

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

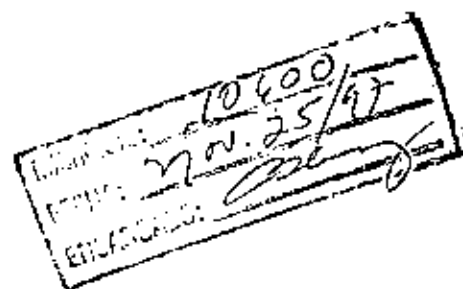
EL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE  
FERMACTO® EN LA PRODUCTIVIDAD  
DE GALLINAS PONEDORAS  
LEGHORN BLANCAS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura

por

María Emilia Corea Barrios

Honduras, 21 Junio de 1996



El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

María Emilia Correa Barrios.

Zamorano, Honduras, Junio de 1996.

## DEDICATORIA

*A mi Dios Todopoderoso, por brindarme una vida llena de bendiciones y grandes oportunidades.*

*A mi papi, Julio, por su incansable dedicación, su cariño, el apoyo en todo momento y los invaluable consejos tanto personales como profesionales.*

*A mi mamá, Carmen, por su increíble presencia, sus oraciones, su cariño y la oportunidad de alcanzar todos los objetivos propuestos a lo largo del tiempo*

*A mis queridos hermanos, Juan Carlos y Luis Fernando por brindarme todo su apoyo en el momento oportuno; su presencia a través de la distancia; y el deseo conjunto de obtener este título.*

## AGRADECIMIENTOS

*Un agradecimiento especial a: Mónica Bohorquez, Jorge Brenes y David Aguilar, por todos los momentos compartidos que han significado más que una amistad una verdadera hermandad; y por su disposición incondicional han de formar parte de los mejores recuerdos de mi vida en Zamorano.*

*A mi asesor principal, Dr. Abel Gernat, por la oportunidad de realizar el proyecto de investigación en la Sección de Aves, por todos los consejos profesionales y personales; y su amistad.*

*Al Dr. Francisco Gómez, por su amable cooperación en el análisis estadístico y las facilidades brindadas para el desarrollo de la presentación de esta investigación.*

*A mi asesor, Ing. Gerardo Murillo, por su ayuda siempre oportuna y su amistad.*

*A mi asesor, Dr. Antonio Flores, por la asesoría brindada y todos los conocimientos de él adquiridos.*

*A Carolina de Gernat, por su amistad, hospitalidad y todas sus finas atenciones.*

*Al Dr. Isidro Matamoros, por todos los conocimientos compartidos, los consejos, sus atenciones y especialmente por ser un amigo en el momento preciso.*

*A la señora Gladys de Flores, por su amistad.*

*A mis queridos amigos de PIA: Ernesto, Enrique, Luis F., Bayardo, Hugo, Jesús, Marco, Marisa, Calin, Sergio, J.P. Brigard, Ma. Eugenia, por compartir muchos momentos agradables, el apoyo hasta la culminación de nuestra meta y su amistad; también quiero agradecer a Carlos, Enrique, Alberto, Rodolfo, Raquel, Eduardo, Alejandro, Sergio y Cristian por tan gratos momentos compartidos.*

*Al personal de Aves y Concentrados, por su colaboración en el trabajo de campo.*

*Al personal del dpto. de Zootecnia, por todas las facilidades brindadas.*

## RESUMEN

Una alternativa para incrementar la rentabilidad de una explotación avícola es manejar el factor nutricional, mediante la adición de probióticos a las dietas con el fin de maximizar la eficiencia productiva. El objetivo de la presente investigación fue: evaluar el efecto de diferentes niveles de Fermacto® en la productividad de gallinas ponedoras Leghorn blancas en condiciones del subtrópico. El estudio se realizó en un galpón costado abierto de la sección de Aves de El Zamorano, de Agosto de 1,995 a Marzo de 1,996. Se utilizaron 672 pollas Leghorn blancas variedad HyLine W-77 de primera postura, de 18 semanas de edad, las mismas que fueron alojadas en 16 corrales experimentales de 2x3 metros, con una densidad de siete aves/m<sup>2</sup> en un total de 42 aves por corral. Los tratamientos consistieron de 1) una dieta control sin Fermacto, 2) dieta control con 0.1% de Fermacto, 3) dieta control con 0.2% de Fermacto, y 4) dieta control con 0.4% de Fermacto. Se establecieron cuatro réplicas por tratamiento, en un diseño de Bloques completamente al azar. Las aves recibieron alimento y agua *ad libitum*. Las dietas fueron formuladas de acuerdo a las fases del ciclo de producción. Los datos de producción de huevos y mortalidad fueron colectados diariamente de la semana 18 hasta la 45 de edad de las aves.

Las variables de consumo de alimento, gravedad específica, peso de huevos, número de huevos sucios y rajados fueron medidas durante una semana cada 28 días. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de consumo de alimento, eficiencia de conversión, gravedad específica, número de huevos sucios y rajados, y mortalidad; sin embargo, se observó un mayor ( $P=0.01$ ) porcentaje de producción de huevos y peso de huevos a favor de la dieta control sin Fermacto. También se observó que a medida que se incrementaron los niveles de este producto en la dieta, éstas últimas variables mostraron una ligera tendencia descendente.

## CONTENIDO

|                                                               | Pág.  |
|---------------------------------------------------------------|-------|
| Portadilla.....                                               | i     |
| Derechos de autor.....                                        | ii    |
| Página de firmas.....                                         | iii   |
| Dedicatoria.....                                              | iv    |
| Agradecimientos.....                                          | v     |
| Resumen.....                                                  | vi    |
| Contenido.....                                                | vii   |
| Índice de tablas.....                                         | viii  |
| Índice de figuras.....                                        | ix    |
| Índice de anexos.....                                         | x     |
| <br>I. INTRODUCCION.....                                      | <br>1 |
| <br>II. REVISION DE LITERATURA                                |       |
| 2.1. Importancia de los microorganismos intestinales.....     | 3     |
| 2.2. Efecto de Fermacto sobre los parámetros productivos..... | 4     |
| 2.2.1. Producción de huevos.....                              | 4     |
| 2.2.1.1. Niveles de proteína.....                             | 4     |
| 2.2.1.2. Niveles de metionina.....                            | 5     |
| 2.2.2. Consumo de alimento.....                               | 5     |
| 2.2.3. Eficiencia de producción.....                          | 6     |
| 2.2.4. Mortalidad.....                                        | 7     |
| 2.2.5. Peso del huevo.....                                    | 8     |
| 2.2.6. Calidad de cascarón.....                               | 9     |
| <br>III. MATERIALES Y METODOS                                 |       |
| 3.1. Localización y duración.....                             | 11    |
| 3.2. Animales.....                                            | 11    |
| 3.3. Alimentación.....                                        | 11    |
| 3.4. Tratamientos.....                                        | 11    |
| 3.5. Diseño experimental.....                                 | 12    |
| 3.6. Variables a medir.....                                   | 12    |
| <br>IV. RESULTADOS Y DISCUSION                                |       |
| 4.1. Producción de huevos.....                                | 13    |
| 4.2. Consumo de alimento.....                                 | 14    |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.3. Conversión alimenticia.....    | 14 |
| 4.4. Mortalidad.....                | 16 |
| 4.5. Calidad del huevo.....         | 16 |
| 4.5.1. Peso de huevos.....          | 16 |
| 4.5.2. Gravedad específica.....     | 17 |
| 4.5.3. Huevos sucios y rajados..... | 17 |
| V. CONCLUSIONES.....                | 18 |
| VI. RECOMENDACIONES.....            | 19 |
| VII. BIBLIOGRAFIA.....              | 20 |
| VIII. ANEXOS.....                   | 22 |

