

## UTILIDAD DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES (EM®) EN UNA EXPLOTACIÓN AVÍCOLA DE CÓRDOBA: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y CONTROL AMBIENTAL.

### UTILITY OF EFFECTIVE MICROORGANISMS EM® IN AN AVIAN FARM OF CORDOBA: PRODUCTIVES PARAMETERS AND ENVIROMENTAL CONTROL.

Deiver Hoyos H,<sup>1</sup> MVZ, Nelson Alvis G,<sup>2</sup> Ph.D, Leonel Jabib R,<sup>1</sup> MVZ, Marina Garcés B,<sup>1</sup> MVZ, Dalis Pérez F,<sup>3</sup> Bacterióloga, Salim Mattar V,<sup>1</sup> Ph.D.

<sup>1</sup>Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Ciencias Pecuarias. Montería, Colombia. <sup>2</sup>Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Económicas. Cartagena, Colombia. <sup>3</sup>Fundases-Minuto de Dios, Cartagena, D.T. Correspondencia: mattarsalim@hotmail.com

Recibido: Enero 10 de 2008; Aceptado: Julio 18 de 2008

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar la utilidad de los microorganismos eficaces (EM®), en los parámetros productivos, económicos y manejo ambiental de los pollos de engorde. **Materiales y métodos.** En la granja tecnificada de la Universidad de Córdoba, se realizó un estudio de tipo experimental controlado con asignación aleatorizada para evaluar dos tratamientos en dos lotes de pollos, con seis repeticiones para cada sexo en ambos tratamientos, para un total de 24 unidades experimentales observadas durante 35 días. Se utilizaron los EM® que contenían bacterias y levaduras (*Lactobacillus casei* 10<sup>3</sup>UFC/ml, *Sacharomyces cerevisiae* 10<sup>3</sup>UFC/ml, *Rodhospseudomona palustres* 10<sup>3</sup>UFC/ml) a concentraciones mayores a 100.000 UFC/ml de solución. Se evaluaron los parámetros productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad acumulada, comportamiento económico y la utilidad de los EM® en la reducción de la carga de coliformes totales presentes en la cama de los pollos. **Resultados.** Se encontró que los EM® mejoraron los parámetros productivos de las aves machos como ganancia de peso, índice de conversión y mortalidad. Los EM® lograron reducir la carga de coliformes totales presentes en el ambiente de los pollos de engorde. La relación beneficio–costo el tratamiento con EM® generó menor costo de producción y una mayor utilidad neta con 8.3% mayor que en el lote control sin EM®. **Conclusiones.** Por primera vez en Colombia se demostró la utilidad de los EM® en la ganancia de peso, mejora en el índice de conversión alimenticia, reducción de la tasa de mortalidad y mejoras en la condición ambiental de las aves machos manejadas en forma tecnificada. El análisis económico con los EM® mostró un menor costo de producción y una mayor utilidad neta con un 8.3%.

**Palabras clave:** Pollos, microorganismos eficaces, producción, probiótico, ambiente, Córdoba, Colombia.

## ABSTRACT

**Objective.** To evaluate the efficiency of effective microorganisms (EM<sup>®</sup>), in environmental management and on production and economic parameters of broiler chickens. **Materials and methods.** A study of type assignment randomized controlled trial to evaluate two treatments in two batches of chickens with six replicates for each sex in each treatment, for a total of 24 experimental units observed for 35 days. We used EM<sup>®</sup> containing lactic acid bacteria and yeasts (*Lactobacillus casei* 10<sup>3</sup>CFU/ml, *Sacharomyces cerevisiae* 10<sup>3</sup>CFU/ml, *Rhodopseudomonas palustris* (10<sup>3</sup>CFU/ml), photosynthetic, fungi and actinomycetes fermenters, (a mixture of beneficial bacteria) at concentrations greater than 100,000 CFU/ml of solution. We evaluated production parameters including weight gain, feed conversion, cumulative mortality, economic performance and utility of EM<sup>®</sup> in reducing the burden of total coliforms present in the bedding of chickens. **Results.** After five weeks of study the EM<sup>®</sup> significantly improved production parameters (weight gain, conversion rate, mortality) in male birds. Female birds did not significantly respond to treatment with respect to weight gain or feed conversion rate but their mortality rate was significantly lower. The los EM<sup>®</sup> reduced the burden of total coliforms present in the environment of broiler chickens. The cost-benefit ratio of the EM<sup>®</sup> treatment generated a lower production cost and greater economic value. **Conclusions.** For the first time in Colombia, we demonstrated the utility of EM<sup>®</sup> in weight gain, improved feed conversion rate, reduction of mortality, and improvements in the environmental condition of male birds under technical handling. The economic analysis of EM<sup>®</sup> use showed lower production costs and an improvement of profits of 8.3%.

