primas, las determinaciones de las exigencias nutricionales de los aminoácidos esenciales, el manejo de la alimentación y la formulación de alimentos que permitan que los lechones tengan un desempeño zootécnico adecuado de acuerdo a factores productivos, como genética, sanidad y mano de obra, y objetivos de producción (Nogueira *et al.*, 2012).

Un contenido elevado de PC no se traduce necesariamente en un crecimiento excesivo de bacterias potencialmente patógenas en el intestino delgado. Otros factores, tales como las condiciones sanitarias en el entorno, es probable que desempeñen un papel (Bikker *et al.*, 2006)

Htoo *et al.* (2007) condujeron 3 experimentos para estudiar los efectos de una dieta suplementada con aminoácidos bajo en proteína que fue de 24% y 20% de PB por kg de dieta, Groenewegen *et al.* (2007) en relación con la digestión, la diarrea y el rendimiento después del destete, estos autores concluyeron, en vista de que no había diarrea, la disminución de PC de la dieta reduce claramente las concentraciones de metabolitos microbianos. Una



disminución en el contenido de PC de la dieta podría reducir la diarrea en los sistemas de producción comerciales.

El uso de los aminoácidos industriales lisina, treonina, metionina y triptófano, que son normalmente los cuatro primeros aminoácidos limitantes, es común en los alimentos de lechones porque sirven para balancear nutricionalmente los aminoácidos y reducir los costos de los alimentos (Nogueira *et al.*, 2012).

En una investigación de niveles de lisina y de proteína se observó que el aumento de nivel dietético de lisina de 0.55 a 0.65% en cerdos de finalización con el acceso *ad libitum* de alimento mejoró la ganancia media diaria (P <0.01) y muscular (P <0.05) y grasa (P<0.01). La ganancia se redujo a (P <0.01) en relación con el aumento de la ingesta diaria de alimento (P <0,05). Con respecto a características de la canal, hubo una disminución en la longitud de canal y un aumento en la profundidad del músculo (P <0.05) (Henry *et al.*, 1992).

### **Antecedentes del anticuerpo de Yema de huevo**

Desde hace tiempo se conoce que los anticuerpos que elaboran las aves como respuesta al desafío con diferentes antígenos se depositan en la yema de huevo. Este proceso ha sido, incluso, cuantificado en gallinas ponedoras comerciales y se sabe que el ovocito, en su proceso de maduración retiene inmunoglobulinas G al mismo tiempo que aumenta su peso, manteniendo constante una concentración de unos 8 mg de IgG, y llegando a su estado de maduración definitiva previo a la ovulación con un contenido de 100 a 200 mg de IgG (Borja y Medel, 1998).

## **Anticuerpo de Yema de huevo**

Los nucleótidos sobre el desempeño de la cerda lactante y de su camada, logrando una mayor tendencia del número de lechones destetados y mayor ganancia de peso por día. Atribuyendo a que el alimento tenía buena palatabilidad y por tanto se ve reflejado en la camada de la cerda (Quilat et al., 2007)

Se realizaron una evaluación de nucleótidos en una dieta pre iniciadora en lechones, donde se mostró que los nucleótidos redujeron la mortalidad en los lechones, disminuyeron el costo de criar un lechón y se consideraron estos nucleótidos como nutrientes funcionales costo-efectivo para las dietas pre iniciadoras de lechones (Groenewegen *et al.*, 2007)

Menciona Araque, (2011) la importancia de los nucleótidos y algunas de sus funciones: beneficia la circulación sanguínea, fortalecimiento de la inmunidad, hay regeneración el crecimiento de nuevas células, ayuda al cuerpo para controlar infecciones. Los nucleótidos ayudan a promover el crecimiento y a la maduración intestinal, tomando como evidencia una altura mayor de la vellosidad intestinal (Uauy, 1994).

Cuando los nucleótidos son ingeridos disminuyen las infecciones y el porcentaje de mortalidad, modificando el tipo y crecimiento de la microflora intestinal, beneficiando el desarrollo de la flora microbiana (bifidobacterias y lactobacillus), capaz de disminuir el pH intraruminal y así inhibir el crecimiento y proliferación de las bacterias patógenas por la producción de ácido láctico, acético y butiratos. Entre las bacterias patógenas se encuentran las enterobacterias siendo estas las responsables de enfermedades que cursan con diarrea (Cortegano, 2012).

Larsson *et al.* (1993); Barroso *et al.* (2005). Afirman que tiene alta concentración de IgY presente en la yema de huevo con respecto a los mamíferos. Por lo tanto, los anticuerpos de pollo ofrecen muchas ventajas sobre los anticuerpos de mamíferos y puede reemplazar a estos anticuerpos en el futuro.

Un trabajo realizado con pollitas de un día con alimento mezclado con polvo de yema de huevo procedente de gallinas hiperinmunizadas con múltiples especies de *Eimeria*, parásito que causa la coccidiosis. Posteriormente los pollos se expusieron a los coccidios y se observó que los que habían recibido la yema de huevo ganaron más peso y excretó una menor cantidad de *Eimeria* en las heces. Además, las aves que recibieron el tratamiento presentaron menos lesiones intestinales (García, 2012).

La producción de anticuerpos de pollo, particularmente las inmunoglobulinas extraídas a partir de la yema de huevo de la gallina (IgY), es una tecnología innovadora que suscita cada vez más el interés de la comunidad científica (Chacana *et al.*, 2004).

El suministro de los anticuerpos contenidos en la yema de huevo de gallinas inmunizadas con diferentes antígenos de *Escherichia coli* protegió eficazmente a lechones neonatos frente a una colibacilosis entérica inducida experimentalmente (Borja y Medel, 1998).

La mayoría de las Ig el huevo de gallina se encuentran en muy alta concentración en la yema. Las aves, a diferencia de los mamíferos, no disponen de calostro y en cambio usan a la yema de huevo como un método muy eficaz de transferencia pasiva de anticuerpos a su descendencia. Se la denomina Inmunoglobulina (Ig) de yema (Y) ó Igy. Su eficiente acción protectora local en

la mucosa intestinal es muy similar a la ejercida por la IgA de los mamíferos (Moreira *et al.*, 2002).