## INDICE DE TABLAS.

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Efecto de diferentes niveles de Fermacto sobre la producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad.....       | 13 |
| Tabla 2. Efecto de diferentes niveles de Fermacto sobre Peso del huevo, gravedad específica, huevos sucios y rajados, y total de huevos por ave..... | 16 |

## INDICE DE FIGURAS.

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. El efecto de Fermacto sobre la producción de huevos en las primeras 28<br>semanas del ciclo de postura..... | 15 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

# INDICE DE ANEXOS.

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Dieta para gallinas en fase I de postura y análisis calculado para la dieta de gallinas en fase I de postura.....                         | 23 |
| Anexo 2. Dieta para gallinas en fase II de postura y análisis calculado para la dieta de gallinas en fase II de postura.....                       | 24 |
| Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Producción de huevos y Consumo de alimento en aves de postura..... | 25 |
| Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Conversión alimenticia.....                                        | 25 |
| Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Peso del huevo y Mortalidad.....                                   | 26 |
| Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Gravedad específica y huevos sucios.....                           | 26 |

## L INTRODUCCION

La influencia de los factores de tipo económico en la industria avícola es determinante de su éxito o fracaso por lo que se hace necesario buscar mecanismos que permitan la maximización de la eficiencia en las prácticas de manejo de tal forma que se asegure una disminución en los costos y por consiguiente un aumento en las utilidades percibidas.

El aspecto de manejo más importante en relación a la eficiencia productiva y determinante de los costos de producción es el componente nutricional, que comprende aproximadamente el 60 al 70% de los costos, y esto toma una especial importancia en relación al constante incremento en los costos de materias primas utilizadas para la elaboración de alimentos concentrados que constituye la dieta total en aves.

Los nutricionistas han determinado las necesidades dietéticas de las especies aviares a través de extensas investigaciones, y la formulación de alimentos acordes a las fases específicas de producción. Aún cuando los requerimientos nutricionales proveen una base para la formulación de dietas en aves, estos no logran considerar todos los factores que afectan la productividad de las aves. Hay factores que pueden afectar adversamente y que se encuentran presentes frecuentemente dentro de las prácticas de manejo, entre ellos, baja calidad nutricional, temperaturas extremas, y enfermedades.

Hay componentes que se añaden al alimento para aliviar el efecto de los factores adversos y a su vez mejorar la eficiencia de producción. Estos componentes son llamados "aditivos" y pueden clasificarse en dos categorías: Primero, aquellos aditivos que son esenciales para los procesos biológicos del animal como las vitaminas y los elementos traza. La segunda categoría incluye aditivos que no son esenciales para los procesos biológicos, pero que han demostrado un efecto positivo en el animal, ésta categoría incluye a los promotores de crecimiento, aditivos tecnológicos, agentes antimicrobianos, modificadores metabólicos, probióticos y profilácticos (Namur et al., 1988).

Algunos aditivos de la segunda categoría son derivados de procesos fermentativos causados por microorganismos como bacterias y hongos. Los productos de fermentación suplen organismos como *Lactobacillus* y otras sp. de bacilos que alteran a la población microbiana intestinal, para competir con los organismos patógenos de manera eficaz. Este efecto se produce en base a dos acontecimientos: a) Reducción del pH intestinal, que limita el crecimiento de los organismos dañinos en el intestino. b) Competencia con las bacterias patógenas por los sitios de colonización en la superficie intestinal.

Uno de estos aditivos es Fermacto®. Fermacto es fabricado a partir de *Aspergillus sp.* De acuerdo a la literatura publicada por la compañía Pet-Ag, su fabricante, este aditivo aumenta la capacidad digestiva de animales no rumiantes proveyendo nutrimentos y fibra micelar compuesta por una base de carbohidratos en forma de fibra digestible que contribuye a la proliferación de las bacterias intestinales necesarias para completar las funciones digestivas. Alimentando la población intestinal, Fermacto induce a una digestión más completa del alimento, permitiendo que éste sea asimilado por el animal de manera más eficiente. Además, Fermacto puede reducir los costos de alimentación al incrementar la digestibilidad aparente de la dieta; lo que permite una económica sustitución de ingredientes alimenticios de baja calidad que son más baratos sin afectar la eficiencia alimenticia, ganancias de peso o tasas de crecimiento.

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de la suplementación de varios niveles de Fermacto en la productividad de gallinas de postura Leghorn Blanca variedad Hyline W- 77 bajo condiciones del subtrópico.

## IL REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia de los organismos intestinales.

Por mucho tiempo se ha reconocido la importancia que juega la población intestinal en la mayoría de los animales, como adyuvante en ciertos procesos fermentativos que tienen lugar principalmente en el intestino delgado. Extensos estudios realizados para determinar la composición bacteriana en las heces de varias especies concluyen que son las bacterias del género *Lactobacillus* las que predominan durante las primeras semanas de vida y posteriormente son reemplazadas por otros microorganismos.

Aunque los mecanismos de acción de los microorganismos no están bien definidos, existen evidencias para pensar que son varias las formas por las cuales se producen los cambios en el desempeño animal. Dentro de las principales propiedades de las bacterias se encuentran la producción de ácido láctico, que es el causante de una reducción en el crecimiento de bacterias indeseables de los géneros *Escherichia*, *Clostridium* y *Salmonella* entre otros. Por otro lado, se ha señalado la formación de peróxido de hidrógeno como subproducto del metabolismo de las bacterias, el cual causa antagonismo con bacterias patógenas, teniendo también un efecto reductor del pH intestinal (Garza, J.D., 1990).

Otra forma de acción que se ha detectado en las bacterias lácticas del género *Lactobacillus*, es la capacidad para desconjugar ácidos biliares, mediante un sistema enzimático que permite la transformación a las formas no conjugadas de sales biliares y las que se atribuye un mayor efecto inhibitor sobre algunos gérmenes. Durante los últimos años, se ha comprobado que algunas cepas de lactobacilos tienen la capacidad de producir sustancias similares a los antibióticos, a las que se ha dado el nombre de *acidofilinas*, y que tienen acción sobre las bacterias patógenas gram negativas.

Tal vez el efecto más claro de acción que tienen los microorganismos desde el punto de vista nutricional, sea la íntima asociación a nivel intestinal con el animal; propiciando un medio favorable para aprovechar los alimentos que éste consume (Garza, J.D., 1990). Se ha encontrado que el tipo de alimento, los hábitos alimenticios, así como la anatomía del sistema digestivo del animal, son factores importantes en la implantación de lactobacilos en el intestino; es entonces importante señalar, que si manejamos un componente biológico como lo son las bacterias, es de esperarse que las respuestas en el animal sean muy variables y que gran parte del éxito como aditivo alimenticio dependa de la calidad del producto así como el modo de empleo que se utilice.

