



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS  
DE ENGORDA ALIMENTADOS CON DIETAS  
ENRIQUECIDAS CON ESPORAS DE *Bacillus subtilis*  
y *Bacillus licheniformis* COMO PROMOTORES  
DE CRECIMIENTO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
BERNARDO HERIBERTO PARRA FLORES

ASESORES:

MVZ. MC. ARTURO CORTES CUEVAS  
MVZ. MSc. ERNESTO AVILA GONZALEZ



MEXICO, D. F.

2005

m.342207



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Bernardo Hernández Flores

FECHA: 15-III-05

FIRMA: 

*A MI MADRE*

*ESPEJO DE MUJER MEXICANA*

*A MIS HERMANAS*

*POR SIEMPRE ALENTARME A SEGUIR ADELANTE*

*A MI ABUELA RICARDA †*

*Y*

*A MI TIO LEO †*

## AGRADECIMIENTOS

A Ernesto Ávila y Arturo Cortes por mostrarme el camino para hacer las cosas de manera correcta y ser un ejemplo de bien.

A mi primo Gerardo Sotres y sus padres porque gracias a ellos me decidí a ser profesionalista.

A los miembros de mi jurado por la colaboración para lograr materializar mi trabajo de tesis.

A el C.E.I.E.P.A. y todos los hombres y mujeres que laboran en este centro ya que su ayuda fue medular para lograr consolidar mi trabajo.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM mi *ALMA MATER*, porque sin el menor interés hizo de mi un hombre productivo.

A Rafael Hernandez, Sergio bejarano, Daniela Alba, Emilio Acosta, Jorge Castañeda, Ulises Lazarin, Job Lopez y Angel Sierra por el vínculo de amistad y de complicidad para todo lo que nos gusta hacer tenemos.

A la Dra. Socorro Correa por el financiamiento para llevar a cabo este estudio.

A todos aquellas personas que colaboraron en mi formación profesional.

## **CONTENIDO**

1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Promotores de crecimiento.....	1
1.2 Microorganismos vivos de alimentación directa.....	3
1.3 Propiedades de los MAD.....	3
1.3.1 Exclusión competitiva.....	3
1.3.2 Promotor de crecimiento.....	4
1.3.3 Mayor respuesta inmune.....	4
1.3.4 Efecto antibiótico.....	4
1.4 Interacción de MAD- antimicrobianos .....	5
1.5 MAD como promotores de crecimiento.....	6
1.6 MAD como fuente productora de proteasas, amilasas y lipasas.....	8
1.7 Digestión del pollo de engorda.....	10
2 JUSTIFICACIÓN.....	11
3 HIPOTESIS .....	13
3.1 Objetivos.....	13
4 MATERIAL Y METODOS.....	14
4.1 Análisis estadístico.....	15
5 RESULTADOS.....	17
6 DISCUSIÓN.....	19
7 CONCLUSIONES.....	22
8 LITERATURA CITADA.....	23

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Generación de un nuevo ingrediente a partir de la adición de <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Bacillus licheniformis</i> .....	27
Cuadro 2. Comparación de las dietas iniciación de 0 a 21 días de edad.....	28
Cuadro 3. Comparación de las dietas dietas de finalización de 22 a 42 días de edad.....	29
Cuadro 4. Datos obtenidos de parámetros productivos, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia .....	30
Cuadro 5. Resultados obtenidos de efectos principales en parámetros productivos en 21 días de edad, en pollos alimentados con y sin promotor del crecimiento.....	31
Cuadro 6. Resultados obtenidos de efectos principales en parámetros productivos en 49 días de edad, en pollos alimentados con y sin promotor del crecimiento.....	32
Cuadro 7. Datos de mortalidad, rendimiento de la canal y pigmentación de la piel a los 49 días de edad.....	33
Cuadro 8. Resultados de los análisis estadísticos para mortalidad, rendimiento de la canal y pigmentación de la piel. ....	34
Figura 1. Efecto de esporas de <i>Bacillus</i> sobre la ganancia de peso en dietas sorgo-soya.....	35
Figura 2. Conversión alimenticia en pollos de engorda en dietas sorgo-soya con <i>Bacillus</i> .....	36

Comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados con dietas enriquecidas con esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* como promotores de crecimiento. Bajo la asesoría de MVZ. MC. Arturo Cortes Cuevas, MVZ. MSc. Ernesto Ávila González

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados con dietas prácticas sorgo-soya con contenido normal y con la reducción del 7% de proteína, aminoácidos y energía metabolizable a partir de la pasta de soya adicionada en la dieta con esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* (MAD), se realizó el siguiente experimento. Se utilizaron 480 pollitos de un día de edad de la estirpe Ross, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 X 2; donde un factor fue la dieta normal y la dieta con menor contenido de proteína y energía; el otro factor con y sin la adición del probiótico. Se utilizaron 4 tratamientos: T1) Dieta normal, T2) Como 1 + MAD, T3) Dieta baja y T4) Como 3 + MAD. Cada tratamiento contó con 5 repeticiones de 24 aves cada una. La adición de MAD se aplicó a razón de 1kg/ton con una concentración de esporas  $10^{11}$  UFC/kg de 0 a 21 días de edad y 400g/ton de los 22 a los 49 días de edad. Los resultados en 49 días para ganancia de peso, indicaron efecto ( $P < 0.01$ ) al factor dieta (2970a vs 2756gb) y a la adición del MAD (2931a vs 2795gb), con mayor ganancia de peso en los pollos que consumieron la dieta normal y el MAD, Para consumo de alimento hubo efecto ( $P < 0.01$ ) al factor dieta (5667a vs 5108gb) y a la adición del MAD (5515a vs 5259b). En conversión alimenticia existió efecto ( $P < 0.05$ ) al factor dieta (1.91c vs 1.86gd); sin embargo, no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) a la adición del MAD (1.88 vs 1.88). De los datos obtenidos en la evaluación de la pigmentación de la piel solo existió efecto ( $P < 0.001$ ) al factor dieta con mayor pigmentación en las aves que consumieron la dieta normal respecto a los que consumieron la dieta baja en nutrientes (48.69<sup>a</sup> vs 45.22b). Los resultados obtenidos del rendimiento cárnico indicaron diferencia ( $P < 0.01$ ) a ambos factores, dieta y promotor, con mayor rendimiento (3.79%) en el tratamiento con la dieta normal respecto a la dieta baja en nutrientes; por otro lado los MAD mejoraron el rendimiento cárnico (4.8 %) en relación a los tratamientos que no se les incluyó. De los resultados obtenidos en este estudio se puede inferir que la inclusión de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* puede ser una alternativa para mejorar el crecimiento en pollos de engorda en dietas con niveles normales de proteína, aminoácidos y energía y en dietas con menor contenido de estos nutrientes.