Los anticuerpos de yema de huevo son una interesante alternativa al uso de anticuerpos mamíferos, en general las IgM se pueden encontrar en la clara del huevo, mientras que la IgY solo se encuentran en la yema (Moreira *et al.*, 2002)

### **Propiedades fisicoquímicas de la IgY de huevo y su aplicación**

La química básica de la IgY de pollo ha sido revisada y comparada como inmune-química de IgYs aviares, también ha publicado un manual de uso en laboratorio para trabajar con IgY de huevo. Además, la investigación reciente ha sido publicada en la estructura molecular y las funciones de IgY (Cook y Trott, 2010).

En general, los anticuerpos han evolucionado para ser más resistentes a la proteólisis enzimática y de pH bajo que la mayoría de las proteínas debido a las demandas evolutivas para anticuerpos transferidos pasivamente para ser eficaz en entornos hostiles. La estabilidad de IgY de pollo en una variedad de condiciones ambientales. Calefacción purificado anticuerpos IgY durante 15 minutos mostraron una disminución de la actividad de unión a una temperatura de 70 ° C o superior (Cook y Trott, 2010).

A pesar de todas estas semejanzas, las gallinas presentan una diferencia muy importante en cuanto a la transferencia de inmunidad pasiva a los descendientes. Mientras que en los mamíferos es transferida a través de la placenta o del calostro, las aves lo hacen a través de los componentes fluidos del huevo. Cuando el huevo se encuentra en el ovario, la gallina transfiere sus inmunoglobulinas "Y" (IgY) séricas a la yema (Chacana y Terzolo, 2011)

## Valor nutritivo de Yema de huevo (IgY)

Cook, (2004) cuando se proporciona el anticuerpo del huevo, los animales mejoran la eficiencia de la alimentación y el crecimiento. Es evidente que el huésped libera mediadores de la inflamación en el lumen del tracto gastrointestinal que pueden regular el crecimiento animal.

Owusu *et al.* (2002) realizaron 2 experimentos, uno se diseñó para determinar si el secado por pulverización de plasma porcino (SDPP) contenía anticuerpos contra los patógenos de *Escherichia Coli* y la segunda para saber la cantidad requerida en la yema de huevo de pollo, para proporcionar una concentración similar de anticuerpos contra *Escherichia Coli* en la alimentación de los lechones recién destetados. Durante 7 días observaron que las dietas de lechones destetados suplementada con Anticuerpo de Yema de Huevo (EYA) mejoro el crecimiento en lechones. La ingesta media diaria de alimento no fue afectada ( $P > 0,05$ ) por los tratamientos de dieta proporcionada.

La razón por la que el huésped libera citocinas y péptidos seleccionados en el lumen del sistema gastrointestinal no puede ser dirigido a la comunidad microbiana intestinal, pero puede estar implicado en la señalización intercelular del huésped (Cook, 2010).

La deposición de proteína en el cerdo que depende de la energía contenida en la dieta proporcionada. Es por eso que con una nutrición óptima de energía y lisina, el cual es el principal aminoácido limitante en el crecimiento del animal, se logra mejorar el potencial del crecimiento magro del tejido muscular del cerdo (Acosta, 2006).

## **Características de fuentes de núcleo proteico**

Las proteínas son el principal componente de los órganos y estructuras del cuerpo animal y están conformados por aminoácidos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Algunas proteínas contienen azufre y fósforo considerándose sustancias complejas de naturaleza. Las fuentes de proteína más utilizadas en los animales son los granos de soya, las tortas o harinas de soya, algodón, ajonjolí, girasol, maní y el gluten de maíz, también se utilizan otras harinas como las de pescado, carne y sangre (Garzón y Navas, 2003).

## **Grasa dorsal**

Otra estrategia alimenticia de incremento del contenido en grasa intramuscular (GIM) pasa por bajar los aportes de proteína o de ciertos aminoácidos como la lisina en relación al aporte de energía de las dietas. Estudios han mostrado que al reducir el contenido en proteína o de la lisina de la dieta aumentaba de forma significativa el contenido en GIM, tanto del lomo como del jamón. Aunque los resultados productivos no resultaron afectados, observaron un incremento del espesor de grasa dorsal o una disminución del peso canal o del área del lomo al reducir el nivel de lisina de la dieta (Esteve y Lizardo, 2012).

En estudio realizado por Esteve y Lizardo, (2012) observan que el reducir contenido de PC, pero suplementando con aminoácidos sintéticos e incorporando algo más de almidón o de almidón y grasa para mantener el nivel energético y de la lisina: energía neta de las dietas, se incrementa significativamente el contenido de grasa intramuscular (GIM).

## **Característica de la canal**

El consumidor de carne de cerdo exige un producto con la máxima cantidad de tejido muscular y poca grasa. Por este motivo, se selecciona del cerdo las características que están relacionados con la calidad de la canal. En el animal sacrificado, rutinariamente, se miden con bastante precisión las siguientes características como son la longitud, área del ojo de chueta y espesor de grasa dorsal. Méndez *et al.* (2002) realizó un estudio con las canales de cerdo pelón mexicano alimentados con concentrado comercial, obteniendo el perímetro torácico fue de 15.5 cm, del abdomen 18.6 cm y de la longitud hasta la espalda 15.5 cm, en cuanto al contenido de grasa total fue de 9.3 mm.

Un trabajo realizado con B-adrenérgico comercial y niveles de lisina con lleva a la orientación de los nutrientes hacia la síntesis de proteína muscular, la glucosa y los aminoácidos que llegan al tejido muscular favoreciendo el tamaño de la fibra muscular (Echeverry *et al.*, 2008).

## **Tracto gastrointestinal**

Balseca (2009) sugiere que la deficiencia de nucleótidos dietéticos pueden afectar al hígado, corazón, y la función intestinal e inmunológica, a comienzos de del siglo 20 se utilizaban levaduras como fuente importante de vitaminas en la nutrición animal.

