

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE TRES FORMAS DE SUPLEMENTACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE**



**HENRY TURCIOS SAMAYOA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2002**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE TRES FORMAS DE SUPLEMENTACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFECTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE**



**HENRY TURCIOS SAMAYOA**

**AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADEMICO DE:**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE 2002**

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

<b>DECANO:</b>	<b>Dr. Mario Llerena</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Lic. Robin Ibarra</b>
<b>VOCAL I:</b>	<b>Lic. Carlos Saavedra</b>
<b>VOCAL II:</b>	<b>Dr. Fredy Gonzáles</b>
<b>VOCAL III:</b>	<b>Lic. Eduardo Spiegel</b>
<b>VOCAL IV:</b>	<b>Br. Juan Pablo Nájera Rosales</b>
<b>VOCAL V:</b>	<b>Br. Luz Francisca Garcia</b>

**ASESORES**

**Dra. Beatriz Santizo**  
**Lic. Carlos Saavedra**  
**Lic. Vinicio De la Rosa**  
**Lic. Enrique Corzantes**

## TESIS QUE DEDICO

### **A DIOS Y A LA SANTÍSIMA VIRGEN:**

Por darme la fortaleza espiritual para llegar al final de mi carrera e iluminarme en mi vida.

### **A MIS PADRES:**

Raymundo Turcios y Alicia Samayoa de Turcios: que sirva este triunfo como un pequeño aporte a tanto esfuerzo realizado.

**A MIS HERMANOS:** Marvin, Vivi y Bily. Por su apoyo y cariño en mi vida

**A MIS ABUELOS.** Papalago, Mamachenta, Papamemo y a Mamaconcha (QEPD)

**A MI CUÑADA:** Betty Turcios

**A MI SOBRINA:** Beberly Sofía

**A MIS TIOS Y TIAS:** en especial a tia Antoñita, tia Lina y Arnoldo.

**A MIS PRIMOS:** especialmente a Tonito, Armindo, Yapi, Ariel y Elmer.

**CON ESPECIAL CARIÑO A:** Maria Celeste y a Tita-abejita.

**A MIS COMPAÑEROS:** gracias por su amistad en especial a Gabriel, Walfre, Josecarlos, Pablo, Alejandra, Jorge y vania.

### **A MIS CATEDRÁTICOS, EN ESPECIAL A LOS PROFESIONALES :**

Hugo Peñate, Hugo Pérez, Geovanny Avendaño, Raúl Villeda, Beatriz Santizo, Isidro Miranda, Aldo Azzari, Mario Llerena, Vinicio De la Rosa, Blanca Zelaya, Robin Ibarra, Miguel Angel Gutiérrez, Chacho Muñoz, Charly Saavedra, Quique Corzantes, Luis Corado.

**A MIS ASESORES:** Dra. Beatriz Santizo      Lic. Carlos Saavedra  
Lic. Vinicio De la Rosa      Lic. Enrique Corzantes

Muchas, muchísimas gracias por sus valiosos aportes a cada uno de ustedes, en especial a Charly por su paciencia y dedicación en el presente estudio.

A Los Ingenieros Marvin Turcios y David Villatoro, Gracias por su colaboración en el presente estudio.

A la Universidad De San Carlos De Guatemala, y a la Facultad De Medicina Veterinaria y Zootecnia.

A la cooperativa VERALAC R.L. especialmente al Cnel. Cecilio Peláez y a la familia Turcios López.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura se ha vuelto la más intensiva de todas las ramas de producción animal, requiriendo una planeación y manejo exactos. Más del 60% de la proteína animal que se consume en Guatemala proviene de la avicultura, en nuestro país ésta constituye el 8% del producto interno bruto agropecuario; la producción de carne es de 152,727,272 kilos por año. El consumo *per capita* de carne de ave de granja alcanza los 12.72 kilos, siendo este mayor que el consumo de carne de res y cerdo conjuntamente. (\*)

El mal olor es uno de los principales problemas dentro de los sistemas de producción avícola el cuál es producido por la liberación de amoníaco dentro de los galpones, ocasionando molestias a los trabajadores, ambiente y repercutiendo en la salud de los pollos.

EM es la abreviación para microorganismos efectivos los cuales son considerados como una solución para la mejora productiva y disminución del amoníaco en las heces. Estos se caracterizan por ser una mezcla de varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaerobios, que son ampliamente usados en varias formas, entre éstas se encuentra su aplicación en la agricultura, en salud y producción animal. Estudios preliminares han encontrado mejoras en la condición del confort del pollo y la retención del nitrógeno en el organismo del animal, lo cual permite una disminución del amoníaco en las heces, lo que las hace menos contaminantes al medio ambiente.

Lo anterior indica que es indispensable realizar estudios locales evaluando la alternativa tecnológica con el uso de EM. Por lo mismo el presente estudio se pretende contribuir a la búsqueda de soluciones para eficientizar la producción de carne de pollo, evaluando el efecto que tiene la aplicación de los microorganismos efectivos por medio de su suplementación a través del agua de bebida, en el alimento balanceado y en forma combinada.