## 1 INTRODUCCIÓN

La Avicultura en México, se ha consolidado durante las últimas décadas como el subsector pecuario que oferta más proteína de origen animal en los mercados del país. La alta demanda hacia este producto así como su oferta, radica en que la Avicultura ofrece a la población una de las fuentes de proteína de origen animal de más bajo precio y de mayor calidad en el mercado, ya sea en huevo o en carne; esto se vió reflejado durante el año 2003 ya que un 61.41% de la población incluyó en su dieta productos de origen avícola. Esto convirtió a México en el sexto país consumidor de carne de pollo y en el quinto país productor de carne de pollo a nivel mundial en el año 2003<sup>1</sup>

De los costos de producción por kilogramo de carne de pollo un 59% es destinado a la alimentación; y si a esto se agrega que las principales materias primas como sorgo y soya son de importación, la alimentación se convierte en un punto crítico de los costos de producción. El progreso de la Avicultura, ha basado su éxito en la tecnificación y está ha tenido que implementarse en todas las áreas en este caso la nutrición y alimentación. Para lograr esta alta tecnificación en todas sus áreas, la Avicultura se apoya en alternativas que logren eficientar los procesos productivos dentro de la producción de pollo de engorda.<sup>1,2</sup>

### 1.1 Promotores de crecimiento

Dentro de estas alternativas podemos mencionar a los promotores de crecimiento; los cuales como su nombre lo indica promueven el crecimiento a partir de diferentes mecanismos según sea su origen. Comúnmente los promotores de crecimiento son de origen antimicrobiano, pero el uso de estos está viviendo sus últimos años dentro de los procesos de la producción animal, ya que se sabe que los microorganismos pueden desarrollar diferentes maneras de resistir o tolerar la presencia de estos antibióticos. La resistencia, se genera a partir del mal manejo de estos productos y por la misma selección natural de los microorganismos. Una de las desventajas, de este grupo de promotores de crecimiento, es que se pueden encontrar residuos en los productos finales<sup>3</sup>



El modo de ejercer efecto de promotor de crecimiento de los agentes antimicrobianos aún no ha sido descrito de manera exacta, existen varias propuestas de diversos mecanismos de acción para explicar sus efectos de promotores de crecimiento. Dentro de las propuestas se menciona que los antibióticos que se utilizan como promotores de crecimiento disminuyen la presencia de bacterias que requieren de nutrientes similares a los que el hospedador necesita.<sup>4</sup>

Más allá del mecanismo de acción, sus efectos como la reducción de la población bacteriana y la consecuente reducción de la actividad microbiana, provoca que la competencia directa por los nutrientes como energía y proteína sea a favor del hospedador; reducción de metabolitos tóxicos en el intestino tales como el amoníaco, esto produce un cambio del epitelio del tracto digestivo volviéndolo más delgado con lo cual existe mayor eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes; supresión de microorganismos responsables de infecciones subclínicas, así como control de enfermedades zoonóticas como *Salmonella*<sup>5,6</sup>. En experimentos realizados con promotores de crecimiento como la avoparcina se encontró que el intestino delgado de los animales alimentados con la dieta que incluía avoparcina tenía menor peso, que los que no la habían recibido, esto indica que las paredes del intestino fueron más delgadas en los animales que la recibieron y con esto pueden tener mejor asimilación de nutrientes lo cual se refleja en la presentación de una mejor conversión alimenticia.<sup>4</sup>

Otro efecto colateral de la utilización de antimicrobianos es que disminuye la hipertrofia que pueden sufrir los hepatocitos debido a la producción del amoníaco generado por algunas enterobacterias patógenas<sup>4</sup>

## **1.2 Microorganismos vivos de alimentación directa**

Desde hace muchos años, se inició la investigación acerca del efecto de emplear microorganismos en las dietas de los animales, a estos microorganismos se les denominó probióticos en los años 70's y en el año de 1989 la FDA en E.U. impuso como requisito a los productores de estos denominarlos como Direct Fed Microbial (DFM).<sup>3</sup>

## **1.3 Propiedades de los MAD**

En muchas investigaciones, se ha demostrado la efectividad de los DFM (en español microorganismos vivos de alimentación directa o MAD), para mantener o reintroducir una flora benéfica al intestino del animal y lograr que la salud intestinal del ave se manifieste o reciba los siguientes beneficios:

### **1.3.1 Exclusión competitiva**

Al colonizar el intestino del ave con MAD las enterobacterias patógenas, quedan incapacitadas para establecerse en el intestino ya que la producción de ácido láctico y ácidos grasos volátiles por MAD acidifican el pH del medio intestinal. Los MAD también ocupan sitios de adhesión intestinal y compiten directamente por los mismos nutrientes, además de la producción de proteínas llamadas bacteriocinas<sup>7</sup>; todo esto crea un ambiente desfavorable para algunos agentes patógenos, protegiendo al hospedador de la proliferación de enterobacterias causantes de cuadros subclínicos y clínicos de agentes patógenos como *S. enteritidis*, *E. Coli* y *Campylobacter*. En un estudio donde los pollos de 30 horas de nacidos se les administró un probiótico y posteriormente se les desafió con *Salmonella pullorum*, los pollos que consumieron el probiótico sobrevivieron al desafío y los que no lo consumieron murieron<sup>8</sup>.

### **1.3.2 Promotor de crecimiento**

Los MAD de uso más frecuente son cultivos vivos de bacterias ácido lácticas tales como *Lactobacillus B. acidophilus* o *Streptococcus faecalis*, estos mantienen una salud intestinal al promover una flora benéfica, evitar la colonización del intestino por agentes patógenos productores de amoníaco y mejoran la absorción de nutrientes<sup>9</sup>

### **1.3.3 Mayor respuesta inmune**

Experimentos con aves vacunadas contra la enfermedad de Infección de la bolsa de fabricio y alimentadas con MAD demuestran la obtención de títulos más altos de anticuerpos para esta enfermedad que aquellos animales que no consumieron la dieta que contenía el bacilo<sup>10</sup>. En animales recién nacidos se menciona que los MAD, pueden reducir la presencia de diarreas, incrementar la tasa de crecimiento, mejorar la eficiencia alimenticia e incrementar la respuesta inmune<sup>3</sup>. En un estudio realizado con MAD se encontró la eficacia en la reducción de la transmisión horizontal de *S. enteritidis* en aves Leghorn que convivieron con aves infectadas experimentalmente<sup>11</sup>. Un experimento realizado con pollos de engorda a los que se les incluyó un producto de exclusión competitiva y se les vacunó contra coccidiosis aviar demostró un menor daño por infiltración linfocitaria en la mucosa intestinal y una menor cantidad de eimerias intracelulares en el epitelio y subepitelio, lo cual significa que la administración de MAD ayudan a la maduración del sistema inmune gastrointestinal.<sup>12</sup>

### **1.3.4 Efecto antibiótico**

Los MAD producen bacteriocinas como la gama-serolactona que es una sustancia de origen proteico natural de acción similar a los antibióticos y ayudan a excluir coliformes presentes en el intestino y con ello mantener la integridad del

intestino para que la absorción intestinal de nutrientes sea más eficaz y eficiente 7,13.