**Key words:** Chickens, effective microorganisms, production, probiotic, environment, Cordoba, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

En Colombia hay 2996 granjas avícolas de tipo comercial, de las cuales 1870 se dedican al engorde de pollos y cuentan con 9441 galpones con aproximadamente 34.875.723 pollos (1).

La última meta de la producción agropecuaria sostenible, acorde con el consejo nacional de investigación y otras fuentes, es desarrollar sistemas agropecuarios que sean productivos, rentables, conservadores de energía, ambientalmente sanos, preservadores de los recursos naturales y que aseguren alimento sano y de calidad, lo cual depende ampliamente de las prácticas que los productores realicen (2).

En la industria avícola la forma intensiva de producción de los pollos de engorde, hace que los productores afronten retos encaminados a mejorar el impacto ambiental, la condición sanitaria y productiva de las aves. En favor de estos aspectos la biotecnología pone a disposición de los

avicultores los microorganismos eficaces (EM<sup>®</sup>). Estos microorganismos son un cultivo mixto líquido de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Sacharomyces spp*, actinomicetos y hongos fermentadores), obtenidos de la naturaleza y sin modificación genética, capaces de coexistir entre sí lo cual genera efectos positivos para un medio ambiente en equilibrio y un buen estado sanitario y ambiental en la producción agropecuaria (2-4). Los EM<sup>®</sup> justifican su uso debido a la necesidad de contrarrestar el impacto sanitario y ambiental que deprime la productividad del pollo, de esta forma el sector avícola puede afrontar en forma competitiva, eficiente y sostenible, los requerimientos de un mercado globalizado.

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar los parámetros productivos, económicos y de saneamiento ambiental del pollo de engorde a través de la utilización de los EM<sup>®</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Definición de microorganismos eficaces (EM®).** Los EM® (de la traducción del inglés, Effective Microorganism) hacen parte del desarrollo biotecnológico del investigador japonés Teruo Higa (2). Los EM® son un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros y que ayudan a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que se encuentran en el entorno, con efectos positivos sobre la salud y bienestar del ecosistema, estas bacterias normalmente se encuentran en la naturaleza, algunas son aeróbicas y otras anaeróbicas (2-4). Los EM® son una mezcla de bacterias y levaduras (*Lactobacillus casei* 10<sup>3</sup>UFC/ml, *Sacharomyces cerevisiae* 10<sup>3</sup>UFC/ml, *Rodhospseudomonas palustris* 10<sup>3</sup>UFC/ml) en concentraciones mayores a 100.000 UFC/ml de solución, se encuentran en estado de latencia y se denominan EM®-1. Para activar el EM®-1, se mezclan en 18 litros de agua pura, 1 litro de EM®-1 mas un litro de melaza, se fermentan en ausencia total de oxígeno a temperatura entre 20°C y 28°C durante dos semanas.

**Tipo de estudio.** Se realizó un estudio de tipo experimental controlado con asignación aleatorizada para evaluar dos tratamientos en dos lotes de pollos, con seis repeticiones para cada sexo en ambos tratamientos, para un total de 24 unidades experimentales observadas durante 35 días.

**Localización.** El estudio se realizó en la unidad experimental del programa de avicultura de la Universidad de Córdoba, con sede en Berastegui, municipio de Ciénaga de Oro, departamento de Córdoba, con una temperatura promedio de 28°C, humedad relativa del 90%, precipitación anual de 1156mm y una altura de 50 msnm.