Menciona Araque (2011); Uauy (1994) que la importancia de los nucleótidos y algunas de sus funciones: beneficia la circulación sanguínea, fortalecimiento de la inmunidad, hay regeneración el crecimiento de nuevas células, ayuda al cuerpo para controlar infecciones. Los nucleótidos ayudan a promover el crecimiento y a la maduración intestinal, tomando como evidencia una altura mayor de la vellosidad intestinal.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Ubicación del área de traba**

Esta investigación se realizó en instalaciones de Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila a 7 km al sur de la ciudad de Saltillo, su localización geográfica 25° 22' N, 101° 00' O, a una altitud de 1742 msnm. El clima de la región es BSokx'(w) (e) que se caracteriza por ser seco o árido, el más seco de los BS, con régimen de lluvias entre el verano e invierno, precipitación media anual de 225 mm y temperatura media anual de 17,7 ° C (García, 1987).

#### **Animales experimentales**

Se utilizaron 48 lechones de traspatio destetados a 35 días. En la etapa de iniciación con promedio 6.34 ±kg Pv provenientes de cerdas de traspatio cruza tipo comercial (Duroc, Landrace, Yorkshire, Hampshire). Los lechones fueron pesados al inicio del experimento y al finalizar la investigación. Los requerimientos nutricionales para animales de esta edad y peso se establecieron de acuerdo a (NRC, 1998).

#### **Tratamientos**

Se evaluaron cuatro tratamientos con tres repeticiones de cuatro lechones cada uno. Cada repetición considerada una unidad experimental. El testigo fue el T1 sin Nupro (SN), sin Yema (SY), T2 sin Nupro (SN) con Yema (CY), T3 con Nupro (CN) sin Yema (SY) y T4 con Nupro (CN) con Yema (CY).



### Metodología

Los animales previamente pesados e identificados fueron distribuidos al azar en doce grupos para formar cuatro tratamientos con tres repeticiones c/u. El alimento ofrecido fue de acuerdo al tipo de alimentación conformado en los cuatro tratamientos. El alimento se les proporciono *ad libitum* (NRC, 1998).

### Componente de la dieta

Cuadro 3.1 Componente de la dieta en lechones Porcimax Iniciación				
	T1	T2	T3	T4
SORGO MOLIDO	590	590	590	590
HARINA DE SOYA	262	260.75	222	220.75
ACEITE DE SOYA	40	40	40	40
SUERO DE LECHE	45	45	45	45
HARINA DE PESCADO	30	30	30	30
DUOTEK	3	3	3	3
NUTRIPLEX MB 2	30	30	30	30
NUPRO®	0	0	40	40
AOVA	0	1.25	0	1.25
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Sorgo molido 1.36 de lisina, harina de soya 7.0 de lisina, aceite de soya 0.90 de lisina, suero de leche 0.42 de lisina, harina de pescado 1.56 de lisina, Nutriplex MB-2 0.84 de lisina y Nupro 0.12 de lisina.

### **Procedimiento experimental**

El consumo de alimento se obtuvo con la diferencia del alimento ofrecido y rechazado. La investigación se llevó a cabo por 36 d. La ganancia diaria de peso se calculó considerando la diferencia entre el peso final y el peso inicial, dividido entre 36 días de estancia. La conversión alimenticia fue el consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso. La relación de eficiencia proteica (REP) se obtuvo al dividir peso ganado entre proteína consumida (Shimada, 2003).

Muestras de las dietas ofrecidas fueron isoproteicas 21.0% e isoenergéticas 3.4 Mcal EM/kg de alimento. Fueron analizadas para determinar materia seca (MS) a 105° C, humedad y extracto etéreo (EE). El contenido de proteína cruda (PC) vía procedimiento Kjeldahl, (AOAC, 1997). Energía metabolizable se estimó como lo sugiere (NRC, 1998) (Cuadro 3.2).

Al terminar el experimento se tomaron medidas zoométricas: altura a la cruz (del suelo al punto más culminante de la cruz); longitud de tuberosidades (de la articulación escápula-humeral hasta) y circunferencia torácica (de la base de la cruz pasando por la base ventral del esternón y volviendo a la base de la cruz, formando un círculo recto alrededor de los planos costales).

Al final del experimento se escogió al azar un animal de cada repetición (3 por Trat.) para ser sacrificado humanitariamente y evaluar la canal. Se tomó peso al sacrificio, peso canal caliente y peso canal frío. El rendimiento canal caliente y canal frío fue el peso canal caliente y/o peso canal frío como porcentaje del peso al sacrificio. Al momento del sacrificio se separaron los órganos vitales y abdominales a los cuales se les tomó el peso.

**Cuadro 3.2. Análisis químico del alimento ofrecido a lechones en iniciación conteniendo Yema de huevo, Nupro y ambos.**

Determinación (%)	T1 testigo	T2 IgY	T3 Nupro®	T4 Nupro® y IgY
Cenizas	6.41	6.48	6.33	6.43
Proteína cruda	21	21	21	21
Grasa	6.19	6.54	6.18	6.25
Fibra cruda	1.62	1.83	1.94	1.76
Extracto libre de N	64.78	64.15	64.55	64.56
EM (Mcal/kg)	3.4	3.4	3.4	3.4

**Análisis estadístico**

Para analizar estadísticamente los resultados consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, relación de eficiencia proteica y espesor de grasa dorsal; medidas zoométricas (altura a la cruz, longitud de tuberósidades, perímetro torácico); órganos de cada animal comparándolos con cada tratamiento se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x2(dos niveles de anticuerpos y dos niveles de Nupro). Para la comparación de medias se utilizó el método Tukey (Steel y Torrie, 1980).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Prueba de comportamiento

#### 4.1.1 Consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y relación de eficiencia proteica (REP).

En el cuadro 4.1 se observan los resultados de las diferentes variables de comportamiento estudiadas. El tratamiento (CY/SN) conteniendo Yema de huevo (IgY) presenta valor de 0.690 kg y es similar al tratamiento control (SY/SN) con 0.745 kg y son diferentes estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ) a los tratamientos SY/CN y CY/CN, los cuales no fueron estadísticamente diferentes y tuvieron 0.633 y 0.538 kg de CDA respectivamente. La presencia del NUPRO en la dieta disminuyó CDA.