Tomando en cuenta el papel que ejercen los factores de implantación de microorganismos benéficos en el intestino, la compañía Pet-Ag desarrolló Fermacto®, como una alternativa para obtener una mejor respuesta animal al proveer un sustrato alimenticio estratégico para las poblaciones intestinales.

Se ha publicado literatura concerniente al uso de Fermacto en porcinos, aves y peces. Hoy día, Fermacto se utiliza a nivel comercial en dietas de gallinas ponedoras, porque aparentemente ayuda a manejar eficientemente a las parvadas bajo condiciones que presentan factores estresores como la temperatura ambiental, enfermedades y baja calidad nutricional.

En condiciones de altas temperaturas ambientales las aves se ven afectadas, disminuyendo el consumo de agua o alimento, la producción de huevos y aumentando los porcentajes de mortalidad. Bajo estas condiciones de estrés las aves disminuyen su actividad metabólica para lograr una mayor disipación de calor a través de mecanismos de jadeo e incremento en la frecuencia sanguínea y respiratoria (Castro, E., 1983). De acuerdo a las recomendaciones de manejo dadas por los fabricantes la adición de Fermacto a la dieta en un periodo previo a la temporada de calor permitirá que el ave se adapte rápidamente a los cambios de temperatura.

Por otro lado, que exista una compensación del ave a la dilución de los microorganismos, que ocurre cuando se incrementa el consumo de agua (Pet-Ag, 1995).

Para evaluar el efecto de Fermacto sobre la capacidad de recuperación del ave al estrés por calor, Annop (1991) realizó un ensayo en Tailandia, donde trabajó con 6,906 reproductoras de la línea Arbor Acres durante 8 meses y se obtuvieron los siguientes resultados: Se redujo significativamente la mortalidad en un 22% durante condiciones de altas temperaturas. Adicionalmente a estos resultados se observó un incremento en el número de pollitos por ave por ciclo.

## 2.2 Efecto de Fermacto sobre los parámetros productivos.

### 2.2.1 Producción de huevos.

Gelil (1992) observó que ponedoras alimentadas con dietas que contenían 0.05, 0.01, y 0.15% de Fermacto presentaban en promedio un porcentaje de postura de 88.38% en comparación con un 85.48% de la dieta control lo que representa un aumento de 2.9 huevos por ave para la dieta suplementada..

Annop (1991) observó que la adición de 0.15% de Fermacto en la dieta de ponedoras evaluadas durante 8 meses producía un incremento de 5.56 huevos por ave con respecto a la dieta control.

**2.2.1.1 Niveles de proteína.** El requerimiento de proteína en aves de postura esta estrechamente asociado con los incrementos de las tasas de producción de huevos. Previo al inicio de la postura sólo un 13% de proteína es necesario en la dieta, pero cuando la producción alcanza el pico el requerimiento debe ser tan alto como 17 a 19%. Al final del ciclo productivo el porcentaje de proteína debe reducirse a un 14% de acuerdo a North y Bell (1990).

De acuerdo a Timson et al. (1983) los niveles excesivamente altos de proteína en la dieta no presentan ningún beneficio en los niveles productivos de la aves durante la postura.

Pet-Ag (1990) reportó en un estudio realizado en Indonesia que las aves alimentadas con dietas suplementadas con 0.05% de Fermacto y 16% de proteína presentaban niveles de producción de 67.74% en comparación a una dieta control con niveles proteicos de 17% , con producciones de 65.18%; como resultado de un incremento en la digestibilidad aparente equivalente a 1% de proteína. Otro estudio realizado en Canadá ese mismo año reportó incrementos en la producción de huevos en dietas suplementadas con 0.1% de Fermacto y 17% de proteína en relación a una dieta control con el mismo nivel proteico a razón de un 2.1%.

**2.2.1.2 Niveles de Metionina.** De acuerdo a North y Bell (1990), la metionina es de los aminoácidos que con mayor frecuencia se encuentran deficientes en las dietas de ponedoras.

Harms y Miles (1987) evaluaron el efecto de Fermacto en la productividad de aves de postura durante 12 semanas, utilizando dos dietas suplementadas con metionina acorde a los valores del NRC ( una control contra dieta con 0.05% de Fermacto) y dos dietas con bajos niveles de metionina (una control contra dieta con 0.05% de Fermacto); y en ambos casos observaron que las dietas suplementadas con Fermacto mostraron porcentajes de postura mayores que las dietas control. Cabe destacar que la dieta baja en metionina y suplementada con Fermacto mostró un aumento significativo en la producción de huevos. Concluyendo que durante condiciones de estrés la metionina puede constituir el primer nutriente limitante.

## 2.2.2 Consumo de alimento.

Bajo condiciones normales ambientales y de manejo, el consumo de alimento variará en relación a la producción de huevos (Ensinger, 1980; Summer y Lesson, 1991).

Pet-Ag (1993) condujo un experimento en Europa para evaluar el efecto de una dieta suplementada con 0.15% de Fermacto contra una dieta control, los resultados observados mostraron consumos alimenticios menores en la dieta suplementada en relación a la dieta control. Un año más tarde se condujo un experimento similar con un nivel de suplementación de Fermacto de 0.20% contra una dieta control y se observó que la dieta suplementada mostraba consumos de 131.8 g/ave/d, mayores que los consumos de la dieta control con 125.6 g/ave/d.

Gelil (1992) evaluó el efecto de diferentes niveles de Fermacto ( 0.05, 0.1, y 0.15%) en dietas de ponedoras contra el efecto de una dieta control, los resultados de la investigación mostraron consumos más bajos en las aves suplementadas con Fermacto a razón de 119.3 g/ave/d contra 128 g/ave/d observada en la dieta control.

Entre 1990 y 1991 (anónimo) se realizaron dos estudios en Tailandia para demostrar que las dietas suplementadas con Fermacto pueden permitir a los productores obtener mayores rendimientos. El estudio realizado durante 1990 evaluó el desempeño de 1250 aves (por grupo) alimentadas con una dieta control y una dieta con 0.2% de Fermacto; los resultados observados presentaron un menor consumo de alimento (1.86 g/ave/d menos) en las dietas suplementadas mejorando la tasa de producción de huevos en un 2%. El segundo estudio se corrió durante 1991, y se evaluó el desempeño de 12,000 aves alimentadas con una dieta suplementada con 0.15% de Fermacto y otra control, la diferencia observada fue de 3.6 g/ave/d menor en el consumo de la dieta suplementada, dando como resultado un aumento en la producción de huevos de 0.5%.