---

(\*) Hofman, E. 2001. Producción y consumo per capita de pollo de engorde. Guatemala. ANAVI. (comunicación personal).

## INDICE

### Página

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1 General	3
	3.2 Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 El problema del mal olor en los galpones para avicultura	4
	4.2 Medicina de amoníaco	4
	4.3 Descripción de microorganismos efectivos	5
	4.4 Composición	6
	4.5 Usos de EM	6
	4.6 Modo de acción	7
	4.7 Preparación	8
	4.8 EM en avicultura	9
V.	MATERIALES Y METODOS	11
	5.1 Localización	11
	5.2 Materiales	11
	5.3 Manejo del experimento	11
	5.4 Preparación y manejo de las dietas	12
	5.5 Concentración de amoníaco	13
	5.6 Tratamientos y diseño experimental	14
	5.7 Variables medias	14
	5.8 Análisis de datos	15
	5.9 Análisis económico	15
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
	6.1 Consumo de alimento	16
	6.2 Ganancia de peso	17
	6.3 Conversión alimenticia	17
	6.4 Mortalidad	18
	6.5 Concentración de amoníaco	19
	6.6 Análisis económico	20
VII.	CONCLUSIONES	23
VIII.	RECOMENDACIONES	24
IX.	RESUMEN	25
X.	BIBLIOGRAFÍA	27

## INDICE DE CUADROS

	<b>página</b>
Cuadro 1. Composición bromatológica del alimento balanceado fermentado y sin fermentar	13
Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre las variables de Consumo de alimento, Ganancia de peso y Conversión alimenticia	19
Cuadro 3. Efecto de la variable concentración de amoniaco en partes por millón por tratamiento	20
Cuadro 4. Resumen de los ingresos y egresos en los cuatro tratamientos	21
Cuadro 5. Relación Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados	21
Cuadro 6. Índice de rentabilidad Ingalls-Ortíz por tratamiento	22

## **II. HIPÓTESIS**

La aplicación de diferentes formas de suplementación de microorganismos efectivos en pollos Arbor Acres, afecta significativamente el rendimiento productivo.

La concentración de amoníaco en la cama se ve afectada cuando se suplementa con microorganismos efectivos en pollos Arbor Acres.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

Aportar información sobre el uso de probióticos en explotaciones avícolas con el fin de mejorar la productividad y minimizar el impacto ambiental.

#### **3.2 Específicos:**

- Evaluar el efecto de la suplementación de microorganismos efectivos en el alimento balanceado, en el agua de bebida y en forma combinada, en términos de consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad.
- Establecer si la suplementación con microorganismos efectivos afecta la concentración de amoníaco en la cama en los distintos tratamientos.
- Evaluar económicamente los diferentes métodos de suplementación de microorganismos efectivos a través de la relación beneficio/costo

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 El problema de mal olor en los galpones para avicultura**

El mal olor es uno de los principales problemas que confrontan los sistemas de producción avícola intensiva en galpones. La formación de amoníaco ha sido atribuida a la descomposición microbiana del ácido úrico en las excretas. Investigaciones acerca del efecto que tiene el amoníaco sobre las aves muestran que es responsable de reducciones en las tasas de crecimiento, reducción en la eficiencia del aprovechamiento del alimento, reducción en la producción de huevos, daños en el tracto respiratorio, incremento en la susceptibilidad a enfermedades. Por ésta razón, se recomienda que los niveles de amoníaco no excedan de 25 ppm. En la práctica, los animales son comúnmente expuestos a niveles por encima de 50 ppm e incluso tan altos como 200 ppm. Los humanos detectamos los niveles de amoníaco por encima de 25 ppm y la máxima concentración que podemos tolerar es 100 ppm por ocho horas continuas. Varias estrategias se han utilizado para reducir los niveles de amoníaco en los galpones. La más común es la ventilación, reemplazando aire de adentro por aire de afuera, esto representa un problema para los avicultores en la época lluviosa, cuando la ventilación necesita ser reducida para evitar una excesiva pérdida de calor, el efecto de condensación especialmente en invierno humedece los tramos, favoreciendo la liberación de amoníaco. Está técnica además, no reduce la cantidad de amoníaco liberada en la vecindad y en el ecosistema total. (Wood, M. ; 1998).

### **4.2 Medición de amoníaco**

El sistema GASTEC para la detección de gases permite medir en forma rápida y sencilla la concentración, a niveles muy bajos, de una gran diversidad de gases. La detección y medición se determina a través de tubos detectores. El principio de operación es por medio de cada tubo detector contiene una cantidad precisa de los reactivos apropiados, contenidos en un tubo de vidrio de diámetro

interior constante, sellado herméticamente por ambos extremos. Para hacer la medición, se rompen los extremos del tubo detector. El sistema de reactivos dentro del tubo detector reaccionará de inmediato con el gas a medir de la muestra, desarrollando una coloración específica dentro del tubo detector, a partir del extremo donde entra la muestra. La concentración del gas se muestra en el punto de cambio de color en el reactivo.