La GDP fue diferente estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ). La GDP en el tratamiento testigo (SY/SN) con valor de 0.414 kg, fue diferente y superior a los tratamientos CY/SN, SY/CN, CY/CN con valores de 0.314, 0.307 y 0.318 kg de GDP respectivamente. Y estos tratamientos no fueron diferentes estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ) entre sí. La GDP fue afectada por la adición de IgY, Nupro y ambos.

En cuanto a la CA fue diferente ( $P \leq 0.01$ ) en los tratamientos SY/SN y la interacción CY/CN siendo las medias respectivamente 1.80 y 1.70 (kg de CDA requeridos para producir una unidad de GDP). Los tratamientos CY/SN y SY/CN presentan valores de 2.20 y 2.06 (kg de CDA para producir una unidad de GDP). Estos tratamientos fueron estadísticamente iguales ( $P \geq 0.05$ ). La CA fue afectada de manera positiva en la interacción al disminuir los kilogramos de

alimento requeridos para producir un kilogramo de GDP. El valor encontrado en la interacción indica que estos aditivos actúan de manera conjunta.

Al limitar la EM y PC, Figueroa-Velasco *et al.* (2004) con 32 cerdos en etapa de crecimiento (16 machos castrados y 16 hembras; 35.3±1.5 kg). Redujeron la energía metabolizable (EM) en dietas bajas en proteína: T1) 16.5 y 3265; T2) 12.5 y 3265; T3) 12.5 y 3165; T4) 12.5 y 3065. La reducción de PC aumentó el consumo de alimento; en hembras incrementó la conversión alimenticia (CA). Similar comportamiento al añadir lisina a la dieta más de lo requerido, reportaron menor GDP que en la dieta testigo (García *et al.* 2010).

En este estudio, el contenido de PC 21.0% en las dietas es el recomendado (NRC, 1998). Quizás la calidad proteica por las fuentes utilizadas IgY, Nupro y ambos en las dietas afectó el consumo.

La relación de eficiencia proteica fue mejor y diferente ( $P \leq 0.01$ ) en la interacción (CY/CN) al encontrar valor de 3.2, valor mayor a los encontrados en los tratamientos respectivos SY/SN, CY/SN y SY/CN; 2.9, 2.5 y 2.7 g de GDP por cada g de proteína diaria consumida. Esta condición de la interacción de ambos productos (CY/CN) mejoran la eficiencia proteica de la dieta; o sea, se observa un efecto conjunto de ambos aditivos. La presencia de nucleótidos y péptidos afectaron de manera positiva la eficiencia proteica.

El valor de eficiencia proteica indica la utilidad que brinda la calidad de la proteína del alimento para obtener mayor ganancia de peso. De allí, dietas a base de concentrado para crecimiento presentaron mayor valor biológico (VB) a la combinación de partes iguales de concentrado/ensilado de pescado (López *et al.* 2009). Por otro lado y por principio, la limpieza y saneamiento de instalaciones porcinas Bikker *et al.*, (2006) podría contrarrestar el uso de antibióticos en la dieta para mejorar el crecimiento de los animales y la eficiencia alimenticia (Roura *et al.* 1992). Como también, la aplicación en conjunto de anticuerpos de yema de huevo (IgY), como fuente de inmunidad pasiva en la dieta alimenticia (Cook y Trott, 2010). Aunado a esta situación, se

recomiendan el uso de probióticos en granja con problemas sanitarios (Quintero-Moreno *et al.* 1996).

Borja y Medel, (1998) realizaron dos ensayos en la Universidad de Arkansas durante un período de 25 días con cerdos post-destete. Estos investigadores concluyen que la inclusión de un 3-4% de harina de huevo en el alimento de lechones encuentra diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) al mejorar el crecimiento diario. Posteriormente, Owusu *et al.* (2002) mencionan que el consumo de alimento y eficiencia alimenticia, fueron similares ( $P \geq 0.05$ ) entre los tratamientos utilizando anticuerpo de yema de huevo para controlar *Escherichia coli*. Con promedio 122.7 g/d y 0.688 kg GDP por kg de CDA respectivamente. Sin embargo, Cook, (2004) considera la yema de huevo como método alternativo para mejorar crecimiento animal con o sin antibióticos promotores de crecimiento.

#### **4.1.2 Características de la canal**

En el Cuadro 4.2 se presentan los pesos y el rendimiento de la canal de lechones consumiendo raciones con yema de huevo (IgY), Nupro y ambos. La adición de yema de huevo IgY, Nupro y ambos a las dietas de los cerdos no afectaron los pesos al sacrificio, y pesos y rendimientos de la canal caliente y frío, ya que no fueron diferentes ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos. Los pesos al sacrificio fueron de 19.17, 15.17, 15.17 y 17.07 kg para SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, respectivamente. Los pesos de la canal caliente fueron de 13.07, 10.40, 9.27 y 11.20 kg para SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN. Consecuentemente, el rendimiento en canal (peso de la canal caliente como por ciento del peso al sacrificio) fue de 68.17, 68.57, 61.10 y 65.62 % para SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, respectivamente. Para los tratamientos SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, los pesos de la canal frío fueron 12.87, 10.33, 9.07 y 11.07 kg, mientras que los rendimientos de la canal frío fueron 67.13, 68.13, 59.78 y 64.84%, respectivamente.