#### 1.4 Interacción de MAD- antimicrobianos

En estudios realizados con dietas que contienen un antibiótico promotor de crecimiento más la adición de un MAD, se ha encontrado que existe sinergia al mejorar la ganancia de peso y conversión alimenticia; pero en algunas investigaciones no se ha visto efecto sobre los parámetros productivos, esto supone que el efecto puede variar según el origen y el tipo de combinación MAD-antimicrobiano <sup>14</sup>.

En un estudio donde se infectó de manera experimental a pollos de engorda con *Salmonella enteritidis* para posteriormente tratarlos con enrofloxacin durante 10 días y 24 horas después de finalizar el tratamiento con enrofloxacin, se adicionó un producto de exclusión competitiva para colonizar el tracto intestinal. Se logró reaislar *Salmonella enteritidis* en aquellos animales que no fueron colonizados con una microflora proveniente de MAD <sup>15</sup>

Morales *et al*<sup>16</sup> realizaron un experimento con pollos a los cuales se les proporcionó una dieta testigo, una dieta con la adición de un *Bacillus subtilis*, una dieta con nitrovin y otra con la combinación del bacilo-nitrovin; demostraron que los resultados obtenidos para ganancia de peso y conversión alimenticia fueron mejores con la combinación MAD-antimicrobiano <sup>16</sup>, lo cual evidencia que puede existir una sinergia al utilizar como promotores de crecimiento las combinaciones de MAD-antimicrobianos

En una investigación realizada en pavos alimentados con dietas a las que se adicionó bacitracina zinc con un Lactobacilo como promotores de crecimiento, se reportó mejor ganancia de peso y mejor eficiencia alimenticia que los grupos que solo recibieron dietas con bacitracina zinc. Por otro lado, también se han evaluado de manera aislada los efectos de un promotor antibiótico y un promotor probiótico viéndose el efecto benéfico mayor en los agentes antimicrobianos respecto a los probióticos. En un estudio realizado se menciona que al proporcionar a un grupo de aves un alimento control, un alimento control más la adición de esporas de *Bacillus subtilis* y un alimento control mas Bacitracina Zinc

se encontró mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en los pollos que recibieron el antibiótico y el probiótico sin existir diferencias entre promotores, estos resultados indican el efecto de promotor de crecimiento para ambos productos. <sup>17</sup>

### 1.5 MAD como promotores de crecimiento

En un estudio realizado por Cortés *et al* <sup>9</sup>, se encontró que aves alimentadas con dietas a las cuales se les agregó diferentes niveles de *Bacillus toyoi*, tuvieron una mayor ganancia de peso respecto a la dieta testigo y por otro lado encontraron que a medida que incrementa la inclusión del bacilo en la dieta se mejoró la ganancia de peso <sup>9</sup>.

Kabir<sup>10</sup> menciona que un grupo de aves alimentadas con una dieta convencional y otro grupo con esta dieta más la inclusión de un extracto que contiene *L. Plantarum*, *L. Bulgaricus*, *L. Acidophilus*, *L. rhamnosus*, *bifidobacterium bifidum*, *S. Thermophilus*, *E. faecium*, *aspergillus oryzae* y *Candida pintolopessi* notaron que la ganancia de peso fue mayor en las aves que consumieron el probiótico que en las aves que no recibieron el probiótico ( 2372g y 1997g ).

Maisonnier, examinó el efecto del status poblacional de la microflora intestinal donde se compararon aves criadas en condiciones convencionales sin adición de microflora versus aves con una microflora limitada, que han sido criadas en condiciones de esterilidad; este investigador encontró que la concentración de ácido láctico en el intestino de las aves con microflora limitada fue menor que en las aves criadas de manera convencional, esta concentración de ácido lactico reduce la posibilidad de infecciones clínicas o subclínicas por enterobacterias patógenas, también el mismo estudio evidenció que la mayor concentración de ácidos grasos de cadena corta se encontró en las aves convencionales <sup>18</sup>. Lo anterior se puede relacionar con un estudio realizado por Ricke<sup>19</sup> en el cual menciona que los ácidos grasos de cadena corta tienen un efecto antimicrobiano ya que puede penetrar de una manera muy fácil la membrana de las bacterias y provocar desvalances iónicos, los cuales provocan un excesivo requerimiento de ATP para lograr un balance finalmente la bacteria no tendrá energía para sus

procesos metabólicos, además se menciona que otro mecanismo por el cual los ácidos grasos de cadena corta logran atacar a las enterobacterias es mediante la interferencia en la estructura de la membrana citoplasmática y en el transporte de electrones a través de esta.

Una investigación realizada por Patterson y Burkholder *et al.*<sup>20</sup> indican que los probióticos pueden reducir la colonización del intestino por patógenos, incrementar la respuesta inmune y mejorar la producción. Por otra parte la concentración de ácidos grasos volátiles en el intestino, ayudan a prevenir los procesos oncogénicos, así como la disminución de las concentraciones sericas de colesterol, reducen la concentración de productos como el amoniaco y urea en el intestino del hospedador<sup>20</sup>

Como lo mencionan Rebollo<sup>7</sup> y Scott<sup>13</sup>, los MAD producen bacteriocinas. Las bacteriocinas son compuestos proteicos de 19 a 37 aminoácidos, algunos de estos aminoácidos son modificaciones de aminoácidos convencionales y son las bacteriocinas de bajo peso molecular las que resultan ser letales para las bacterias ya que se dice pueden interferir con algunos procesos de la membrana celular. Las bacteriocinas al ser producidas por una flora intestinal resultan ser más naturales y seguras que otro tipo de control para la flora patógena y/o potencialmente patógena del intestino de las aves, por lo cual se puede denominar a las bacteriocinas como principios activos provenientes de los GRAS por sus siglas en inglés "Generally Recognized as Safe" y se les denomina así a los organismos que según la Asociación of American Feed Control Officials son seguros y son los únicos que pueden ser utilizados para la elaboración de MAD.<sup>21</sup>

Se menciona en la literatura que los MAD son capaces de liberar ácidos grasos volátiles en el intestino<sup>7</sup>, los ácidos grasos volátiles tienen un efecto positivo en la división celular que sucede durante la renovación de los tejidos y esto es fundamental para mantener la integridad de la pared intestinal, hay indicios de que los ácidos grasos estimulan al hígado para la producción de compuestos proteicos como la albúmina. En un estudio realizado por Fuentes *et al.*<sup>22</sup>, emplearon en gallinas alimentadas con dietas a base de sorgo + soya, donde

formaron tres grupos de los cuales al primero no les agregó en su dieta una fuente exógena de ácidos grasos volátiles, al segundo 1 kg/ton de alimento y al tercero agregó 2kg/ton de alimento de un producto comercial de ácidos grasos volátiles como principio activo en la dieta, dentro de sus resultados encontró un mayor porcentaje de postura y conversión alimenticia en las aves que recibieron 1kg/ton de alimento