Pet-Ag (1995) reportó los resultados de un estudio realizado en Canadá donde se evaluó el efecto de dos dietas control con dos niveles de proteína, 17 y 18%, contra una dieta con un contenido proteico de 17% y suplementada con 0.1% de Fermacto; los datos reportados mostraron que la dieta suplementada con Fermacto permite consumos por ave/día superiores a las dietas control a razón de 2.2 g/ave/d para la dieta con 17%, y 1.5 g/ave/d para la dieta con 18% de proteína. En Florida, Harms (1987) condujo un experimento para determinar el efecto de Fermacto en dietas de ponedoras conteniendo varios niveles de metionina. Se evaluaron cuatro dietas, con niveles de metionina normal, una dieta control versus una dieta con 0.05% de Fermacto; con niveles bajos de metionina, una dieta control versus una dieta con 0.05% de Fermacto. Los resultados para ambas dietas mostraron niveles de consumo mayores en la dietas suplementadas con Fermacto a razón de 5.5 g/ave/d en la dieta baja en metionina, y 3.1 g/ave/d en la dieta con nivel normal de metionina. No obstante, las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas. El consumo diario fue influenciado por la adición de Fermacto a la dieta base; justificado en la necesidad de las aves de aumentar sus consumos para mantener la tasa de producción de huevos en aumento.

### 2.2.3 Eficiencia de producción.

El mejor indicador del efecto de la suplementación de Fermacto en las dietas de aves de posura es la eficiencia de producción, es por eso que se han desarrollado una gran cantidad de ensayos para evaluar el efecto de Fermacto sobre la eficiencia de producción, los datos obtenidos de los ensayos han arrojado resultados muy favorables al mostrar aumentos significativos en la producción.

Pet-Ag (1993) condujo un experimento en Europa para evaluar el efecto de una dieta control y una dieta suplementada con 0.15% de Fermacto, luego de 47 semanas de evaluación se determinó que cada tonelada de alimento con suplementación producía 127 huevos adicionales que la dieta control. Orapin (1993) reportó un ensayo en Tailandia donde se evaluó la productividad de 9,498 aves durante 18 semanas alimentadas con una

dieta control y una suplementada con 0.15% de Fermacto. Al final del ensayo se determinó que Fermacto incrementa la eficiencia de producción en 111 huevos por tonelada métrica de alimento consumido.

En Egipto, Gelil (1992) desarrolló un estudio donde se evaluó el efecto de una dieta control versus una dieta suplementada con 0.05, 0.1, y 0.15% de Fermacto en 3,000 aves Lohman Brown, los resultados mostraron un incremento en la eficiencia de producción (por tonelada métrica de alimento consumido) de 727 huevos en promedio. Pet-Ag (1991) condujo un experimento en Tailandia donde se evaluó el efecto de Fermacto en 12,000 aves DeKalb suplementando 0.15% sobre una dieta control bajo condiciones de estrés calórico, después de 9 semanas de evaluación se observó un aumento de 302 huevos producidos por tonelada métrica de alimento de la dieta suplementada. Fermacto mejoró la producción por efecto de un aumento de la digestibilidad aparente del alimento.

Otros estudios realizados con diferentes niveles de Fermacto presentaron los siguientes resultados:

- Tailandia (1990), Fermacto (0.1%) produjo un aumento de 120 huevos de alimento en comparación con la dieta control.
- Indonesia (1990), se evaluó una dieta control con dos niveles de proteína, 15 y 17%, y una dieta suplementada con 0.05% y 16% de proteína; en ambos casos la interacción de Fermacto x nivel de proteína fue significativa en el aumento de la producción, a razón de 223 huevos adicionales en comparación con la dieta control con 17% de proteína y 728 huevos adicionales en comparación con la dieta control con 15% de proteína.
- En Florida, Harms (1987) determinó que la eficiencia alimenticia fue significativamente influenciada por la adición de Fermacto a la dieta base, evaluadas bajo dos niveles de metionina suplementada, limitada y normal. La dieta suplementada con un nivel bajo de metionina y Fermacto incremento 52 huevos en relación a la dieta control; el efecto de Fermacto con niveles de metionina normal permitió 171 huevos adicionales por tonelada métrica de alimento.

#### 2.2.4 Mortalidad.

Muy poca información sobre el efecto de Fermacto en mortalidad de aves de postura ha sido presentado.

Un estudio realizado en Europa en 1993 donde se evaluó el efecto de Fermacto en 77,000 aves ISA Brown suplementando 0.15% a la dieta contra una dieta control mostró un incremento de un 8.69% en la mortalidad de las aves suplementadas con Fermacto.

Pet-Ag realizó otro estudio en Canadá para evaluar el efecto de Fermacto en dietas con diferentes niveles de proteína en 4,200 aves Shaver, se trabajó con dos dietas control con niveles de 17 y 18% de proteína contra una dieta suplementada con 0.1% Fermacto y 17% de proteína; los resultados obtenidos mostraron un 3.8% mortalidad para la dieta control

con 17% de proteína, 8.6% mortalidad para la dieta control con 18% de proteína y 9.6% mortalidad para la dieta suplementada con 0.1% Fermacto y 17% proteína. El uso de Fermacto incrementó los niveles de mortalidad en un 10.1% en promedio.

Contrario a los estudios anteriores, Annop (1991), evaluó el efecto de una dieta con Fermacto 0.15% contra una dieta control; observó que la dieta suplementada redujo la mortalidad en un 22%. Salam y Sheheima (1993) al evaluar el efecto de suplementar Fermacto (0.15%) a una dieta base observó una reducción (no significativa) en el % de mortalidad en el tratamiento suplementado comparado con la dieta control.

### 2.2.5 Peso de huevos.

El factor individual más importante para obtener el peso del huevo deseado es el peso corporal de la polla en la madurez. Summers y Leeson (1983) demostraron esta relación, que por cada 45.4 gramos de aumento que tenga el peso corporal normal de un ave a las 18 semanas, se observa un aumento del casi 0.5 gramos en el tamaño del huevo. En 1989 Leeson y Summers demostraron que el tamaño del huevo durante la postura temprana parece estar nutricionalmente influenciado mayormente por la proteína dietética y por los niveles de energía.

Un estudio realizado en Indonesia (1990) evaluó el efecto de Fermacto y de una dieta control con diferentes niveles de proteína sobre el peso total de huevos producidos, las dietas control tenían niveles de proteína de 17 y 15%, la dieta suplementada con 0.05% de Fermacto un nivel de 16% de proteína. Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas en el aumento del peso total de huevos producidos entre los diferentes tratamientos.

Kavous Deshavarz (citado por Kreager, 1992) reportó que cuando se aumentó la proteína cruda de 17% a 22% en el alimento de pollas de peso ligero, el tamaño del huevo aumentó aproximadamente 1.0 gramos

En Canadá se evaluaron dos dietas con diferentes niveles proteicos 17 y 18%, y una dieta suplementada con 0.1% de Fermacto con 17% de proteína. La dieta control y la dieta suplementada con Fermacto con un nivel proteico de 17% presentaron datos similares; en cambio al comparar contra la dieta con 18% de proteína, la dieta suplementada mostró un aumento de 0.7 gramos por huevo producido.

En un estudio, Summers y Leeson (1983), el peso de huevos en pollas no fue afectado por el incremento en los niveles dietéticos de metionina, ácido linoleico o proteína suplementados por encima de los requerimientos establecidos.