En este sentido, Cook, (2009) realizó un experimento con cerdos adicionando al alimento antibióticos-promotores de crecimiento; concluyó que el rendimiento en canal se benefició, en este caso se midió el aumento en la producción en términos de un mejor rendimiento. García *et al.* (2014) utilizaron nucleótidos y péptidos de *Saccharomyces cerevisiae* como núcleo proteico (Nupro) a 0, 2.0 y 4.0 % en raciones para la alimentación de cerdos pos-destete. Reportan que el peso al sacrificio fue similar entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). Siendo el peso de canal caliente (kg) y el rendimiento en canal caliente (%) significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ) con valores de 6.18; 7.55 kg y 6.78 kg y 49; 58 y 57%, respectivamente para T1, T2, y T3. La suplementación de Nupro mejoró peso y rendimiento canal caliente. Sin embargo, Quintero-Moreno *et al.* (1996) encuentran disminución del rendimiento en canal ( $P \leq 0.05$ ) al utilizar probióticos. Además, los probióticos no afectaron peso al sacrificio y peso canal fría.

#### **4.1.3 Medidas Zoo-métricas**

##### **4.1.3.1 Altura a la cruz, Diámetro torácico, Longitud de tuberosidades y Espesor de grasa dorsal.**

Las mediciones externas en centímetros (altura a la cruz, diámetro torácico, longitud de tuberosidades y grasa dorsal en cerdos al finalizar la prueba de alimentación se presentan (Cuadro 4.3). Solamente se observó diferencias en cuanto a la variable longitud de tuberosidades para los diferentes valores de IgY y Nupro; siendo el mejor tratamiento SY/SN con 49.03 cm. En cuanto al efecto conjunto se observó que es significativo ( $P \leq 0.05$ ) la variable altura a la cruz (cm) en los animales que recibían yema de huevo y Nupro (CY/CN). Esta interacción afectó al disminuir longitud de altura a la cruz. Encontrando los siguientes valores 36.11, 34.29, 33.11 y 34.88 para SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, respectivamente. En longitud de tuberosidades (cm) se observó diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) para los diferentes niveles de yema de huevo y NUPRO. Teniendo la mejor combinación SY/SN con 45.03 cm. Para diámetro torácico (cm) y espesor de grasa dorsal (mm) no tuvo efecto significativo

( $P \geq 0.05$ ) para ninguno de los tratamientos. De acuerdo a los resultados en comportamiento de los cerdos en este estudio, la adición de yema de huevo (IgY), Nupro y ambos a la dieta no repercute en el crecimiento de los cerdos, al no afectar la altura a la cruz, diámetro torácico y grasa dorsal. Similar comportamiento reportan García *et al.* (2010) al adicionar lisina a dietas para cerdos en iniciación.

Trabajo realizado por Echeverry *et al.* (2008) la grasa dorsal en cerdos fue diferente ( $P \leq 0.01$ ) entre los tratamientos, obteniendo mayor rendimiento en los animales que recibieron el tratamiento con el máximo nivel de lisina y ractopamina (Rac). Diferentes resultados obtienen Figueroa-Velasco *et al.* (2004) al trabajar con 32 cerdos (16 machos castrados y 16 hembras;  $35.3 \pm 1.5$  kg). Redujeron la energía metabolizable (EM) en dietas bajas en proteína. La reducción de PC redujo el espesor de la grasa dorsal (GD).

#### **4.1.4 Tamaño de los órganos**

No se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) en los pesos de los órganos. Para los tratamientos SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, los siguientes pesos (g) fueron obtenidas: sangre, 0.625, 0.483, 0.425 y 0.550; pulmones, 0.283, 0.225, 0.225 y 0.308; Corazón, 0.070, 0.072, 0.070 y 0.083; bazo, 0.018, 0.023, 0.030 y 0.021; hígado, 0.597, 0.408, 0.450 y 0.438; y riñones, 0.100, 0.092, 0.100 y 0.091 (Cuadro 4.4). El peso y tamaño de los órganos vitales es básico e imprescindible en el comportamiento del cerdo (Hurtado *et al.* 2006). Terán *et al.* (2004) en un experimento realizado con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) sacrificaron cerdos y evaluaron las vísceras, pesaron el estómago, intestino delgado, hígado y páncreas y sus resultados no encuentran respuesta a las dietas ofrecidas ( $P > 0.05$ ).

#### **4.1.5 Estómago y tracto gastrointestinal lleno y vacío**

La adición de yema de huevo y Nupro o ambos, no afectó ( $P \geq 0.05$ ) los pesos (kg) de las vísceras, del estómago y tracto gastrointestinal lleno o vacío (Cuadro 4.5). Los pesos totales de las vísceras fueron 3,442, 2,758, 2,700 y 2,983 kg



para SY/SN, CY/SN, SY/CN y CY/CN, respectivamente. Para los mismos tratamientos, el peso del estómago, Intestino delgado e intestino grueso vacío fueron respectivamente 0.100, 0.100, 0.133 y 0.133; 0.708, 0.750, 0.783 y 0.794; 0.208, 0.183, 0.267 y 0.241 kg.

El tracto gastrointestinal (TGI) en el período del destete presenta muchos cambios. Después del destete, se presenta un periodo de atrofia y disminuye el consumo. De igual manera, otros factores como ausencia en el consumo de leche, la dieta, el manejo, microorganismos patógenos, entre otros (Cera *et al.* 1988).

Por ende, el efecto de la proteína de levadura y sus componentes activos; nucleótidos, péptidos, y aminoácidos funcionales estimulan la estructura del intestino grueso y la función inmune en el lechón pos-destete (García *et al.* 2014). Estos investigadores reportan mayor peso (40.0%;  $P \leq 0.07$ ) y longitud del intestino grueso (25.0%;  $P \leq 0.01$ ) del TGI de los lechones alimentados con Nupro en la dieta. De igual manera, Balseca, (2009) considera que la deficiencia de nucleótidos dietéticos pueden afectar el hígado, corazón, y la función intestinal e inmunológica. Al respecto, el alimentar con más proteína y de buena calidad incrementa el peso del hígado, riñones y TGI (Church *et al.* 2010).