**Población y muestra.** Se utilizaron 1296 pollos (*Gallus gallus*) de engorde seguidos desde un día de edad hasta su etapa final de 35 días de edad, de línea comercial Hybro, previamente sexados.

Los pollitos fueron alojados y distribuidos, en un galpón de 40 m de largo por 8 m de ancho del cual se utilizaran sus extremos, uno para un lote de pollos llamado control (tratamiento sin EM®) y el otro extremo para el lote de pollos llamado experimental (tratamiento con EM®). El galpón se dividió en su parte central con una cortina gruesa de plástico que separó a lo ancho y alto el área, y sirvió de aislamiento entre los dos grupos de estudio. Se analizaron dos lotes de 648 aves que a la vez se subdividieron en machos y hembras con seis repeticiones de 54 pollos para cada sexo, para un total de doce repeticiones para cada lote. De estos dos lotes, uno se manejó como control (sin EM®), el cual no recibió microorganismos eficaces en el agua de bebida ni aspersiones sobre la cama. El otro lote se le denominó experimental (con EM®), el cual recibió diariamente microorganismos eficaces en el agua de bebida y por aspersión directa sobre las camas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto EM®. Para su aplicación como probiótico en el agua de bebida de pollos de engorde se realizó así:

Edad del pollo	Cantidad del producto
Semana 1	1 L de EM® / 2.000 L de agua
Semana 2-5	1 L de EM® / 1.000 L de agua

Además de la adición del EM® en el agua de bebida, el lote experimental recibió aspersiones directamente sobre las camas mediante bomba de espalda, una sola vez al día y durante todo el ciclo productivo. Se empleó una dosis única de un litro de EM® más 19 L de agua para un área de 300 m<sup>2</sup>. El lote o tratamiento con EM® tenía de un área 100 m<sup>2</sup>, por lo cual se necesitaron 350 ml de EM® diarios, diluidos en agua hasta completar 7 L de la solución; el área del lote testigo fue igual a la anterior.

El agua de bebida de ambos lotes de pollos no recibió ningún tipo de tratamiento con productos germicidas.

El manejo de los pollos de engorde se realizó bajo las normas rutinarias para este tipo de

explotación en el trópico colombiano, como: plan nutricional de tres raciones así preinicio, inicio y engorde, inmunoprofilaxis contra *Gumboro* y *Newcastle*, densidad de 9 pollos/m<sup>2</sup>, bioseguridad con aseo y desinfección previos a la entrada de los lotes.

### **Recolección, procesamiento y análisis de la información.**

**Parámetros productivos.** Diariamente y durante cinco semanas, se registró la información de cada unidad experimental relacionada con consumo de alimento, mortalidad y descartes, para analizar al final de cada semana los parámetros productivos y por último el parámetro económico.

**Ganancia de peso de los pollos de engorde.** Se pesaron con una sola báscula para ambos tratamientos, tomando una muestra mínima  $\geq 10\%$  de la población avícola de cada unidad experimental. Se analizó el comportamiento de la tasa de mortalidad para cada tratamiento experimental. Se estableció con relación al comportamiento de consumo de alimento y la ganancia de peso, el desempeño en la conversión alimenticia para cada unidad experimental. Se determinó la relación beneficio - costo que existió entre los dos tratamientos para estimar si había una mayor utilidad al utilizar microorganismos eficaces en la producción de pollos de engorde.