La reducción de los niveles de aminoácidos limitantes en la dieta puede afectar el peso de huevos producidos de acuerdo a Morris y Gous (1988). Peterson (1983) observó que el peso de huevos se vio reducido al limitar el consumo de metionina a 270 mg/ave/d, comparado aves alimentadas con 300 mg/ave/d de metionina. Una revisión de 12 estudios indicó que cuando el nivel de aminoácidos limitantes es reducido por debajo del nivel requerido, la tasa de producción de huevos y el peso se veía reducido proporcionalmente. Esta reducción ocurría hasta que el peso de huevos disminuía cerca del 90% del peso máximo obtenido. Una reducción en los niveles de aminoácidos por debajo del punto de reducción del peso de huevos en un 90% solo afecta a la tasa de producción diaria, pero no al peso (NRC, 1994). Una excepción del efecto general lo constituye el triptófano, que al presentarse deficiencia de este no afecta el peso del huevo (Jensen, 1990).

Harms (1987) evaluó el efecto de metionina a nivel normal y limitado en una dieta control y otra suplementada con 0.05% de Fermacto, en los resultados obtenidos las dietas con nivel normal de metionina mostraron igual peso unitario de huevos (62.3 grs), en las dietas con niveles limitados de metionina la suplementación de Fermacto permitió un aumento en el peso de 1.3 grs por efecto de una mejor digestión del alimento, sin que estos valores fueran estadísticamente significativos.

## 2.2.6 Calidad de Cascarón.

La calidad del cascarón esta correlacionada con la edad de postura de las aves; la calidad se reduce al avanzar la edad de las ponedoras, y este efecto ocurre en todas las razas y líneas debido a dos factores: 1. La cantidad de calcio en la médula ósea declina con la edad del ave. 2. La cantidad de material de cascarón producido permanece constante durante el ciclo de postura; en contraste con el tamaño del huevo que incrementa conforme avanza el ave en edad, por lo que el material debe distribuirse sobre un área mayor (North y Bell, 1990).

Algunos investigadores han reportado que los esfuerzos en reducir el tamaño del huevo durante la etapa final del ciclo de postura limitando el consumo de proteína puede resultar en cascarones de mayor calidad. Este método debe ser aplicado con precaución porque puede afectarse la tasa de producción de huevos.

Un estudio realizado en Canadá evaluó el efecto sobre la calidad de cascarón de varias dietas con diferentes niveles de proteína; dos dietas control con 17 y 18% de proteína y una dieta con 17% de proteína suplementada con 0.1% de Fermacto mostró que la cantidad de huevos quebrados o de cascarón débil era mayor al aumentar el nivel de proteína, y la suplementación de Fermacto no tuvo ningún efecto sobre éste parámetro.

Otro factor que afecta la calidad del cascarón es el nivel de calcio y fósforo disponible al ave durante el ciclo de postura. Al principio del ciclo de postura el nivel de calcio requerido es mayor debido a la formación de cascarón. Es de particular importancia mencionar que un exceso de calcio disponible durante la producción de huevos es detrimental porque reduce el apetito. Por otro lado, resulta antieconómico la suplementación de calcio por encima de los requerimientos, porque el calcio adicional que el ave no utiliza es excretado en el material fecal (North y Bell, 1990).

En períodos de altas temperaturas, especialmente en el trópico, el consumo de alimento se reduce y el consumo diario de minerales puede ser menor de los óptimo. Este efecto puede compensarse al aumentar la suplementación de calcio y fósforo.

Gelil (1992) reportó que la suplementación de Fermacto a razón de 0.05, 0.1, y 0.15% en las dietas de ponedoras reducían el porcentaje de huevos quebrados en un 0.6% en comparación a una dieta control.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización y duración.

El presente estudio se llevó a cabo en un galpón costado abierto de la sección de Aves del Dpto. de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana, situada en el valle del Yeguary, a 32 Km. al oeste de Tegucigalpa, Honduras; a una altura de 800 msnm y bajo una precipitación media anual de 1105 mm distribuida en 7 meses (Mayo - Noviembre). El tiempo de duración del estudio fue de 28 semanas, empezando en Agosto de 1,995 hasta Marzo de 1,996.

#### 3.2. Animales

Se utilizaron para este estudio un total de 672 pollas de primera postura de la línea HyLine W-77 de la raza Leghorn Blanca de 18 semanas de edad, adquiridas en El Salvador. Las ponedoras fueron distribuidas y enumeradas con bandas en los tarsos, alojadas en 16 corrales experimentales de 2x3 metros, con una densidad de siete aves/m<sup>2</sup>; en un total de 42 pollas por corral asignadas aleatoriamente para cada tratamiento.

#### 3.3. Alimentación

La dieta que se utilizó para este estudio fue formulada bajo las especificaciones nutricionales de la línea Hy-Line W-77, con un contenido de 17% de proteína cruda (PC) y 2900 Kcal/kg de energía metabolizable (EM) para la I etapa comprendida de la semana 18 hasta la semana 36 de edad (Anexo 1); y una dieta con 16% PC y 2900 Kcal/kg EM para la II etapa comprendida de la semana 36 hasta la semana 52 de edad de las aves (Anexo 2). Los antibióticos que son normalmente suplementados a bajos niveles, fueron eliminados de todos los tratamientos de la dieta. El agua fue suplida *ad libitum*.

#### 3.4. Tratamientos

Se utilizaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Estos tratamientos consistían de una dieta control sin la adición de Fermacto y tres niveles diferentes de Fermacto adicionados a la dieta control:

T<sub>1</sub> = Dieta control sin Fermacto

T<sub>2</sub> = Dieta control con 0.1% de Fermacto adicionado

T<sub>3</sub> = Dieta control con 0.2% de Fermacto adicionado

T<sub>4</sub> = Dieta control con 0.4% de Fermacto adicionado

### 3.5. Diseño experimental

Para la asignación de los tratamientos se utilizó un diseño estadístico de Bloques completamente al Azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Para el análisis de datos se utilizó el Modelo Lineal General, del paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS<sup>®</sup>), versión 6.04.

### 3.6. Variables a medir

Los datos de producción se colectaron diariamente de la semana 18 hasta la 66, de edad. Los datos de consumo de alimento, gravedad específica, peso de huevos (en gramos), y el número de huevos con cascarones sucios y rajados se tomaron durante una semana cada 28 días.

Los datos de consumo de alimento se obtuvieron por diferencia del alimento ofrecido, previamente pesado, al inicio de la semana con el sobrante en el último día de la medición. Para realizar la medición de gravedad específica se utilizó como muestra el 50% de la producción diaria de cada corral durante siete días, y se le aplicó el método de flotación en distintas concentraciones salinas, que iban desde 1.068 hasta 1.100. Las concentraciones salinas se determinaron con un hidrómetro. Se estableció una concentración basal, y a partir de esta se prepararon las siguientes concentraciones, ya sea agregando agua o sal hasta obtener la gravedad específica deseada para cada una de ellas.

El dato de mortalidad fue recopilado diariamente. El número total de huevos por gallina y la eficiencia alimenticia fueron calculados de los datos obtenidos. También se tomaron los datos de temperatura y humedad relativa bajo las condiciones del valle del Yeguaré.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Producción de huevos.