**Cuadro 4.1 : Consumo, incremento de peso, eficiencia alimenticia y relación de eficiencia proteica en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY), Nupro y ambos**

Variables (kg/d)	Yema de huevo	SIN NUPRO		CON NUPRO		EE	Y	Probabilidad	
		SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN			N	Y x N
Consumo Diario		0.745	0.690	0.633	0.538	0.0520	0.033	0.185	0.721
Ganancia diaria de Peso		0.414	0.314	0.307	0.318	0.0175	0.018	0.035	0.013
Conversión alimenticia (g/g)		1.80	2.20	2.06	1.70	0.1086	0.336	0.907	0.008
Relación de eficiencia proteica (g/g)		2.9	2.48	2.65	3.2	0.1436	0.156	0.707	0.007

EE = Error estándar de la media

**Cuadro 4.2: Características de la canal de lechones alimentados con dietas conteniendo Yema de huevo (IgY) y núcleo proteico (Nupro)**

Variables (kg)	Yema de huevo	SIN NUPRO		CON NUPRO		EE	Y	Probabilidad	
		SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN			N	Y x N
Peso Sacrificio		19.167	15.167	15.167	17.067	2.148	0.567	0.719	0.243
Peso Canal Caliente		13.067	10.400	9.267	11.200	1.527	0.643	0.810	0.168
Rendimiento Canal Caliente (%)		68.17	68.57	61.10	65.62	2.176	0.125	0.656	0.298
Peso Canal Frío		12.867	10.333	9.067	11.067	1.500	0.338	0.857	0.167
Rendimiento Canal Frío (%)		67.13	68.13	59.78	64.84	2.155	0.094	0.533	0.307

**Cuadro 4.3: Altura, Diámetro, Longitud y Grasa dorsal en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.**

Variables (cm)	Yema de huevo	SIN NUPRO		CON NUPRO		EE	Y	Probabilidad	
		SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN			N	Y x N
Altura a la cruz		36.11	34.29	33.11	34.88	0.610	0.092	0.925	0.016
Diámetro torácico		57.93	55.13	53.22	55.06	1.275	0.095	0.711	0.104
Longitud de tuberosidades		45.03	38.50	38.00	37.92	1.032	0.006	0.013	0.015
Grasa Dorsal (mm)		9.55	9.66	8.78	9.19	0.586	0.650	0.715	0.746

**Cuadro 4.4: Sangre, pulmones, corazón, bazo, hígado y riñones en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.**

Yema de huevo	SIN NUPRO		CON NUPRO		EE	Y	Probabilidad	
	SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN			N	Y x N
Sangre	0.625	0.483	0.425	0.550	0.100	0.531	0.934	0.220
Pulmones	0.283	0.225	0.225	0.308	0.033	0.719	0.719	0.060
Corazón	0.070	0.072	0.070	0.083	0.011	0.642	0.553	0.642
Bazo	0.018	0.023	0.030	0.021	0.003	0.226	0.676	0.117
Hígado	0.597	0.408	0.450	0.438	0.053	0.310	0.098	0.137
Riñones	0.100	0.092	0.100	0.091	0.021	0.705	1.000	1.000

**Cuadro 4.5: Estómago y tracto gastrointestinal en cerdos proporcionándoles raciones con anticuerpo de Yema de huevo (IgY) y Nupro.**

Peso (kg)	Yema de huevo	SIN NUPRO		CON NUPRO		EE	Y	Probabilidad	
		SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN			N	Y x N
Vísceras (Total)		3.442	2.758	2.700	2.983	0.376	0.518	0.614	0.235
Estómago		0.208	0.213	0.213	0.240	41.28	0.711	0.711	0.794
Estómago vacío		0.100	0.100	0.133	0.133	0.023	1.000	0.195	1.000
Intestino Delgado		1.113	0.900	0.852	1.108	0.136	0.843	0.871	0.119
Intestino delgado vacío		0.708	0.750	0.783	0.794	0.117	0.649	0.503	0.730
Intestino grueso		0.688	0.550	0.607	0.591	0.087	0.818	0.591	0.505
Intestino grueso vacío		0.208	0.183	0.267	0.241	0.117	0.649	0.503	0.730

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El comportamiento en lechones al proporcionarles el alimento de la Yema de huevo y Nupro se obtuvo efecto significativo en ganancia de peso diario, consumo diario, conversión alimenticia y relación de eficiencia proteica.

En las características de la canal y el rendimiento de las canales no obtuvo efecto en ninguna variable de las canales evaluadas al consumir el anticuerpo de Yema de huevo y Nupro.

En las medidas zoométricas se obtuvo efecto significativo en altura a la cruz, longitud de tuberosidades. Sin embargo no se observó efecto en diámetro torácico y grasa dorsal.

En el estómago y tracto gastrointestinal no se encontró efecto en ninguna de las variables evaluadas al proporcionarles el alimento con anticuerpo de Yema de huevo y Nupro.

Se recomienda hacer más investigaciones con el producto de Yema de huevo y Nupro pero con más días de investigación y en cerdos de diferente etapa. También en diferentes especies para evaluar sus comportamientos al consumir el producto.

## VI. LITERATURA CITADA

AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Annalitycal Chemists, Arlington, VA., USA.

Acosta. S. DC. 2006. Respuesta productiva y características de la canal de cerdos alimentados con raciones adicionadas con un micro mineral o un promotor de crecimiento. Tesis, Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chih, Chihuahua, México.

Araque H. 2011. Incorporación de ingredientes funcionales en el alimento para cerdos: Nucleótidos Orgánicos. Alltech. Disponible en:<http://www.actualidadporcina.com/alltech/articulos/incorporacion-deingredientes-funcionales-en-el-alimento-para-cerdos-nucleotidos-organicos.html>. Consultado el 06/11/2012.

Argenti, P y Espinoza, F. 2007. Alimentación alternativa para cerdos. Instituto de Investigaciones Zootécnicas. Maracay, Venezuela. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3543/ARTICULOS-PORCINO-ARCHIVO/Alimentacion-alternativa-para-cerdos.html>. citado el 15/11/2012.