Leeson y Summers<sup>23</sup> mencionan que en estudios realizados con el probiótico *Bacillus subtilis*, evidencian que la adición de una flora benéfica al intestino del ave reduce la población de *E. Coli*, incrementa la producción de lactato, lo que produce un cambio en el pH intestinal, se producen sustancias de tipo antibióticas, reducen la liberación de toxinas bacterianas producidas por *E. Coli* y *Salmonella enteritidis*. Además mencionan que una de las bacterias que proporciona mayor estabilidad, es el *Bacillus subtilis* debido a que posee esporas resistentes al medio ambiente

#### **1.6 MAD como fuente productora de proteasas, amilasas y lipasas**

La versatilidad de los MAD dentro del intestino del ave, es tal que aparte de la exclusión competitiva, promoción de crecimiento, producción de bacteriocinas, incrementar la respuesta inmune; hay cepas que también tienen la capacidad de producir enzimas extracelulares que mejoran la digestión de proteínas, lípidos y carbohidratos dentro del lumen intestinal del hospedador.<sup>24</sup> En estudios biotecnológicos de microbiología Veith *et al.*<sup>25</sup> describen la secuencia completa del genoma de *Bacillus licheniformis* DSM13 y encuentran que contiene un cromosoma con 4,222,748 pares de bases, donde además de mencionar una marcada similitud con el genoma del *Bacillus subtilis* mencionan también la capacidad genética de estos bacilos para producir y secretar al medio extracelular enzimas proteasas, amilasas y lipasas; las cuales son en la actualidad una alternativa para lograr que las materias primas de las raciones de las aves sean mejor aprovechadas por el ave mediante un incremento en su digestibilidad.

Por otra parte Scheallmey *et al.*<sup>26</sup> indica que la capacidad de producción de enzimas extracelulares a partir de cultivos de *Bacillus subtilis*, es de 20-25 g/L y

que esto coloca a esta especie entre una de las más importantes fuentes productoras de enzimas industriales, pues la FDA de USA cataloga a los *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* como GRAS. Además se agrega que tienen la capacidad de fermentar en diferentes condiciones de pH (ácido, alcalino y neutro), esto agregado a la presencia de genes termofílicos, convierten al *Bacillus subtilis* y su homólogo el *Bacillus licheniformis*, en especies generadoras de enzimas que tienen actividad y estabilidad en diferentes tipos de medio ambiente (pH y temperatura) para poder tener así diferentes y muy específicos tipos de aplicaciones prácticas; todo esto gracias a las mutaciones naturales, las técnicas de selección y la avanzada ingeniería en proteínas y clonación<sup>25</sup>. Jin *et al.*<sup>27</sup> realizaron un estudio con cultivos provenientes de *Lactobacillus acidophilus*, encontraron un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) en los niveles de amilasa dentro del intestino delgado.

En el mismo año Cortes *et al.*<sup>28</sup> realizaron un experimento en el cual adicionaron  $\alpha$ amilasas, xilanasas y proteasas en dietas para pollo de engorda, donde evaluaron el comportamiento productivo, los resultados mostraron una mejoría significativa en la ganancia de peso y conversión alimenticia con la adición de enzimas en dietas estándar a base de sorgo-soya y en dietas con menor contenido de PC y EM, esto demuestra que la adición de enzimas exógenas en las dietas, les otorga a éstas una mejor eficiencia en la utilización de los nutrimentos dado que incrementa la digestibilidad de la misma.

Pinheiro *et al.*<sup>29</sup> realizaron estudios con aves a las que se adicionaron un complejo enzimático a base de proteasas y amilasas obteniendo como resultado de su experimento una mejor ganancia de peso a los 42 días en las aves que recibieron el complejo enzimático.



### **1.7 Digestión del pollo de engorda**

Antes de llegar al duodeno los alimentos se mezclan con ácido clorhídrico y pepsina en el proventriculo, después en la molleja son macerados, una vez en el duodeno se incorporan al quimo las sales biliares y enzimas secretadas por el páncreas y el intestino, en este momento es cuando los carbohidratos son transformados de monosacáridos a glucosa; las proteínas en aminoácidos y las grasas en ácidos grasos libres y monoacilgliceroles. Los nutrimentos una vez digeridos pasan a través de la pared intestinal a la corriente sanguínea y son utilizados en los procesos metabólicos para suministrar energía, desarrollar tejidos, entre otros procesos.<sup>30</sup>

## 2 JUSTIFICACIÓN

Dentro de todas las bondades que pueden enumerarse de los beneficios del uso de los MAD como promotores de crecimiento podemos decir que al adicionarse un MAD a una dieta los parámetros productivos serán mejores<sup>9,10,16,17</sup>. Se puede ejercer un efecto profiláctico sobre agentes enteropatógenos y algunos de ellos zoonóticos<sup>11</sup> y se incrementa la respuesta inmune al interactuar con algunas vacunas<sup>10,12</sup>; promueven la salud intestinal del hospedador y además logran que la disponibilidad de nutrientes sea mayor de tal manera que al haber mayor disponibilidad de nutrientes, se permita disminuir los niveles de proteína, energía<sup>28</sup> y aminoácidos esenciales, además de tener un efecto positivo en los parámetros productivos.<sup>4,28,31</sup>

Con estos antecedentes, se puede inferir que el éxito de la Industria Avícola radica en implementar alta tecnología en todos los procesos de la cadena productiva siendo la nutrición animal un área medular, que demanda un interés particular, ya que como se mencionó con anterioridad el más alto porcentaje del costo de producción del pollo de engorda es destinado a la alimentación; por ello existe en la comunidad científica un interés especial, para crear nuevas alternativas que ayuden a eficientar el uso de las materias primas que se utilizan en las dietas del pollo de engorda, ya que la mayoría de estas materias primas son de importación lo cual provoca que el costo de producción se eleve e impacte en el resto de la cadena productiva.<sup>32</sup>

Los promotores de crecimiento de tipo MAD son en la actualidad una de las áreas de más estudio en la alimentación y nutrición animal, ya que los beneficios para la producción y su experimentación aun no llegan a su límite. Por ello el particular interés, de generar nuevas investigaciones que permitan conocer de manera más específica el mecanismo de acción de estos MAD en animales y su efecto

específico en la producción de carne de pollo y así lograr el máximo aprovechamiento de estos productos.

Con los antecedentes referidos, se realizó el presente estudio con la finalidad de evaluar la adición de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en dietas sorgo+soya para pollos de engorda sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, porcentaje de mortalidad, rendimiento cárnico de la canal y amarillamiento de la piel.

### 3 HIPÓTESIS

- La adición de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, en dietas prácticas sorgo-soya normales y de baja densidad para pollos de engorda, mejora la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.
- La inclusión de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, en dietas prácticas sorgo-soya normales y de baja densidad para pollos de engorda incrementa el rendimiento cárnico de la canal y el amarillamiento de la piel.