La productividad se vió afectada por la adición de Fermacto a la dieta (Tabla 1). Se observó un mayor ( $P=0.01$ ) porcentaje de producción de huevos a favor de la dieta control sin Fermacto.

TABLA 1. Efecto de diferentes niveles de Fermacto sobre la producción de huevos, consumo de alimento, y conversión alimenticia.

| VARIABLES     | PRODUCCION<br>DE HUEVOS | CONSUMO DE<br>ALIMENTO | CONVERSION<br>ALIMENTICIA |                       |
|---------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
|               | (%)                     | (g/a/d) <sup>1</sup>   | (gH:gA) <sup>2</sup>      | (Kg/doc) <sup>3</sup> |
| 0% Fermacto   | 76.7 <sup>a</sup>       | 115.8                  | 0.471                     | 2.05                  |
| 0.1% Fermacto | 73.3 <sup>a</sup>       | 115.8                  | 0.470                     | 2.13                  |
| 0.2% Fermacto | 69.7 <sup>b</sup>       | 116.0                  | 0.457                     | 2.23                  |
| 0.4% Fermacto | 67.7 <sup>b</sup>       | 115.5                  | 0.467                     | 2.29                  |

1 (g/a/d) = gramos/ave/día.

2 (gH:gA) = gramos de huevo por gramo de alimento.

3 (Kg/doc) = kilogramo de alimento por docena de huevos.

Se observó que la producción de huevos tendía a decrecer a medida que se incrementaban los niveles de este producto en la dieta. Las dietas suplementadas mostraron producciones inferiores a la dieta control sin Fermacto al principio y a lo largo del ciclo de postura. Una explicación posible de los resultados obtenidos es que al aumentar la concentración de Fermacto en la dieta se aporta una mayor cantidad de fibra micelar rica en complejos de carbohidratos que son utilizados por las bacterias intestinales, esto implica que al aumentar la acción metabólica de estos microorganismos se dé una mayor cantidad de subproductos resultantes como el peróxido de hidrógeno produciendo un efecto reductor del pH del medio intestinal. Al modificarse el medio intestinal se dará una autoselección de grupos específicos de bacterias, modificándose a su vez la capacidad de aprovechamiento de la dieta. Un menor aprovechamiento de la dieta nos dará como resultado que las aves utilicen los nutrientes disponibles para llenar sus requerimientos fisiológicos basales en sacrificio de una mayor producción.

La Figura 1 muestra los porcentajes de producción semanal para cada tratamiento a lo largo del estudio.

Los datos observados en este estudio difieren con los resultados obtenidos por Maurice (1995), que no observó efecto sobre las tasas de producción en los diferentes tratamientos. Otros estudios citados difieren con los resultados de este estudio: Harms y Miles (1987), condujeron un estudio para determinar el efecto de la suplementación de Fermacto en dietas de ponedoras con diferentes niveles de metionina. Los resultados mostraron un incremento significativo ( $P < 0.05$ ) en la tasa de producción al adicionar Fermacto a la dieta basal y de igual forma al aumentar los niveles de metionina.

Gelil (1992) encontró que la suplementación de Fermacto (0.05, 0.10, y 0.15%) produjo incrementos significativos en la producción de las dietas suplementadas. Cabe mencionar que los incrementos decrecieron al aumentar los niveles de suplementación.

#### 4.2 Consumo de alimento.

No se encontraron diferencias significativas sobre este parámetro entre los tratamientos observados (Tabla 1). Los resultados concuerdan con Harms y Miles (1987), quienes no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento por efecto de los tratamientos, en dietas suplementadas con diferentes niveles de metionina (baja y normal) y 0.05% de Fermacto.

Los resultados observados por Salam y Sheheima (1993) difieren de los obtenidos en este estudio al encontrar que una dieta suplementada con 0.15% de Fermacto permitió consumos/ave (105.1 g/a/d) menores comparados con la dieta control (115.7 g/a/d); al mejorar la digestibilidad y absorción del alimento consumido por las aves por efecto de la suplementación. Gelil (1992), coincide con Salam y Sheheima (1993) al demostrar que la suplementación de Fermacto a diferentes niveles (0.05, 0.1, y 0.15%) mejora la digestibilidad del alimento permitiendo consumos significativamente menores en aves suplementadas. Un estudio realizado por Maurice (1995) presenta valores significativos para una tasa menor de consumo en aves suplementadas con 0.1% de Fermacto y diferentes niveles de proteína. Las aves alimentadas con dietas con niveles bajos de proteína consumieron mas alimento como evidencia de una baja conversión alimenticia.

#### 4.3 Conversión alimenticia.

La suplementación de Fermacto en la dieta (0.1, 0.2, y 0.4%) no tuvo efecto sobre este parámetro, sin embargo, cabe mencionar que las dietas suplementadas mostraron valores de mayor consumo de alimento por docena de huevos que el valor observado para la dieta control (Tabla 1). Los resultados observados difieren de los obtenidos por Gelil (1992), quien observó una mayor conversión alimenticia en las aves suplementadas con Fermacto. Acorde con los resultados de Gelil (1992), Harms y Miles (1987), obtuvieron una conversión alimenticia significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) influenciada por la adición de