Balseca, O. S. B. 2009. Utilización de NuPro® (Nucleotidos, proteínas e inositol) en dietas de gallinas Lohman Brown desde el pico de producción hasta

las 45 semanas de edad. Tesis de grado. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Pp. 12-48.

Barroso P., H Murcia., N Vega., G Pérez. 2005. Obtención y purificación de IgY dirigidas contra la lectina de *Salvia bogotensis*. Universidad nacional de Colombia, Bogotá, D.C, Colombia. Biomédica vol.25 no.4. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s012041572005000400009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=s012041572005000400009&script=sci_arttext) consultado el 12/10/2012.

Bikker, P., A. Dirkzwager, J. Fledderus, P. Trevisi, I. le Huërou-Luron, J. P. Lallès and A. Awati. 2006. The effect of dietary protein and fermentable carbohydrates levels on growth performance and intestinal characteristics in newly weaned piglets. *J. Anim Sci.* 2006, 84:3337-3345.

Borja. E., Medel, P. 1998. Avances en la Alimentación del Porcino. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. XIV Curso de Especialización. Madrid. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Avances\\_en\\_la\\_Alimentaci%C3%B3n\\_de\\_Porcinos.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Avances_en_la_Alimentaci%C3%B3n_de_Porcinos.pdf) consultado el 23/11/2012.

Castillo D. 2012. Importancia del uso de Nucleótidos para un óptimo desarrollo ruminal en Terneros. Alltech Venezuela S.C.S. Disponible en: [http://www.cidar.uneg.edu.ve/cgiwin/be\\_alex.exe?Acceso=T032000027368/9&Nombrebd=bcuneg&Opc=FD\\_EST](http://www.cidar.uneg.edu.ve/cgiwin/be_alex.exe?Acceso=T032000027368/9&Nombrebd=bcuneg&Opc=FD_EST); consultado el 23/02/2013.

Castillo, D. 2010. Nupro. Consultagro. Alltech. Venezuela. Disponible en: <http://www.consultagro.com.ve/art3.php>. Consultado el 15/noviembre/2012.

Cera, K.R.; D.C. Mahan; R.F. Cross; G.A. Reinhart, and R.E. Whitmoyer. 1988. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejuna morphology in young swine. J. Anim. Sci. 66:574-584.

Chacana. P.A., Terzolo, H.R. 2011. Una introducción a la tecnología IgY, anticuerpos de yema de huevo. Cuenca Rural. Disponible en: <http://www.cuencarural.com/granja/avicultura/73679-una-introduccion-a-la-tecnologia-igy-anticuerpos-de-yema-de-huevo/> consultado el 15/11/2012.

Chacana, P. A., Gutiérrez, C.E., Schade, R. y Terzolo, H.R. 2004. Tecnología IgY o aplicaciones de los anticuerpos de yema de huevo de gallina. Rev. Med. Vet. (Bs. As.) 85(5):179-189.

Church, D.C.; Pond, W.G.; Pond, K.R. 2010. El cerdo. En: Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Cap. 23. Editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F., México. Pp 481-513.

Cortegano, I. 2012. Los Nucleótidos en alimentación animal. Aplicaciones Biológicas a la



Nutrición [http://www.abnspain.com/images/stories/Los\\_nucleotidos\\_en\\_a\\_limentacion\\_animal\\_ABN.pdf](http://www.abnspain.com/images/stories/Los_nucleotidos_en_a_limentacion_animal_ABN.pdf) consultado 23/01/2012.

Cook, M. E. 2010. Triennial growth symposium: A review of science leading to host-targeted antibody strategies for preventing growth depression due to microbial colonization. *J Anim Sci*, 89:1981-1990.

Cook, M.E. and Trott, D.L. 2010. IgY Immune component of egg as a source of passive immunity for animals and humans. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 66. USA. Pp 215-226.

Cook, M. E. 2004. Antibodies: Alternatives to antibiotics in improving growth and feed efficiency. *J. Appl. Poult. Res.* 13:106–119.

Cook. M. 2009. Inflamación del Intestino: Efectos en Producción Animal y Manejo. Datos proporcionados a Aova Technologies por varias compañías independientes.

Crampton, E.W.; Harris, L.E. 1969. *Applied animal nutrition*. Second Edition. Editorial W.H. Freeman and Company. Pp.72-76.

Echeverry, Z. J. J., Gómez, Z. A., Parra. S. J.E. 2008. Efecto de un B-adrenérgico comercial y varios niveles de lisina sobre la ganancia de

peso de cerdos en finalización. Revista lasallista de investigación vol. 5 No.1 pp 45-50.

Esteve. E., Lizard. R. 2012. Nutrición y grasa intramuscular: Efecto del nivel de proteína, lisina y otros aminoácidos. Disponible en: [http://www.3tres3.com/nutricion/nutricion-y-grasa-intramuscular-efecto-del-nivel-de-proteina-lisina\\_31131/](http://www.3tres3.com/nutricion/nutricion-y-grasa-intramuscular-efecto-del-nivel-de-proteina-lisina_31131/) consultado el 15/04/2013.

Figuroa-Velasco, J.L., Cervantes-Ramírez, M., Cuca-García, J.M., Méndez-López, M. 2004. Respuesta de cerdos en crecimiento y finalización a dietas con baja proteína y energía. *Agrociencia* 38: 383-394.

García, R.T. 2012. Yema de huevo con anticuerpos frente a la coccidiosis en avicultura. Portal veterinaria. Agricultura de los EE.UU. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11398/ACTUALIDAD/Yema-de-huevo-con-anticuerpos-frente-a-la-coccidiosis-en-avicultura.html> consultado el 15/05/2013.