#### 3.1 Objetivos

- Estudiar el efecto de la adición de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, en dietas prácticas sorgo-soya normales y de baja densidad para pollos de engorda, en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia y el porcentaje de mortalidad.
- Evaluar el efecto de la inclusión de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, en dietas prácticas sorgo-soya normales y de baja densidad para pollos de engorda, sobre el rendimiento cárnico y el amarillamiento en piel.

#### 4.0 MATERIAL Y METODOS

La investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A.) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en la calle de Salvador Díaz Mirón S/N en la Colonia Santiago Zapotitlán de la Delegación Tláhuac, Distrito Federal a una altura de 2250 m.s.n.m. entre los paralelos 19°15' latitud Oeste. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo Enero el mes más frío y Mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16°C y con una precipitación pluvial anual media de 747 mm.

Se utilizaron 480 pollitos de la estirpe Ross de 1 día de edad, los cuales fueron alojados en una caseta de ambiente natural con cama de viruta. Los pollitos se distribuyeron en 20 lotes de 24 aves cada uno. El alimento y el agua se ofrecieron a libre acceso durante todo el experimento.

Los tratamientos o dietas fueron como sigue; todas las dietas fueron tipo prácticas sorgo + pasta de soya, con niveles de nutrientes que cubrieron lo establecido por el NRC<sup>33</sup> Se emplearon dietas normales y dietas con reducción en el contenido en la energía metabolizable (7%), proteína(7%) y aminoácidos(7%), asumiendo en la fuente proteica empleada por una mayor digestibilidad, posibles incrementos de nutrientes en la pasta de soya como se señala en el Cuadro 1.

Se puede apreciar tanto en la etapa de iniciación como de finalización que en las dietas bajas en nutrientes, se empleó menor cantidad de pasta de soya y aceite. Si a estas dietas se les asigna a la pasta de soya los incrementos de 7 % en energía, proteína y aminoácidos como se muestra en el Cuadro 1, los contenidos de estos nutrientes son iguales (Cuadros 2 y 3.) Los tratamientos consistieron en la adición o no adición de esporas de MAD en las dietas como se señala a continuación:

- Tratamiento 1.- Dieta Normal
- Tratamiento 2.- Como 1 + *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*
- Tratamiento 3.- Dieta Baja en energía , proteína y aminoácidos
- Tratamiento 4.- Como 3 + *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*

\* Dosis de esporas *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* : 1000g por Tonelada de 0 a 21 días y 400g por tonelada de 22-42 días de edad. Concentración de esporas  $10^{11}$  UFC/kg

#### 4.1 Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x2; donde uno de los factores fue la dieta normal y baja y el otro factor con y sin la adición de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* cada tratamiento contó con 5 repeticiones de 24 aves cada una. El agua y el alimento se ofrecieron a libre consumo.

Se registró durante las 7 semanas de experimentación la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Al final del estudio se procesaron 10 aves de cada tratamiento para medir el rendimiento en canal y la pigmentación en la piel de la pechuga con un colorímetro de Reflectancia Minolta CR-300.<sup>34</sup> El colorímetro de reflectancia proporciona valores en el sistema CIELAB de Luminosidad (L\*), enrojecimiento (a\*) y amarillamiento (b\*). Previo a la evaluación el colorímetro fue calibrado con fondo blanco. Las aves antes del sacrificio fueron sometidas a 10 horas de ayuno, se pesaron y fueron colgadas en ganchos para su sacrificio. Se insensibilizaron utilizando un aturdidor comercial bajo los parámetros de 25 volts, 0.2 Amp y 460 hz de corriente directa pulsante; el sacrificio se realizó por corte unilateral en cuello para ser desangrados por 1.40 minutos. Inmediatamente después, las canales fueron retiradas de los ganchos y posteriormente se escaldaron en tanques de agua a 53°C por un minuto y desplumadas manualmente. La evisceración se realizó manualmente cortando la cloaca circularmente y haciendo un segundo corte perpendicular al corte de la cloaca, para facilitar la extracción de las vísceras. La molleja, intestinos, hígados, corazón, bazo y finalmente el buche fueron extraídos. Las canales fueron pesadas y se procedió a separar la cabeza y patas posteriormente se volvieron a pesar las canales utilizando una báscula electrónica TOR-REY con capacidad de 5 Kg.

El enfriado se realizó mediante inmersión en tanques de agua fría y hielo a una temperatura de 1-4° C durante 45 minutos.

Posteriormente, se realizó la medición de la pigmentación cutánea del pollo, en la piel de la pechuga por debajo de las alas (región apterilo lateral, conocida como vena de la grasa).

A los datos de las variables obtenidas (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de la canal y pigmentación) se les realizó un análisis estadístico conforme al diseño experimental empleado de acuerdo a lo señalado por Gill.<sup>35</sup>

## 5 RESULTADOS

En el Cuadro 4, aparecen los resultados promedio obtenidos de 0 a 21 días de edad y de 0 a 49 días de edad. Se puede apreciar que la adición de MAD mejoró la ganancia de peso y la conversión alimenticia de los pollos. En el Cuadro 5, se muestran los datos promedio encontrados en los efectos principales y el análisis estadístico de 0 a 21 días. En ganancia de peso se encontró un mayor crecimiento ( $P < 0.05$ ) con las dietas normales respecto a las bajas. Por otro lado existió efecto en ganancia de peso a la adición de MAD ( $P < 0.05$ ). Para consumo de alimento no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) al factor dietas o al factor adición de MAD. En conversión alimenticia existió efecto de interacción dieta x adición de MAD.

En el Cuadro 6, aparece el análisis estadístico y los efectos principales del comportamiento productivo, para las 7 semanas de experimentación. Para ganancia de peso el análisis estadístico indicó diferencias altamente significativas para el factor dietas y para el factor con o sin MAD. En consumo de alimento se encontró diferencia estadística a los factores estudiados, así como un efecto estadístico de la interacción. Para la conversión alimenticia, se encontró también efecto de interacción, esto fue debido a que la dieta baja en proteína (Cuadro 4), fue menos eficiente. Por otro lado la dieta baja en proteína suplementada con MAD tuvo una conversión alimenticia similar al de las dietas altas en proteína. En la Figura 1 se nota claramente el efecto benéfico que existió en la ganancia de peso con la adición de MAD. De igual forma en la Figura 2 se aprecia registrado en la conversión alimenticia que se tuvo con la dieta baja en nutrientes. Los datos que se obtuvieron para rendimiento cárnico, porcentaje de mortalidad y amarillamiento de la piel de la pechuga se muestran en el Cuadro 7.

El análisis estadístico y los efectos principales se muestran en el Cuadro 8. Se puede apreciar que no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de mortalidad, solo una tendencia ( $P < 0.07$ ) a ser mayor la mortalidad en las aves que recibieron la dieta normal respecto a las aves que recibieron la dieta baja en nutrientes.

Los resultados obtenidos del rendimiento cárnico eviscerado en gramos indicaron diferencia ( $P < 0.01$ ) a ambos factores, dieta y promotor MAD, con mayor rendimiento (3.79%) en el tratamiento con la dieta normal respecto a la dieta baja



en nutrientes, por otro lado los MAD mejoran el rendimiento cárnico (4.8 %) en relación a los tratamientos que no se les incluyó.