#### **4.3 Descripción de microorganismos efectivos (EM)**

EM es la abreviación para el término *Microorganismos Efectivos* es una mezcla de grupos de microorganismos que tienen una acción reanimante en animales, humanos y el ambiente natural, Se sabe que no es tóxico y que se ha venido utilizando por muchos años y los centros de investigación han determinado que si es ingerido por accidente no causa problema, en muchos países que se está utilizando EM, existen algunos donde se ha autorizado y juzgado como un brebaje apropiado. (Higa, T. ; 1995)

El cultivo de EM no contiene ningún microorganismo modificado genéticamente. EM es una entidad viviente, fue desarrollado por Dr. Teruo Higa en Japón. EM es un líquido inoculante microbial conteniendo 80 microbios pertenecientes a cinco familias, 10 géneros, es un líquido sencillo para manipular, sin riesgo para la salud, es un producto no inflamable, es de reactividad estable. (SCD (Sustainable Community Development); 2000c). En cuanto a sus ingredientes no contiene ingredientes peligrosos, no representa peligro para humanos, animales o plantas su apariencia y olor es un líquido café suave de pH en solución de 3.5. en general se describe como un producto seguro y sin ningún riesgo de salud para el humano. Los microorganismos incluidos en EM se encuentran en la naturaleza en cualquier parte del mundo. (APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network); 1995a).

#### **4.4 Composición**

EM está compuesto por bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, Actinomycetos y hongos fermentadores.

Cada especie de Microorganismo Efectivo tienen una importante función, las bacterias fotosintéticas son el eje de la actividad, soportan actividades de otros microorganismos, por otro lado las bacterias fotosintéticas pueden utilizar sustancias producidas por otros microorganismos, este fenómeno se llama *Coexistencia y coprosperidad*. (APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network); 1995b).

#### **4.5 usos de EM**

Existe una gran cantidad de usos, son muy usados como un arma biológica contra enfermedades y gérmenes. según Wood, M (2000) EM puede ser introducido en el sistema productivo como un aditivo probiótico en el agua de bebida, como un aditivo probiótico a la dieta y como un aditivo al agua asperjada para limpieza.

Los microorganismos efectivos son usados para el procesamiento de alimentos y comida animal fermentada. Por esto son totalmente seguros para seres humanos y animales. (Masaki, S; (s.f) y Masaki; Tabora. ; 1999) .

Por su parte Botero, R. (s.f). reporta los siguientes usos:

- Es usado para reducir la contaminación ambiental
- Evitar la contaminación del agua
- Reducir la mano de obra requerida en el lavado de los alojamientos para animales.
- Reducir los malos olores
- Mejorar el confort animal.
- Obtener un producto más en el sistema.

Higa, T. (1995), reporta en forma muy resumida, los siguientes usos:

- Ampliamente usados en agricultura y forestería
- Problemas ambientales
- Usados en construcción

- Control de plagas y enfermedades
- Producción de abono orgánico de alta calidad

#### **4.6 Modo de acción**

EM elimina olores por la acción dominante de la ecología microbial con organismos que sacan provecho del camino fermentativo y de ahí se tiene el resultado de que no se producen gases olorosos, se ha encontrado que EM es efectivo como probiótico.

Las sustancias bioactivas benéficas producidas por los microorganismos tienen un aspecto en común: son antioxidantes, el efecto de estas sustancias es prevenir la oxidación de la materia y de los cuerpos vivientes. Por esta razón juegan un papel importante, ya que todos los tipos de materia en la tierra vivos o no, se deterioran por el proceso de oxidación. Si se consideran las enfermedades, también pueden ser identificadas como un proceso de oxidación causando un mal funcionamiento en los órganos del cuerpo. (Higa, T.; 1995)

Los microorganismos como bacterias siempre están trabajando, algunas mejoran otras dañan la salud, hay dos procesos en progreso creando un balance constructivo y destructivo en el ambiente natural, dependiendo en las fuerzas naturales, los microorganismos anfitriones ambos en crecimiento enfermos o recobrando salud. El rol de los microorganismos efectivos es inducir los constructivos, revitalizando procesos. (Higa, T.; 1994)

Estudios citados por Wood, M. (1998) demuestran que EM mejora la microflora intestinal, por lo que la salud también mejora y el mal olor disminuye, el consumo de EM mejora la salud del ave porque los microorganismos benéficos compiten contra la microflora patogénica en el tracto digestivo. El mejoramiento en el desempeño del ave gracias al uso de EM puede ser una consecuencia de tener a los animales viviendo en un ecosistema más saludable.

#### 4.7 Preparación

Como EM es un producto microbiano multi-propósito se puede cultivar suministrando ingredientes para aumentar el volumen.

##### MATERIALES

EM1	1-10%
Melaza	1-10%
Agua	80-98

El EM se activa mezclando previamente una parte del EM1, con la proporción indicada de melaza y agua corriente sin clorar, se mezcla y se introduce a un contenedor sin que halla entrada de aire. Después de una semana, cuando el pH de la solución está menos de 4 el EM activado está listo (APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network); 1995b).

La suplementación de EM en el alimento es por medio de alimento fermentado llamado Bokashi, que es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada” (Masaki; Tabora.; 1999).