García-Castillo, R.F., Hernández-Martínez, K., Kawas-Garza, J.R., Salinas-Chavira, J., Vega-Ríos, A., Ruiloba-Villarreal, M.H., y Fimbres-Durazo, H. 2014. Efecto de nucleótidos y péptidos de *Saccharomyces cerevisiae* (NUPRO) en la alimentación de cerdos post-destete. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXIV, N° 1, 29-37.*

García-Castillo, R.F., Malacara-Alvarez, O.E., Salinas-Chavira, J., Torres-Hernández M., Fuentes-Rodríguez, J.M., Kawas-Garza, J.R. 2010. Efecto de la suplementación de lisina sobre la ganancia de peso y

características cárnicas y de la canal en cerdos en iniciación. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XX, N° 1, 61 - 66, 2010

García, C. R.F., Martínez, R. C., Rodríguez, G. L., Fuentes, R. J.M., Hernández, B. J.D., Salinas, Ch. J. 2011a. Núcleo proteico en dietas para lechones pos-destete precoz. Memoria LVI Reunión Anual del PCCMCA. El Salvador. Pp.167

García, C. R.F., Martínez, R. C., Rodríguez, G. L., Salinas, Ch. J., Fuentes, R. J.M., Valdéz, O. A. 2011b. Características de la canal y tracto gastro intestinal en lechones pos-destete precoz alimentados con núcleo proteico. Memoria LVI Reunión Anual del PCCMCA. El salvador. Pp.168

García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen. 4ta Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. Pp 87-88.

Garzón, A.V., Navas. R. G.E. 2003. Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos. Villavicencio-Meta, Colombia. Boletín Técnico No. 38

Groenewegen, P., S. Skinner., A. Pierce. 2007. Impacto de nucleótidos en plasma sanguíneo sobre el desempeño de la dieta pre iniciadora en cerdos. Alltech, Inc. En 23<sup>rd</sup> Simposio Internacional de la Ciencia y Tecnología en la Industria de Alimentos, Alltech. Lexington, Kentucky, EE.UU.

Henry, Y., Colléaux, Y., Sève, B. 1992. Effects of dietary level of lysine and of level and source of protein on feed intake, growth performance, and plasma amino acid pattern in the finishing pig. *J. Anim. Sci.* 70:188-195.

Hurtado, E., González, C., Vecchionacce. 2006. Morfometría de órganos vitales de cerdos criollos en el estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, vol. 24, No. 3, 205-211. En línea: <http://www.bioline.org.br/request?zt06019>

Htoo, J. K., Araiza, B. A, Sauer, W. C, Rademacher, M., Zhang, Y., Cervantes, M. y Zijlstra, R.T. 2007. Effect of dietary protein content on ileal amino acid digestibility, growth performance, and formation of microbial metabolites in ileal and cecal digesta of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 85:3303 -3312.

Larsson A., Balow R.M., Forsberg P.O., Lindahl T. 1993. Chicken antibodies: taking advantage of evolution-a review. *Poultry Science*, 72: 1807-1812.

J.L. López, J.L., Marrero, M., Leiva, L., Peña, P., Blanco, M., Sánchez, H., y Sorís A.L. 2009. Patrón de consumo y valor biológico de desechos de pescado ensilados en la dieta de cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. Volumen 16 (número 1). P

Nogueira, E., Kutschenko, M., Sá, L., Ishikawa, E., Lima, L. 2012. Nutrición de aminoácidos para lechones: una visión de la industria. Ajinomoto Animal Nutrition, Brasil. Disponible en: [http://www.lisina.com.br/upload/Informativo\\_nutricion%20de%20aminoacidos%20para%20lechones\\_2012.pdf](http://www.lisina.com.br/upload/Informativo_nutricion%20de%20aminoacidos%20para%20lechones_2012.pdf) consultado el 09/02/2013.

NRC. 1998. Nutrient Requirement of Swine. Tenth Revised Edition. Washington. D.C.

Méndez, M. R.D., Becerril, H.M, Rubio, L. M.S., Delgado, S.E.J. 2002. Características de la canal del cerdo Pelón Mexicano, procedente de Mizatlan, Veracruz, México. Consultado en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/revvetmex/a2002/rvmv33n1/rvm33103.pdf> el día 10 de mayo de 2013.

Moreira A R., Bilbao G., Terzolo H R. 2002. Prevención de la diarrea neonatal de los terneros mediante la administración de huevos de gallinas vacunadas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Producción Animal. Argentina.

Owusu A. A, S. K. Baidoo, C. M. Nyachoti and R. R. Marquardt. 2002. Supplemented with egg-yolk antibodies against enterotoxigenic *Escherichia coli*. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets. J Anim Sci, 80:2895-2903.

Quilat, B., D. García., D. Souza., A. Frio. 2007. Efecto de nucleótidos sobre el desempeño de la cerda y de la camada bajo condiciones comerciales. Alltech Biotech. En 23<sup>rd</sup> Simposio Internacional de la Ciencia y Tecnología en la Industria de Alimentos, Alltech. Lexington, Kentucky, EE.UU.

Quintero- Moreno, A., Huerta-Leidenz, N., Parra de Solano, N, Rincón-Urdaneta, E. Aranguren-Méndez, J.A. 1996. Efecto de probióticos y sexo sobre el crecimiento características de la canal en cerdos. Revista Científica, FCV-LUZ/Vol. VI, N°1, 5-12.

Reynoso. E., M. Cervantes, J.L. Figueroa y J.M. Cuca. 2004. Respuesta productiva de lechones a dietas bajas en proteína adicionadas con aminoácidos sintéticos y cultivo de levaduras. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 38, No. 3

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.

Shimada, M.A. 2003. Nutrición animal. Segunda edición. Ed. Trillas, México.

Spring P. 2001. Effect of NuPro 2000 on commercial pig performance in Switzerland. Report to Alltech. Zurich, Switzerland.

Stephano, A. 2012. Situación de la porcicultura mexicana. Congreso AMVECAJ. Edición No. 86 Marzo -Abril. Tepatitlan, Jal.

Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrics Approach. 2<sup>nd</sup> Ed. McGRaw-Hill. New York, USA. P.622.

Teran, M.G., Sarmiento. F.L., Segura. C.JC., Torres. A. F., Santos. R.RH. 2004. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Mérida Yucatán. Mexico. 181-192.

Uauy R. 1994. Nonimmune system responses to dietary nucleotides. Journal of Nutrition.124(1):157-159.