En el análisis estadístico del rendimiento de la canal eviscerada también se encontró efecto de interacción, debido a que la adición de MAD mejoró el rendimiento en las aves que consumieron la dieta baja en nutrientes (Cuadro 7).

La pigmentación amarilla en la piel, solo existió diferencia ( $P < 0.01$ ) al factor dieta, con una mayor pigmentación en las aves que recibieron la dieta normal.

## 6 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, para ganancia de peso en este experimento con el uso de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* coinciden en parte con lo señalado por Bayda *et al.*<sup>14</sup> y por Morales *et al.*<sup>16</sup> quienes encontraron sinergia al utilizar el antibiótico Nitrovin+ *Bacillus Toyoi* en dietas para pollo de engorda, y esta se manifestó con una mayor ganancia de peso en los pollos que recibieron dicha combinación. Otros autores han encontrado el mismo efecto en pavos alimentados con Lactobacillus y Bacitracina Zinc y en años más recientes estudios como los de Cortes *et al.*<sup>9</sup> y Kabir *et al.*<sup>10</sup> han constatado que la adición de MAD en dietas para pollos de engorda mejoran la ganancia de peso y la conversión alimenticia.

En la práctica la adición de un MAD y un antibiótico, ambos como promotores de crecimiento en la elaboración de dietas para aves, tienen su punto crítico en el criterio para la selección del origen del MAD, ya que los antibióticos tienen por principio mecanismos para inhibir la presencia de bacterias dentro del intestino de las aves y resultaría ser antagónico agregarlos en presencia de MAD. No obstante este fundamento, mediante el avance en la ingeniería genómica y de las proteínas, se ha logrado modificar a microorganismos como el *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en bacterias capaces de vivir en un medio con la presencia de un antibiótico y ser totalmente apatógenas; por el contrario, todos los estudios muestran una serie de beneficios que se han descubierto desde laboratorios con altas técnicas de microbiología, ingeniería genética y clonación, hasta los beneficios palpables dentro del intestino del ave, como lo es la capacidad de producir enzimas digestivas (proteasas, amilasas y lipasas) y secretarlas al medio extracelular, lo cual le da una plusvalía en el mercado, ya que además de no perder el fundamento de la exclusión competitiva, se adiciona un promotor de crecimiento, – lo cual se refleja en aves con intestinos sanos – con esto se logra que los nutrientes de las dietas prácticas sorgo+soya de las aves sean mejor aprovechados por el hospedador, ya que las enzimas secretadas por el ave, más la que secreta el *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* elevan la

digestibilidad de los nutrientes y por lo tanto una mayor absorción. El promotor de crecimiento de tipo antibiótico por su parte y entre otras cosas, aumenta la capacidad de absorción intestinal. En este experimento se manifestó una mejora de los parámetros productivos, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Bayda *et al.*<sup>14</sup>, Cortes *et al.*<sup>9</sup> y Kahbir *et al.*<sup>10</sup> en las aves que recibieron en la dieta el MAD adicionada con Bacitracina Zinc (antibiótico obtenido a partir de un bacilo), puede ser debido a que el *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* se extraen de la soya y esto les proporcione de manera natural la capacidad de nutrirse de esta pasta y obtener mayor cantidad de energía y proteína de la misma.

En esta investigación se observa que el efecto de la interacción dietas x promotor en conversión alimenticia, es explicado al beneficio en los aumentos de peso de los pollos que recibieron la dieta baja en nutrientes adicionada con MAD. Este efecto fue debido a que la dieta baja en nutrientes fue menos eficiente y se mejoró con la adición de MAD. Se pudo apreciar, que la dieta alta en proteína promovió un mayor crecimiento que la dieta baja y que la suplementación de MAD mejoró el crecimiento de ambos tipos de dietas. Esto último se puede explicar, por el hecho de que los pollos alimentados con las dietas bajas, incrementaron significativamente el consumo de alimento con la adición de MAD. Esto se explica ya que las aves con dieta normal tuvieron un mayor consumo, mayor crecimiento y mayor mortalidad por Síndrome Ascítico, respecto a las aves que se alimentaron con la dieta baja en nutrientes. En el Valle de México un aumento en el crecimiento predispone a una mayor mortalidad por este síndrome debido a la altitud en la cual se encuentra<sup>36</sup>. El efecto que se muestra en la pigmentación(Cuadro 7), se puede explicar que las aves que tuvieron un mayor consumo de alimento tuvieron también un mayor consumo de xantofilas y mayor pigmentación de la piel. En cuanto al rendimiento cárnico los resultados obtenidos muestran un mayor rendimiento en las aves alimentadas con las dietas que incluyeron el bacilo a diferencia de las aves que no lo recibieron, ya que al haber mayor ganancia de peso exista mayor formación de masa muscular y la adición de el promotor de crecimiento hace mas eficiente estas dietas, comparadas con

las que no lo tuvieron, lo cual concuerda con lo mencionado por Tesseraud *et al.*<sup>37</sup> quienes mencionan que la adición de diferentes niveles de aminoácidos mejora el rendimiento cárnico proporcionalmente al aumentar los niveles de aminoácidos en la dieta, al haber mayor cantidad de enzimas digestivas en el medio extracelular habrá mayor disponibilidad de nutrientes(aminoácidos) y mayor absorción de los mismos y la deposición de proteína en canal será mayor, lo cual se evidencia en las dietas que incluyeron el MAD, ya que estas tuvieron mayor rendimiento cárnico.

## 7 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este estudio, se puede inferir que la adición de esporas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis* en dietas de tipo práctico a base de sorgo+soya para pollos de engorda con un contenido normal de nutrientes o en dietas con menor contenido de nutrientes pueden ser una alternativa para mejorar el crecimiento, conversión alimenticia y rendimiento cárnico de los pollos de engorda.