**Cuantificación de coliformes totales en la cama de los pollos de engorde.** Se analizó la utilidad de los microorganismos eficaces para reducir la carga de coliformes totales presentes en la cama de los pollos de engorde, esto se hizo de la siguiente manera: durante la fase experimental de los tratamientos (35 días), se hicieron tres análisis microbiológicos, el primero a los 18, el segundo a los 25 y el tercero a los 35 días, se hizo un análisis para cada tratamiento, que tenía doce unidades experimentales (seis de machos y seis de hembras). Para cada tratamiento se tomaron muestras representativas de cama o pollinaza depositándolas con ayuda de una espátula en una bolsa plástica limpia, para homogenizarla y obtener un *pool* de cama o pollinaza. Las muestras fueron trasladadas

en un tiempo no mayor de 10 min al Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT) donde se pesaron 10 g de cada muestra y se diluyeron en 90 ml de agua peptonada y se hicieron diluciones dobles seriadas hasta obtener una dilución de  $10^{-5}$ . De estas diluciones se hicieron cultivos, inoculando 0,2 ml de la dilución en agar MacConkey, se incubaron a una temperatura de 37°C durante 24 h, para el recuento de unidades formadoras de colonias por mililitro en la dilución.

**Análisis de los resultados.** Los datos fueron integrados a una base de datos creada en la hoja electrónica de Excel® 2003. Esta base de datos fue procesada para el análisis descriptivo y posteriormente llevada al paquete estadístico S.P.S.S en el que se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de comparaciones múltiples de medias, y se visualizaron las diferencias mediante gráficas de cajas de Tukey. Los aspectos microbiológicos se presentaron en forma descriptiva y comparativa entre los dos tratamientos, así como el análisis económico entre ambos tratamientos. Para efectos del análisis fueron considerados tres grupos: machos, hembras y ambos sexos (mixtos). Además, los resultados se ilustraron en tablas y figuras correspondientes.

## **RESULTADOS**

Valorados los tres parámetros productivos, el control ambiental de coliformes totales y el respectivo análisis económico al final de la quinta semana en los grupos observados (machos y hembras), distribuidos con base en el tratamiento, se observó lo siguiente:

**Ganancia de peso.** Se observó una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el peso de los machos tratados con EM® de 120,4 g (5.4%); una diferencia no significativa ( $p > 0.05$ ) en el peso de las hembras tratadas con EM® de - 45.8 g (-2.4%) (Tabla 1).

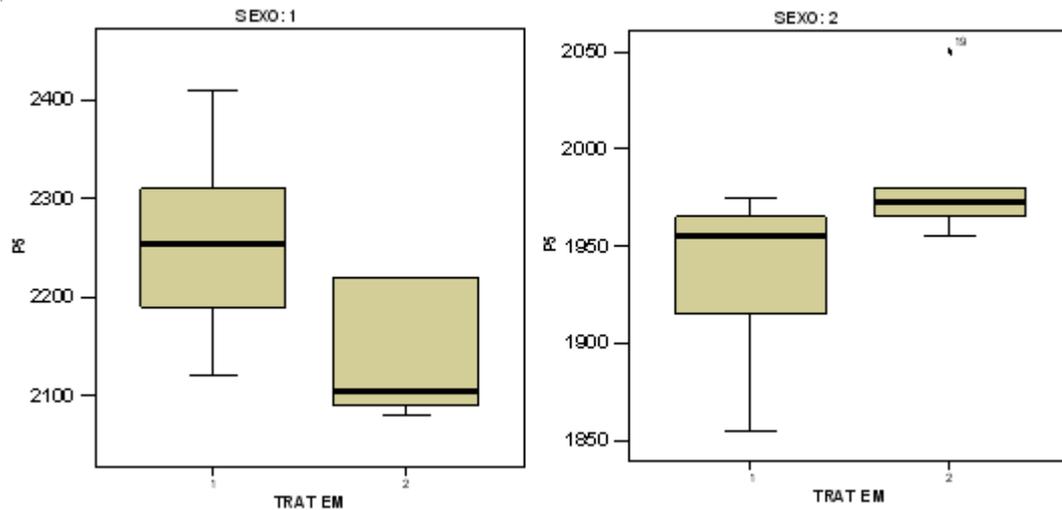
Para un nivel de significación del 95%, la valoración de las diferencias en los

**Tabla 1.** Comportamiento semanal de parámetros productivos por sexo para la ganancia de peso.

VARIABLE	sem	MACHOS			HEMBRAS		
		CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF	CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF
<b>Peso</b>	1	168.5	162.5	6.0	167.3	161.0	6.3
	2	474.0	490.8	- 16.8	471.0	479.2	-82
	3	943.7	977.3	- 33.7	893.5	904.2	-10.7
	4	1.628.5	1.605.8	22.7	1.424.5	1.420.2	4.3
	5	2.256.7	2.136.3	120.4	1.936.7	1.982.5	-458

pesos mediante el análisis de varianza y por pruebas sensibles de medias a través de cajas de Tukey para machos y hembras con y sin EM<sup>®</sup> reveló que en los machos existe una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), mientras que en las hembras las diferencias no fueron significativas (Figura 1).