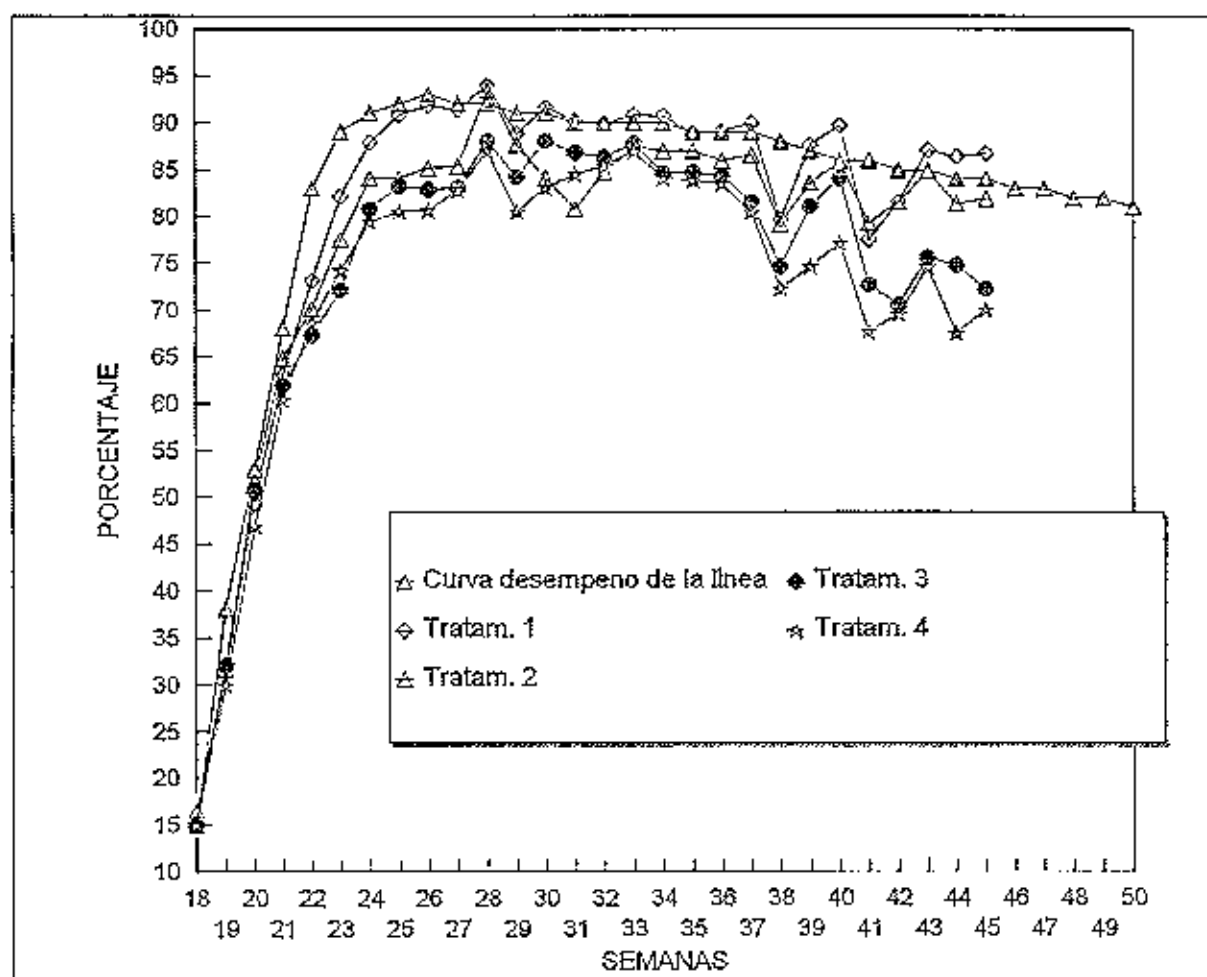


Figura 1. El efecto de Fermacto sobre la Producción de huevos en las primeras 28 semanas del ciclo de postura.

Fermacto a la dieta basal, y a su vez por el aumento en el nivel de metionina suplementada. Al medir la conversión alimenticia en base a gramos de huevos/gramos de alimento se observaron valores similares entre los tratamientos. No obstante las diferencias entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas.

#### 4.4 Mortalidad.

Para éste parámetro los resultados observados en este estudio no mostraron diferencias entre tratamientos ni una tendencia definida (los datos no se muestran en las tablas). Nuestros resultados concuerdan con Salam y Sheheima (1993) quienes no encontraron diferencias significativas en los valores de mortalidad entre los tratamientos.

Annop (1991) encontró que al suplementar Fermacto en 0.15% se daba una reducción significativa en la tasa de mortalidad de 22% bajo condiciones de estrés ambiental.

Durante el desarrollo del presente estudio no se presentaron fluctuaciones de temperatura extrema que afectaran las tasas de mortalidad.

#### 4.5 Calidad del huevo.

##### 4.5.1 Peso del huevo.

Se observó un menor peso del huevo ( $P=0.01$ ) en las dietas suplementadas con Fermacto en relación a la dieta control (Tabla 2). Maurice (1995) difiere con estos resultados al no encontrar efecto de los tratamientos sobre éste parámetro. Gelil (1992) tampoco obtuvo diferencias en el peso de los huevos en los tratamientos evaluados. No obstante, Harms y Miles (1987) observaron incrementos significativos al adicionar Fermacto a la dieta base ( $P<0.05$ ). Este parámetro mostró aumentos al incrementar el nivel de metionina en la dieta. La interacción entre la suplementación de Fermacto y los niveles de proteína fue significativa como resultado de una mayor respuesta a la adición de Fermacto que a la suplementación de metionina.

TABLA 2. Efecto de diferentes niveles de Fermacto sobre peso de huevos, gravedad específica, huevos sucios y rajados, y total de huevos por ave.

| VARIABLES    | PESO DE HUEVOS<br>(GRS) * | GRAVEDAD<br>ESPECIFICA | HUEVOS Q/S/R <sup>1</sup><br>(%) | TOTAL HUEVOS<br>(H/A) <sup>2</sup> |
|--------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0%Fermacto   | 53.8 <sup>a</sup>         | 1.080                  | 0.54                             | 156                                |
| 0.1%Fermacto | 52.7 <sup>b</sup>         | 1.078                  | 0.62                             | 149                                |
| 0.2%Fermacto | 51.8 <sup>b</sup>         | 1.076                  | 0.79                             | 144                                |
| 0.4%Fermacto | 52.4 <sup>b</sup>         | 1.080                  | 3.79                             | 140                                |

1 Q/S/R. = huevos quebrados, sucios y rajados.

2 H/A = huevos por ave.

\* ( $P=0.01$ )

El haber obtenido un Peso del huevo menor en las dietas suplementadas puede ser un efecto de un menor aprovechamiento del alimento como consecuencia de un desbalance a nivel intestinal ocasionado por la reducción del pH del tracto.

#### 4.5.2 Gravedad específica.

Referente al parámetro de gravedad específica, se observó que los valores promedio obtenidos fueron similares para todos los tratamientos evaluados (Tabla 2). Maurice (1995) concuerda con los resultados al encontrar que los tratamientos suplementados (0.2%) no influenciaron los valores de gravedad específica.

#### 4.5.3 Huevos sucios y rajados

En relación al porcentaje de huevos quebrados, sucios y rajados se observó un aumento proporcional a la concentración de Fermacto en la dieta, la cual no fue estadísticamente significativa (Tabla 2). Estos resultados difieren a los valores encontrados por Gelil (1992), quien observó una disminución estadísticamente significativa en el porcentaje de huevos quebrados al aumentar los niveles de Fermacto. No hay referencia de otros estudios al efecto de Fermacto sobre la incidencia de huevos sucios o rajados.

## VI. CONCLUSIONES

1. La suplementación de la dieta con Fermacto disminuyó en forma estadísticamente significativa la Producción y el peso de los huevos en relación a la dieta control, en forma proporcional a la concentración del suplemento en la dieta.
2. La suplementación de Fermacto en la dieta no afectó los parámetros de Consumo de alimento, Conversión alimenticia, Gravedad específica, Huevos sucios, y Mortalidad en relación a los controles.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar separadamente el efecto de Fermacto en un período previo y posterior al pico de postura, para determinar la fase óptima del inicio de la suplementación.
2. Evaluar el efecto de Fermacto como suplemento en dietas con niveles limitantes tanto energéticos como proteicos para determinar a que nivel la suplementación tiene efectos positivos.