Como sustratos para la inoculación de EM se utiliza afrecho de arroz, afrecho de trigo, harina de maíz, melaza y agua. También puede utilizarse como sustrato afrecho de trigo o inocularlo en alimento balanceado, lográndose la proliferación de los microorganismos efectivos y preparándose así el alimento fermentado. La cantidad de agua, que se añade depende de la humedad contenida en los materiales usados, deben humedecerse los ingredientes sin que drene. Para la elaboración de bokashi anaeróbicamente se debe suministrar y mezclar los ingredientes sólidos. Disolver la melaza en agua (1:1000), Agregar EM1 a la solución de melaza con agua. Verter la mezcla de EM sobre la materia orgánica y mezclar bien, no debe existir escurrimiento con el exceso de agua, el contenido de humedad debe estar entre 30-40%. Esto se puede verificar al comprimir el producto en la mano, al comprimirlo una vez, debe quedar como una unidad sencilla sin desmoronarse, sin embargo, al tocarlo con el dedo se debe desmoronar fácilmente. Colocar la mezcla en una bolsa que no permita el movimiento de aire, se coloca dentro de otra bolsa de plástico negro, ésta se coloca en un lugar que no le pegue la luz directamente, el periodo de fermentación es de 15-30 días. El EM bokashi anaerobio está listo para ser utilizado cuando

emita un olor dulce fermentado. El EM bokashi debe ser utilizado rápidamente luego de su preparación si se hace necesario guardarlo, se debe dispersar sobre piso de cemento, secarlo en la sombra y luego colocarlo en bolsas plásticas. (Masaki; Tabora.; 1999). Para su aplicación debe de mezclarse el bokashi de 1-5% en el alimento, o rociar el bokashi en el alimento diariamente. (APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network); 1995a).

#### **4.8 EM en avicultura**

Según reportes de (APNAM (Asia-Pacific Natural Agriculture Network); 1995a) algo de los más importantes valiosas contribuciones de EM a la industria avícola es su efecto desodorizante dentro de encierros para operaciones de avicultura.

AGRITON (1999a). reporta el uso de EM en granjas animales en adición al agua de bebida y en el alimento para pollos, resultando en una completa eliminación de los olores asociados con la producción. Un estudio con 18000 pollos midiendo el efecto de EM1 y bokashi evaluando el crecimiento de pollos, las necesidades de antibióticos, medicinas, vacunaciones y adición de vitaminas dio como resultado patas fuertes: esto es muy importante porque usualmente los pollitos sufren un poco de patas débiles, esto dificulta que obtengan comida y bebida, los pollos fueron saludables y presentaron menos enfermedades. Estudios citados por Wood, M. (1998) reportan que al suplementar con EM se reduce las concentraciones de amoníaco en los galpones en un 42.12%, el uso de alimento fermentado con EM redujo las concentraciones de amoníaco en un 54.25% y la combinación de las dos técnicas redujo las concentraciones de amoníaco en un 69.7%. Un estudio con 30,000 pollos la concentración de amoníaco de las excretas no tratadas con EM fue de 256 ppm, mientras que la concentración en las aves que recibieron 1% de alimento fermentado se redujo a 36 ppm. Evaluando EM en 500000 pollos demostró que el promedio de mortalidad de las aves cayó de 6.4% a 2.9% con EM dentro del sistema.

Un estudio usando EM por dos años reportado por SCD (Sustainable Community Development) (2000b) muestra un incremento en la tasa de

conversión alimenticia y un incremento en el aumento de peso diario, el peso promedio de los pollos al momento del envío subió de 2.68 kg a 2.9 kg. EM fue suministrado en el agua de beber una vez a la semana y asperjado dentro y fuera del galpón antes de meter los pollos. Un estudio después de 45 días de tratamiento con EM en pollos comerciales de un día, peso vivo 2004 gramos para pollos que recibieron EM en el agua de beber, 1978 gramos para pollos que recibieron alimento fermentado con EM y 1690 gramos de los pollos control.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Localización:

El estudio se llevó a cabo en la aldea San Juan municipio de Salamá, Baja Verapaz a 145 Km. de la ciudad capital, con una temperatura media anual de 24°C, precipitación pluvial media anual de 855 mm a una altura de 940 msnm y una humedad relativa del 74.73%. esta zona se encuentra según Cruz (1981), dentro de la zona de vida Bosque Seco Subtropical.

### 5.2 Materiales

- 200 pollos de un día de edad, de la variedad Arbor Acres, procedentes de un mismo lote de producción.
- 854 Kg. de alimento balanceado para pollo de engorde
- galpón experimental
- pesa de reloj
- 0.5 litros de microorganismos efectivos cepa EM1
- papel pH como medidor de acidez y alcalinidad
- termómetro
- comederos tipo tolva
- bebederos de pomo
- rodetes de metal
- cortinas
- cama de viruta y aserrín
- cal viva
- desinfectante a base de Amonio cuaternario

### 5.3 Manejo del experimento

Antes de trasladar los pollitos se realizó una limpieza y desinfección de las instalaciones, galera y equipo. Se hicieron 20 apartados dentro del galpón de 1.10 metros cuadrados cada uno. Cada división albergó 10 animales. Se utilizó viruta como cama. La primera semana de vida permanecieron todas las aves bajo las mismas condiciones, se les dio manejo tradicional, temperatura y ventilación

controlada, concentrado iniciador y azúcar en el agua de bebida. Se vacunó a los 8 y a los 21 días de edad con la vacuna contra New Castle cepa LaSota vía ocular. Se determinó la concentración de microorganismos del sustrato usado en el experimento así como la composición bromatológica del alimento balanceado fermentado y sin fermentar.