## 8 LITERATURA CITADA.

1. Compendio de Indicadores Económicos del Sector Avícola 2003-2004. Unión Nacional de Avicultores, Dirección de Estudios económico, abril 2004.
2. La Industria Alimenticia Animal en México 2003. Sección de Fabricantes de Alimentos Balanceados Para Animales de la CANACINTRA, México, D.F.,2003:20-22 .
3. National Research Council, Food and Nutrition Board; Institute of Medicine: The Use of Drugs in Food Animals Benefits and Risks , National Academy Press, Washington, D.C. 1999.
4. Reyes S.E., Morales B. E.,Ávila G.E., Evaluación de promotores de crecimiento en pollos de engorda , en un sistema de alimentación restringida y a libre acceso. Revista veterinaria México 31 (1) 2000 1-8
5. Perdok H.B.,LanghoutD.J. Vugt P.N.A., Feed grade antibiotics alternatives, 33<sup>rd</sup> annual meeting American association of swine veterinarians,1-9 march 2002.
6. Barrow P.A., Mead G.C., Wray C., Duchet-Suchaux M., Control of food-poisoning in poultry- biological options, World's Poultry Science Journal 2003, 59 (3) 373-380
7. Rebollo F.M. Las ventajas de la exclusión competitiva para la medicina preventiva en la avicultura. XXII Convención anual: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México.244-250
- 8.Immerseel F.V., Cauwters K., Devriese L.A., Haesebrouck F., Ducatelle R.; feeds additives to control *Salmonella* in poultry. World's Poultry Science Journal 2002,58 (4) 501-510.
9. Cortés A, Ávila E, Casaubon M, Carrillo S. El efecto de *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. Revista Veterinaria México 2000;31 :301-307;
- 10.Kabir S.M.L, Rahman,M,M, Rahman M.B, The dynamics of probiotics on growth performance and inmune responce in broilers. Poultry Science Journal 2004 3(5):361-364.
- 11.Molina H.J.,Evaluación de un producto de exclusión competitiva de tipo definido sobre la transmisión horizontal de *Salmonella enteritidis* en aves Leghorn. Tesis

de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 2004

12. Rojas G.C., Efecto de la exclusión competitiva sobre el infiltrado linfocítico y cantidad de *Eimeria spp.* En mucosa enterica, así como la cantidad de ooquistes en heces y la mortalidad en pollos de engorda vacunados contra coccidiosis. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 2003

13. Scott G., Los probióticos concepto para el futuro en el manejo de la salud de las aves. XIX Convención anual: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México. 98-100

14. Baydya N, Mandal L., Sarkar S. K., Banerjee G.C. Combined feeding of antibiotic and probiotic on performance of broiler. Indian Poultry Science 1994, 29:228-231.

15. Goren E. Combinación de la aplicación de medicamentos y microflora intestinal como una herramienta en el tratamiento de las infecciones por *Salomonella enteritidis* en aves. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México. Febrero 1994. 13-19

16. Morales B.E., Ávila G.E., Sánchez C.F. Evaluación del *Bacillus toyoi* y nitrovin en dietas para pollos de engorda. XX Convención anual: Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México. 214-216.

17. Colin I, Morales E, Ávila E. Evaluación de promotores de crecimiento para pollo de engorda. Revista Veterinaria México 1994; 25 :141-144

18. Maisonnier S., Gomez J., Berri C., Baéza E., Carre E., Effects of microflora stauts, dietary bile salts and guar gum on lipid digestibility, intestinal bile salts, and histomorphology in broiler chickens. Poultry Science. May 2003 volume 82, number 5, 805-813

19. Ricke S.C., Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. Poultry Science. 2003 (82) 632-639.

20. Patterson J.A. Burkholder K.M. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. Poultry Science. 2003 (82) 627-631.

21. Joeger D. R. : Alternatives to antibiotics: Bacteriocins, antimicrobial and peptides and bacteriophages. Poultry Science Journal .2003 (82) 640-647
22. Fuente M.B. Comportamiento productivo de gallinas alimentadas con ácidos grasos volátiles. Nutriciero, 2003 (1) 35-38. México, D.F.
23. Leeson S., Summers J. D. Commercial Poultry Nutrition, University Books, Ontario 1997.
24. Larbier M, Leclercq B. Nutrition and Feeding of Poultry. Nottingham University Press, Sutton Bonington Campus, Loughborough, Leicestershire, France.1992.
25. Veith B., Herzberg C., Steck S, Feesche J, Maurer K., Ehrenreich P., Baumer S., Henne A., Liesegang H., Ehrenreich A., Gottschalk G. The complete genome sequence of *Bacillus licheniformis* DSM13, and organism with great industrial potential. Journal Molecular Microbiology Biotechnology. 2004;7(4) 204-11
26. Schallmey M., Singh A., Owen P. Developments in the use of *Bacillus* species for industrial production . Canadian Journal Microbiology 2004. 50(1):1-17
27. Jin L.Z., Ho W.Y., Abdullah N., Jalaludin S. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures. Poultry Science.2000 (79) 886-891
28. Cortes C. A., Salinas A. R., Ávila G. E. La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. Vet Méx 2000;33(1) :1-9;
29. Pinheiro D., Cruz V., Sartori J., Vicentini P., Efecto de early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. Poultry Science Journal .2004 (83)1544-1550.
30. Ávila G.E., Anatomofisiología del sistema digestivo y del proceso de la digestión de las aves. Curso de actualización en manejo de granjas de pollo de engorda. Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas de México; México, D.F. febrero 1996 1-4
31. Cortes A, Casaubon M, Carrillo S, El efecto de *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda y composición de la canal. Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Nacional



Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México, DF. 1998;

32. Cuca GM, Ávila Pro M. Alimentación de las aves. 8ª ed. Mex: Universidad Autónoma Chapingo; 1996.

33. National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Subcomite on poultry nutrition, National Academy Press, Washington, D.C. 1994

34. Fletcher D. L. And Cason J. A., Comparison of two methods for determining broiler processing yield. Poultry Science.1010-1014.19

35. Gill J.L. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol 1. Ames(Io): The Iowa State University Press,1978

36. Arce M. J.,Ávila G. E.,Lopez C. Utilización de metionina zinc y metionina manganeso en dietas del pollo de engorda: parámetros productivos e incidencia del síndrome ascítico. Tec. Pec. Mex.2004;42(1):113-119.

37. Tesseraud S, Le Bihan-Duval E, Peresson R, michel J, Chagneau AM. Response of chick lines selected on carcass quality to dietary lysine supply: live performance and muscle development. Poult Sci. 1999;78:80-84.

**Cuadro 1.** Generación de un nuevo ingrediente a partir de la adición de *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*

Ingrediente	Pasta de soya	Pasta de soya + <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Bacillus licheniformis</i>
Energía Metabolizable Kcal/kg	2440	2611
Proteína Cruda %	47.59	50.92
Lisina %	2.98	3.19
Metionina %	0.68	0.73
Met + Cist %	1.36	1.46
Treonina	1.90	2.03
Triptofano %	0.64	0.69

**Cuadro 2.** Comparación de las dietas iniciación de 0 a 21 días de edad

Ingredientes	Dietas Kg	
	NORMAL	(7:7:7)BAJA+ MAD
SORGO	571.08	616.64
PASTA DE SOYA 48%	354.08	322.85
ACEITE	29.43	14.79
FOSFATO DE CALCIO	18.60	18.69
CARBONATO DE CALCIO	15.39	15.46
SAL	4.40	4.40
DL-METIONINA	2.40	2.35
VITAMINAS	2.50	2.50
L-LISINA HCl	0.17	0.37
CLORURO DE COLINA 60%	1.00	1.00
COCCIDIOSTATO	0.50	0.50
BACITRACINA BMD	0.30	0.30
ANTIOXIDANTE	0.15	0.15
Total	1000.00	1000.00
Costo	\$ 2,438.92	\$ 2,342.99
Análisis calculado de nutrientes		
PROTEINA CRUDA (%)	22.00	20.92 (22.00)*
E. M. AVES (Kcal / Kg)	3000	2,945(3000)*
CALCIO TOTAL (%)	1.00	1.00(1.00)*
FOSFORO ( DISP. )	0.50	0.50(0.50)*
SODIO (%)	0.18	0.18(0.18)*
LISINA (%)	1.20	1.13(1.20)*
TREONINA (%)	0.87	0.83(87)*
MET + CIST (%)	0.93	0.90(0.93)*