## VIII BIBLIOGRAFIA

- Austic, R.E.; Nesheim, M.C. 1990. Poultry production. 13 ed. New York, EUA. Lea & Febiger. p.172-195.
- Ensminger. 1980. Poultry science. 2nd ed. Illinois, USA. The Interstate printers & Publishers. p.174-176.
- Kreager, K. 1993. Boletín técnico: Obteniendo el mejor tamaño del huevo en clima cálido. West Des Moines, Iowa, USA. Hy-line international. 4p.
- Lesson, S.; Summers, J.D. 1991. Commercial poultry nutrition. Ontario, Canada. University books. p.98-119.
- North, M.O.; Bell, D. 1990. Commercial chicken production manual. 4 ed. New York, USA. The AVI publishing company. p.360-362, p.657-690.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9 rev ed. Washington, USA. National Academy Press. p.19 + 26.
- Stadelman, W.J.; Cotterill, O.J. 1977. Egg science and technology. 2 ed. Westport, Connecticut: USA. The AVI publishing company. p.31-35.
- Williams, W. 1992. Boletín técnico: Nutrición de la ponedora de huevos blancos moderna. West Des Moines, Iowa, USA. Hy-line international. 4p
- Jurgens, M. 1993. Animal feeding and nutrition. 7 ed. Dubuke, Iowa, USA. Kendall - Hunt publishing company. p.294 - 295.
- Wright, C. 1994. Honduras: una avicultura creciente. Industria Avícola (EUA). 41(9): 12 - 18.
- Fermacto: nutritional supplement for poultry. s.f. Elgin, Illinois, USA. Pet-Ag Inc. 4p.
- Fermacto. ¿1994?. Elgin, Illinois, USA. Pet-Ag Inc. s.p.
- Chapman, J.D. s.f. Probiotics, acidifiers and yeast cultures: a place for natural additives in pigs and poultry production. In Animal feeds biological additives. Proceedings (19., 1989). Sydney, Australia. University of Sydney, Post graduate committee in veterinary science. p. 63 - 77.

- Gonzalez, E.A.; Llamas, G.; Shimada, A.S. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. D.F., Mexico. Sistemas de Educación continua en Producción animal en México. p.117 - 122.
- Orapin, A. 1992. Referido por Fermacto (1994).
- Gelil, A. 1992. Referido por Fermacto (1994).
- Annop, K. 1991. Referido por Fermacto (1994).
- Harms, R.H; Miles, R.D. 1988. Referido por Fermacto (1994).

## **IX. ANEXOS**

## Anexo 1. Dieta para gallinas en fase I de postura.

| INGREDIENTES        | (%)   |
|---------------------|-------|
| Maíz                | 63.42 |
| Harina de soya      | 20.24 |
| Harina de carne     | 5     |
| Biofos              | 0.48  |
| Carbonato de calcio | 7.97  |
| Sal                 | 0.35  |
| Aceite vegetal      | 2.2   |
| Premezcla ponedoras | 0.23  |
| D-L metionina       | 0.09  |

\*\* Los valores de la dieta son dados en base de 100 lbs.

## Análisis calculado para la dieta de gallinas en fase I de postura.

| NUTRIENTE                          |       |
|------------------------------------|-------|
| Energía metabolizable <sup>1</sup> | 2,900 |
| Proteína (%)                       | 17    |
| Calcio (%)                         | 3.6   |
| Fósforo <sup>2</sup> (%)           | 0.45  |
| Sodio (%)                          | 0.215 |
| Cloro (%)                          | 0.291 |
| Metionina (%)                      | 0.4   |
| Cistina (%)                        | 0.276 |
| Lisina (%)                         | 0.946 |

1. Kcal/Kg.

2. Fósforo disponible.

## Anexo 2. Dieta para gallinas en fase II de postura.

| INGREDIENTES        | (%)   |
|---------------------|-------|
| Maiz                | 65.79 |
| Harina de soya      | 17.77 |
| Harina de carne     | 5     |
| Biofos              | 0.27  |
| Carbonato de calcio | 8.47  |
| Sal                 | 0.35  |
| Aceite vegetal      | 2     |
| Premezcla ponedoras | 0.23  |
| D-L metionina       | 0.09  |

\*\* Los valores en la dieta son dados en base de 100 lbs.

## Análisis calculado para la dieta de gallinas en fase II de postura.

| NUTRIENTES                         |       |
|------------------------------------|-------|
| Energía metabolizable <sup>1</sup> | 2,900 |
| Proteína (%)                       | 16    |
| Calcio (%)                         | 3.75  |
| Fósforo <sup>2</sup> (%)           | 0.4   |
| Sodio (%)                          | 0.214 |
| Cloro (%)                          | 0.291 |
| Metionina (%)                      | 0.39  |
| Cistina (%)                        | 0.261 |
| Lisina (%)                         | 0.873 |

1. Kcal/Kg.

2. Fósforo disponible

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Producción de huevos y Consumo de alimento en aves de postura.

| FUENTE         | G.L. | PRODUCCION DE HUEVOS | CONSUMO DE ALIMENTO |
|----------------|------|----------------------|---------------------|
| Modelo         | 35   | 1,007.96             | 1,227.97            |
| Tratamiento    | 3    | 377.44               | 1                   |
| Error          | 60   | 27.55                | 98.18               |
| C.V.           |      | 7.3                  | 8.55                |
| R <sup>2</sup> |      | 0.95                 | 0.87                |
| Valor F (trat) |      | 5.8                  | 0.01                |
| Probabilidad   |      | 0.01**               | 0.99 n.s.           |

\*\* valor estadísticamente significativo a un  $\alpha < 0.01$ .

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Conversión alimenticia.

| FUENTE          | G.L. | FCONK <sup>1</sup> | FCONG <sup>2</sup> |
|-----------------|------|--------------------|--------------------|
| Modelo          | 35   | 0.98               | 0.02               |
| Tratamiento     | 3    | 0.25               | 0.001              |
| Error           | 60   | 0.12               | 0.001              |
| C.V.            |      | 16.13              | 8.74               |
| R <sup>2</sup>  |      | 0.82               | 0.88               |
| Valor F (trat.) |      | 1.32               | 0.67               |
| Probabilidad    |      | 0.31 n.s.          | 0.58 n.s.          |

1. Kg. de alimento/docena de huevos.

2. Gramos de huevo/gramos de alimento.

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable  
Peso de huevos y Mortalidad.

| FUENTE          | G.L. | PESO DE HUEVOS | MORTALIDAD |
|-----------------|------|----------------|------------|
| Modelo          | 35   | 176.44         | 0          |
| Tratamiento     | 3    | 16.82          | 0          |
| Error           | 60   | 1.8            | 0          |
| C.V.            |      | 2.54           | 370.32     |
| R <sup>2</sup>  |      | 0.98           | 0.32       |
| Valor F (trat.) |      | 7.11           | 0.52       |
| Probabilidad    |      | 0.005**        | 0.67 n.s.  |

\*\* valor estadísticamente significativo a un  $\alpha < 0,01$

Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable  
Gravedad específica y huevos sucios.

| FUENTE          | G.L. | GRAVEDAD<br>ESPECIFICA | HUEVOS SUCIOS |
|-----------------|------|------------------------|---------------|
| Modelo          | 35   | 0                      | 0.005         |
| Tratamiento     | 3    | 0.00005                | 0.005         |
| Error           | 60   | 0.00004                | 0.004         |
| C.V.            |      | 0.58                   | 459.32        |
| R <sup>2</sup>  |      | 0.7                    | 0.4           |
| Valor F (trat.) |      | 1.26                   | 1.03          |
| Probabilidad    |      | 0.33 n.s.              | 0.41 n.s.     |