El inicio del experimento se efectuó a partir de la segunda semana de vida de las aves, evitando con esto que la mortalidad sucedida en la criadora no fuera por factores ajenos a los tratamientos.

#### **5.4 Preparación y manejo de las dietas**

Se preparó alimento fermentado de la siguiente forma: se inocularon EM1(microorganismos efectivos cepa original) usando como sustrato alimento balanceado, se mezclaron los ingredientes y se introdujeron en bolsa doble de polietileno y se almacenaron, se mantuvo en fermentación por 22 días. El alimento fermentado se secó en el piso, a la sombra y luego se almacenó en bolsas de polietileno. Ésta preparación se mezcló con el alimento balanceado en una proporción del 3% de alimento fermentado con 97% de alimento balanceado. Todas las dietas fueron balanceadas isoprotéicas e isocalóricas de acuerdo a las etapas inicio y finalización.

Para la suplementación en el agua de bebida se procedió a mezclar 10% de EM1 con 10% de melaza, disuelto en 80% de agua sin clorar, luego se mezcló y por último se selló el recipiente plástico, manteniendo un ambiente anaerobio, el resultado de éste fermento se mezcló en el agua de bebida a razón de 1:2500 a los lotes con los tratamiento respectivos.

La composición del alimento balanceado utilizado con y sin fermentar fue la siguiente:

**Cuadro 1. Composición bromatológica del alimento balanceado fermentado y sin fermentar**

Parámetro	Fermentado	Sin fermentar
Proteína	21.2%	21%
Grasa	5.05%	5.00%
Fibra	3.56%	4%
Minerales	6.61%	6.33%
Calcio	1.12%	1.17%
Fósforo	0.64%	0.60%

La concentración microbiológica del alimento fermentado fue de 250,000 UFC, mientras que el EM fermentado para suplementar en el agua de bebida se determinó una concentración de 240,000 UFC/ml.

### **5.5 Concentración de amoníaco**

Para determinar la concentración de amoníaco, se utilizó el test Gastec de Sensidyne®, el cual consiste en la detección y medición de gases por medio de tubos detectores. El principio de operación es por medio de cada tubo de vidrio de diámetro interior constante el cual contiene una cantidad precisa de los reactivos apropiados, cada uno está sellado herméticamente por ambos extremos. Para hacer la medición, se rompe el extremo del tubo detector, el sistema de reactivos dentro del tubo reacciona de inmediato con el gas a medir, desarrollando una coloración específica a partir del extremo donde entra la muestra, la concentración del gas se muestra en el punto de cambio de color en el reactivo. Se realizaron medidas en cada unidad experimental, las mediciones se hicieron a nivel del piso, para obtener las partes por millón de amoníaco liberadas, permaneció cada tubo de medición de amoníaco por un lapso de 4 horas, luego de tomada la lectura se dividió dentro de las horas de prueba.

## **5.6 Tratamientos y diseño experimental**

Para el presente estudio, se utilizó el diseño experimental completamente al azar, constando de cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental constó de diez pollos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Tratamiento testigo, agua y alimento balanceado según la etapa, sin EM.
2. Tratamiento, donde se ofreció agua sin EM y alimento fermentado con EM en el alimento balanceado.
3. Tratamiento, agua con EM en el agua de bebida en relación 1:2500 y alimento balanceado.
4. Tratamiento, agua con EM y alimento fermentado con EM mezclado en el alimento balanceado según cada etapa.

## **5.7 Variables medidas:**

1. Consumo de alimento: que se estimó determinando el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. (g/ave)
2. Ganancia de peso: tomando el incremento de peso por ave durante el experimento. (g/ave)
3. Conversión alimenticia: mediante la relación entre alimento consumido y aumento de peso por ave. (g/ave)
4. Mortalidad: estimando las aves muertas al final del levante en los distintos lotes. (porcentaje)
5. Concentración de amoníaco: determinándose en la cama en los distintos lotes. (ppm)

## 5.8 Análisis de datos

Para el presente estudio, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA), para cada una de las fases, tanto la fase de iniciación como de finalización independiente para cada una de las variables medidas, al existir diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de medias de Tuckey.

El modelo estadístico correspondiente al diseño utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta para la ij-ésima unidad experimental.

$M$  = media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

## 5.9 Análisis económico

Se calculó la mejor forma de suplementación por medio del análisis de la metodología de la relación beneficio/costo, así mismo se realizó el análisis Ingalls-ortíz (IOR) para medir la eficiencia económica por tratamiento.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Consumo de alimento

En cuanto al consumo de alimento, el Cuadro 2 muestra los resultados obtenidos durante el estudio en los tres tratamientos y en el grupo testigo. Al realizar el análisis de varianza a la variable consumo de alimento, se encontraron diferencias estadísticas significativas, ( $P < 0.05$ ) El tratamiento II presentó mayor consumo de alimento, siendo estadísticamente igual al tratamiento IV, sin embargo éste último presentó un consumo estadísticamente similar al tratamiento testigo, siendo el tratamiento III el que presentó menor consumo de alimento.