\*Ajustada + MAD

**CUADRO 3.** Comparación de las dietas de finalización de 22 a 42 días de edad

Ingredientes	Dietas Kg	
	NORMAL	BAJA+ MAD
SORGO	609.60	649.10
PASTA DE SOYA 48%	304.70	277.78
ACEITE	40.00	27.31
FOSFATO DE CALCIO	16.45	16.53
CARBONATO DE CALCIO	13.97	14.03
SAL	3.89	3.90
DL-METIONINA	1.82	1.77
VITAMINAS	2.50	2.50
CLORURO DE COLINA 60%	0.80	0.80
COCCIDIOSTATO	0.50	0.50
BACITRACINA BMD	0.30	0.30
ANTIOXIDANTE	0.15	0.15
PIGMENTO AMARILLO	5.33	5.33
Total	1000.00	1000.00
Costo	\$ 2,591.78	\$ 2,505.88
Análisis calculado de nutrientes		
PROTEINA CRUDA (%)	20.00	19.07(20.00)*
E. M. AVES (Kcal / Kg)	3100	3052(3100)*
CALCIO TOTAL (%)	0.90	0.90(0.90)*
FOSFORO ( DISP. )	0.45	0.45(0.45)*
SODIO (%)	0.16	0.16(0.16)*
LISINA (%)	1.05	0.98(1.05)*
TREONINA (%)	0.79	0.75(0.79)*
MET + CIST (%)	0.82	0.79(0.82)*

\*Ajustada + MAD

ESTA TESIS NO SALL  
DE LA BIBLIOTECA

**Cuadro 4.** Resultados obtenidos de parámetros productivos, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Datos de 0 a 21 días de edad

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia de peso en (g)</b>	<b>Consumo de alimento (g)</b>	<b>Conversión alimenticia</b>
1.- Dieta normal	632.5	956.0	1.51
2.- Como 1 + MAD	635.6	953.9	1.50
3.- Dieta baja	565.2	936.0	1.66
4.- Como 3+ MAD	631.1	927.6	1.47

Datos de 0 a 49 días de edad

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia de peso en (g)</b>	<b>Consumo de alimento (g)</b>	<b>Conversión alimenticia</b>
1.- Dieta normal	2895	5610	1.94
2.- Como 1 + MAD	3045	5724	1.87
3.- Dieta baja	2695	4908	1.82
4.- Como 3+MAD	2817	5424	1.93

**Cuadro 5.** Datos obtenidos de efectos principales en parámetros productivos en 21 días de edad, en pollos alimentados con y sin promotor del crecimiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia de peso</b>	<b>Consumo de alimento</b>	<b>Conversión alimenticia</b>
<b>Factor dieta</b>	(g)	(g)	(kg.*kg.)
Dieta normal	634a	955	1.51a
Dieta baja	598b	932	1.56a
<b>Factor promotor</b>			
Con promotor	633a	946	1.58a
Sin promotor	599b	941	1.49b
<b>Fuente de variación</b>	<b>Probabilidad</b>		
Factor dieta	0.014	0.195	0.093
Factor promotor	0.017	0.759	0.007
Interacción	0.027	0.853	0.012

a,b,= Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 6.** Resultados obtenidos de efectos principales en parámetros productivos en 49 días de edad, en pollos alimentados con y sin promotor del crecimiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia de peso</b>	<b>Consumo de alimento</b>	<b>Conversión alimenticia</b>
<b>Factor dieta</b>	(g)	(g)	(kg*kg)
Dieta normal	2970a	5667a	1.91c
Dieta baja	2756b	5108b	1.86d
<b>Factor promotor</b>			
Con promotor	2931a	5515a	1.88d
Sin promotor	2795b	5259b	1.88d
<b>Fuente de variación</b>	<b>Probabilidad</b>		
Factor dieta	0.000	0.000	0.016
Factor promotor	0.010	0.001	0.886
Interacción	0.762	0.035	0.034

a,b,= Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente (P<0.01)

c,d",= Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente (P<0.05)

**Cuadro 7.** Datos de mortalidad, rendimiento de la canal y pigmentación de la piel a los 49 días de edad.

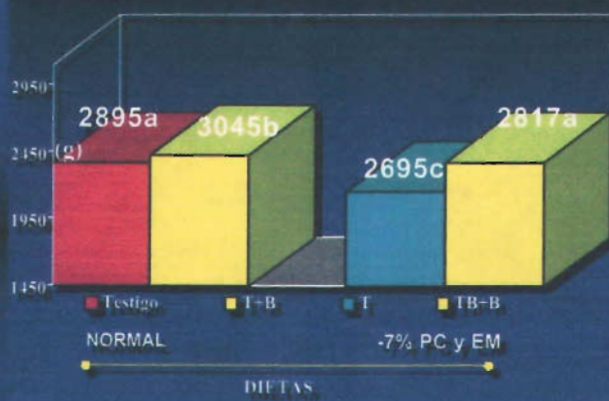
Tratamiento	Rendimiento de canal eviscerada (%)	(g)	% Mortalidad	Amarillamiento en piel (b)
1.- Dieta normal	80.2	2358a	11.2	48.1
2.- Como 1 + MAD	79.3	2451b	9.6	49.2
3.- Dieta baja	78.4	2141d	7.2	45.5
4.- Como 3 + MAD	79.6	2249c	6.4	44.9

a,b,c,d = Valores con distinta letra son diferentes estadísticamente ( $P < 0.05$ )



**Cuadro 8.** Resultados de los análisis estadísticos para mortalidad, rendimiento de la canal y pigmentación de la piel.

<b>Tratamiento</b>	<b>Mortalidad general</b>	<b>Mortalidad S.A.</b>	<b>Rendimiento De la canal</b>		<b>Amarillamiento</b>
<b>Factor dieta</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>g</b>	
Dieta normal	10.4	1.00	79.79	2405	48.69
Dieta baja	6.8	0.75	79.03	2195	45.22
<b>Factor promotor</b>					
Con promotor	8.0	1.25	79.48	2350	47.07
Sin promotor	9.2	.50	79.34	2250	46.84
<b>Fuente de variación</b>			<b>Probabilidad</b>		
Factor dieta	0.073	0.720	0.100	0.000	0.001
Factor promotor	0.542	0.290	0.739	0.001	0.793
Interacción	0.830	0.720	0.025	0.774	0.648



**Figura 1. Efecto de esporas de *Bacillus* sobre la ganancia de peso en dietas sorgo+soya**