Esto tiene concordancia con estudios anteriores realizados por Hussain, T. (2000). En donde se determina una diferencia en consumo de alimento, habiendo un mayor consumo en el grupo en donde se suplementó EM en el alimento y en el grupo en donde se suplementó EM en el agua de bebida, resultó en un consumo estadísticamente menor.

Higa (s.f.) expone que EM se comporta en una forma bioquímicamente desconocida y está sujeto a investigación. Presuntamente esto se debe al efecto probiótico que el alimento causa en el organismo del ave. Los microorganismos tienen la habilidad de descomponer la materia orgánica y liberar sustancias solubles benéficas como aminoácidos, azúcares, alcoholes y compuestos orgánicos similares, estos son absorbidos por el organismo y realizan el crecimiento del animal.

## 6.2 Ganancia de peso

El análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), tal como lo muestra el Cuadro 2. A pesar de no encontrarse diferencias, se observó una ventaja de 2.93% (70.72 g) del tratamiento III en relación al grupo testigo.

Estos resultados coinciden con estudios anteriores, tal es el caso el ensayo realizado por Incion (1996) citado por Hussain, T.; (2000) en donde no se encontraron diferencias entre el grupo testigo y donde se suplementó EM. De igual forma el mismo autor cita a Chantsavang *et al* (1995) y Watchangkul (1999) en donde no hubieron diferencias entre el grupo testigo y en los grupos en donde se suplementó con EM. Por su parte Safalaoh, A. y Smith G. (1999). No encontraron diferencias significativas en ganancia de peso al suplementar con EM en cualquier forma.

Wood, M. (2002) expone que esto se debe a que EM es un proceso biológico y toma tiempo, por lo tanto en cuanto mayor sea el tiempo que se aplique EM se esperan mejores resultados. En Estados Unidos se han encontrado los mejores resultados entre los 3 y 6 levantes. Sin embargo, es preciso mencionar que en el experimento se observaron tendencias en donde se notó mejoras en ganancia de peso en las últimas semanas, pero esto no fue significativo al analizar los datos en un sentido global al finalizar el experimento.

## 6.3 Conversión alimenticia

El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), tal como lo muestra el Cuadro 2. En el tratamiento III se encontraron los mejores resultados, dicho tratamiento fue estadísticamente superior comparado a los demás tratamientos.

Estos resultados coinciden con los citados por Hussain, T. (2000) como por Kumar, D. (1999) y Cho, Y. (1995) ambos señalan diferencias en convertibilidad alimenticia habiendo una respuesta positiva al suplementar con microorganismos efectivos. SCD (Sustainable Community Development) (2000a), y EMRO (Effective Microorganisms Research Organization) (2001) describen que la suplementación con EM en la dieta de pollos de engorde resulta en una mejor convertibilidad. Por su parte Wood (1998) señala que esta mejoría puede estar relacionada debido a que EM incrementa el coeficiente de nitrógeno aprovechado por el animal. La inoculación del tracto gastrointestinal de las aves hospeda aproximadamente 40 especies de microorganismos, la flora juega un papel importante en el proceso de digestión. Enzimas bacterianas sintetizan compuestos que contribuyen a la nutrición del ave y a una mejor asimilación de la dieta.

El Cuadro 2 muestra los índices de conversión alimenticia para cada uno de los tratamientos.

#### **6.4 Mortalidad**

En cuanto a la variable respuesta mortalidad, el porcentaje de mortalidad fue de 2% en todos los tratamientos. En este sentido es pertinente mencionar que la época de mayor riesgo de mortalidad es la primera semana de vida, en donde sucedió dicho porcentaje de mortalidad, éste lapso de tiempo estuvo fuera del periodo de experimentación.

**Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre las variables de Consumo de Alimento, Ganancia de Peso y Conversión Alimenticia.**

*Tratamientos*

Variable	Tratamiento I (Testigo)	Tratamiento II (EM en alimento)	Tratamiento III (EM en agua)	Tratamiento IV (EM en el agua y en el alimento)	Pr > F
Consumo de alimento (g/ave)	4234.62 bc	4358.02 a	4177.61 c	4308.64 ab	0.0167
Ganancia de peso (g/ave)	2342.79 a	2354.99 a	2413.51 a	2344.21 a	0.3757
Conversión alimenticia	1.8075 b	1.8505 b	1.7309 a	1.8379 b	0.0578

\* Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

### 6.5 Concentración de amoníaco

El análisis de varianza no detectò diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) tal como lo muestra el Cuadro 3. los resultados mostraron 36.334 ppm para el tratamiento I, 33.240 ppm para el tratamiento II, 29.918 ppm para el tratamiento III y 35.334 ppm para el IV tratamiento. A pesar de no haber diferencias estadísticas en el estudio, se pudo observar que la inclusión de EM en el agua redujo los niveles de amoníaco en un 17.65%. Según Wood M. (2002) EM es un proceso biológico y toma tiempo por lo tanto si la tecnología EM se usa por un tiempo prolongado es más factible encontrar mejores resultados en este aspecto. Estos valores están encima de los parámetros recomendados, de acuerdo a Wood. (1998). los niveles de amoníaco dentro de los galpones no deben ser mayores a 25 ppm, aunque lo más común es que los animales sean expuestos a niveles por encima de 50 ppm incluso tan altos como 200 ppm lo que tiene como consecuencia en una reducción de la tasa de crecimiento, reducción en la eficiencia del aprovechamiento del alimento.

**Cuadro 3. Efecto de la variable Concentración de amoníaco en partes por millón por tratamiento**

Variable	Tratamiento I (testigo)	Tratamiento II (EM en el alimento)	Tratamiento III (EM en el agua)	Tratamiento IV (EM en el agua y EM en el alimento)	Pr > F
Concentración de amoníaco (ppm)	36.334 <sup>a</sup>	33.240 <sup>a</sup>	29.918 <sup>a</sup>	35.334 <sup>a</sup>	0.8532
Reducción de amoníaco respecto al grupo testigo (%)		8.51%	17.65%	2.75%	

\* Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

## 6.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se consideraron los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivaron de la venta de las aves al final del experimento como se describe en el Cuadro 4, El tratamiento III fue el que mejor rendimiento económico presentó, pues presentó un costo total menor y un beneficio neto superior.

**Cuadro 4. Resumen de los ingresos y egresos en los cuatro tratamientos**

Indicador económico	Tratamiento I (Testigo)	Tratamiento II (EM en el alimento fermentado)	Tratamiento III (EM en el agua)	Tratamiento IV (EM en el agua más EM en el alimento fermentado)
Peso final (Kg)	117.16	120.19	117.77	117.23
Precio kg/pie en venta. Q.	8.80	8.80	8.80	8.80
Ingreso bruto Q..	1031.00	1057.67	1036.73	1031.62
Costo total Q	670.00	694.21	654.79	691.63
Beneficio Neto Q.	361.00	363.46	381.94	339.99

El Cuadro 5 muestra el análisis beneficio/costo para cada tratamiento, se puede determinar que el mejor tratamiento fue el tratamiento III (la relación beneficio/costo es satisfactoria al ser mayor a 1) en donde se suplementó EM en el agua de bebida, expresando el mayor índice de relación beneficio/costo.

**Cuadro 5: Relación Beneficio/costo de los tratamientos evaluados**

Tratamientos	Ingresos	Egresos	Relación Beneficio/costo
Tratamiento I (testigo)	1032.24	670.00	1.54
Tratamiento II (EM en el alimento)	1058.98	694.21	1.52
Tratamiento III (EM en el agua)	1037.62	659.64	1.57
Tratamiento IV (EM en el agua y EM en el alimento)	1032.87	691.63	1.49

En el Cuadro 6 se muestra el índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (IOR)

(IOR = Ingreso total / costos de producción x Factor de ajuste) como un parámetro que mide la eficiencia económica en cada tratamiento, por medio del mismo puede determinarse que el tratamiento III (EM en el agua) fue el que mejor rendimiento económico presentó obteniendo la mayor utilidad contable en el ciclo productivo.

**Cuadro 6. Índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz por tratamiento**

Tratamiento	Ingreso Total	Costo de producción	Índice Ingalls-Ortiz (IOR)
I (Testigo)	1031.01	975.89	1.05
II (EM en el alimento)	1057.67	1011.15	1.05
III (EM en el agua)	1036.37	960.80	1.08
IV (EM en el agua y EM en el alimento)	1031.62	1007.39	1.02

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se concluye que:

- 1 Para la variable consumo de alimento, se detectaron diferencias estadísticas, el tratamiento II (EM en el alimento) presentó el mayor consumo.
- 2 Para la variable ganancia de peso no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.
- 3 Para la variable conversión alimenticia se encontraron diferencias estadísticas, resultando el tratamiento III (EM en el agua) con el mejor índice de conversión alimenticia.
- 4 En cuanto a porcentaje de mortalidad, no se encontraron diferencias entre los tratamientos.
- 5 La inclusión de EM en el agua de bebida redujo la concentración de amoníaco en un 17.65% respecto al grupo testigo.
- 6 Económicamente sí es factible suplementar microorganismos efectivos en la dieta de pollos de engorde. Los mejores resultados se obtuvieron al suplementar EM en el agua de bebida.

## VIII RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda usar EM en el agua de bebida por presentar una mejor conversión alimenticia y mejores resultados económicos.
- 2 Evaluar dosis de aplicación de microorganismos efectivos para encontrar los mejores resultados dentro de una misma forma de suplementación.
- 3 Dado que EM es un proceso biológico ascendente, se recomienda evaluar el efecto de microorganismos efectivos en un tiempo de tres o más levantes.
- 4 Evaluar el efecto de EM en aves de postura.
- 5 Continuar estudios evaluando otras variables como calidad de la carne a fin de ampliar los efectos de EM en avicultura.

## **IX RESUMEN**

**TURCIOS S, H. 2002.** Evaluación de tres formas de suplementación de microorganismos efectivos en pollos de engorde. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 27 p.

Palabras claves. Pollos de engorde, microorganismos efectivos, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, concentración de amoníaco.

El presente estudio se llevó a cabo en la aldea San Juan ubicada dentro del municipio de Salamà, departamento de Baja Verapaz, caracterizado como Bosque Seco Subtropical. El propósito fue determinar el efecto de diferentes formas de suplementación de microorganismos efectivos (EM) sobre las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, concentración de amoníaco y evaluar económicamente los resultados.

La evaluación se realizó durante con una semana, de aclimatación o adaptación de las aves y 5 semanas de experimentación, realizando toma de datos semanalmente. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones, la unidad experimental fue de 10 pollos, los tratamientos evaluados fueron testigo, EM en el alimento fermentado, EM en el agua de bebida y EM en el agua más EM en el alimento.

Los resultados obtenidos demuestran que la suplementación en forma de agua de bebida tuvo efecto significativo en la variable conversión alimenticia y económicamente mostró los mejores resultados.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente estudio desde el punto de vista económico y productivo se recomienda el uso de microorganismos efectivos en el agua de bebida, así como continuar estudios en este tema.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- AGRITON. 1999a. Effects of beneficial micro-organisms (EM). Noordwolde. Tomado de Internet:  
<http://www.agriton.nl/emroneed/html>
- . 1999b. Influence of EM1 on growth and quality of broilers. Noordwolde. Tomado de Internet:  
<http://www.agriton.nl/higareview.html>
- APNAN (Asia Pacific Natural Agriculture Network). 1995a. The APNAM user's manual EM nature farming guide. Tucson, AZ. 33 p.
- . 1995b. EM Application Manual for APNAM countries. Tomado de Internet. Tomado de Internet:  
<http://www.agriton.nl/apnanman.html>
- BOTERO, R. (s.f). Aplicaciones de los microorganismos efectivos (EM). Costa Rica. EARTH. 7p.
- CHO, Y. 1995. Raising broiler using EM treated feed in Korea. Proceedings Of the fourth conference on Effective microorganisms (EM). Edited by Sharifuddin H.A. and Sangakkara U.R.. Thailand, s.n. p. 98-99.
- CRUZ S, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala nivel de reconocimiento, según sistema Holdrige. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 42 p.
- EMRO (Effective Microorganisms Research Organization). 2001. Report on two projects using EM. Trad. Por Judi O'Brien. San José Costa Rica, s.n. 26 p.
- HIGA, T. 1994. An earth saving revolution. Trad. por Anja Kanal. Japan. Sumark publishing. 367 p.
- . 1995. Que es tecnología EM? Trad. por Giancarlo Sansonetti. Japón. Universidad de Ryukus, Facultad de agricultura. 6 p.
- . 1996. An earth saving revolution II. Trad. por Anja Kanal. Japan. Sunmark Publishing. 335 p.
- . (s.f). Aplicación de los Microorganismos Efectivos (EM) en la Producción Sostenible. Trad. por Giancarlo Sansonetti. Japón. Universidad Ryukus. 8p.

- HUSSAIN, T. 2000. EM bibliography. Pakistan, University of Agriculture. 25 p.
- KUMAR, B. 1999. Effective microorganisms (EM) for animal production. . Edited by Senanayake D. And Sangakkara. Nepal, Institute of agriculture and animal science. 8 p.
- MASAKI, S. (s.f) Activación de EM1. Costa Rica. EARTH. 3p.
- MASAKI; TABORA. 1999. producción de bokashi para agricultura orgánica en trópicos. Costa Rica. EARTH. 10p.
- SAFALAOH, A.; SMITH, G. 1999. Effective microorganisms (EM) as an alternative to antibiotics in broiler diets: Effect on broiler growth performance, feed utilisation and serum cholesterol. Edited by Senanayake D. And Sangakkara U. Department of animal and wildlife sciences. University of pretoria, South Africa. 6 p.
- SENSIDYNE GAS DETECTOR TUBES & ACCESSORIES. 2001.  
<http://www.sensidyne.com/Tube/TubesProduct.htm>
- SCD (Sustainable Community Development). 2000a. Odor Control and Waste Management in Livestock Operations using Effective Microorganisms (EM). Columbia. Tomado de Internet:  
<http://www.emtrading.com/em/htmlpapers/livestock.html>
- . 2000b. Poultry production and research using EM technologies. Missouri. Tomado de Internet:  
<http://www.emtrading.com/em/htmlpapers/poultryrepf.html>
- . 2000c. material safety data sheet. Missouri. Tomado de Internet:  
<http://www.emtrading.com/em/emdata.html>
- WOOD, M. 1998. Aplicaciones de la tecnología EM en la industria avícola. Missouri. 11 p.
- WOOD, M. 2000. Nature Farming and Effective Microorganisms (en línea). Arkansas, ATTRA. Tomado de Internet.  
<http://www.attra.org/attra-pub/farmscape.html>