**Conversión alimenticia.** Se observó una diferencia en el índice de conversión alimenticia a favor de los machos tratados con EM<sup>®</sup> de -0.11; en el grupo de las hembras no se observaron diferencias significativas en la conversión (Tabla 2).



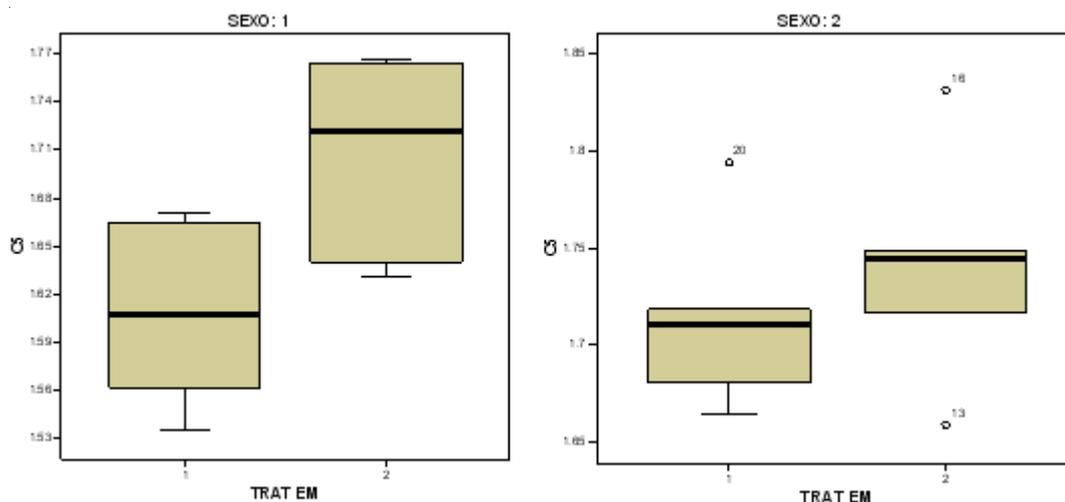
**Figura 1.** Diferencias en el peso en machos y hembras con y sin EM<sup>®</sup> al final de la quinta semana.

**Nota:** sexo 1 = machos, sexo 2 = hembras; Tratamiento 1= con EM<sup>®</sup>, tratamiento 2 = sin EM<sup>®</sup>

**Tabla 2.** Comportamiento semanal de parámetros productivos por sexo para el índice de conversión alimenticia.

VARIABLE	sem	MACHOS			HEMBRAS		
		CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF	CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF
<b>Conversión</b>	1	1	1.1	-0.2	0.9	1.1	-0.2
	2	1.2	1.3	-0.1	1.2	1.3	-0.1
	3	1.5	1.5	0	1.5	1.5	0
	4	1.5	1.6	-0.1	1.6	1.7	-0.1
	5	1.6	1.71	-0.11	1.71	1.74	-0.03

Para un nivel de significación del 95%, la valoración de las diferencias de la conversión mediante el análisis de varianza y por pruebas sensibles de medias a través de cajas de Tukey, el ANOVA para machos y hembras con y sin EM<sup>®</sup> revela que en los machos existió una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), mientras que en las hembras las diferencias no fueron significativas ( $p > 0.05$ ) (Figura 2).



**Figura 2.** Diferencias en la conversión en machos y hembras con y sin EM al final de la quinta semana.

**Nota:** sexo 1 = machos, sexo 2 = hembras; Tratamiento 1= con EM<sup>®</sup>, tratamiento 2 = sin EM<sup>®</sup>

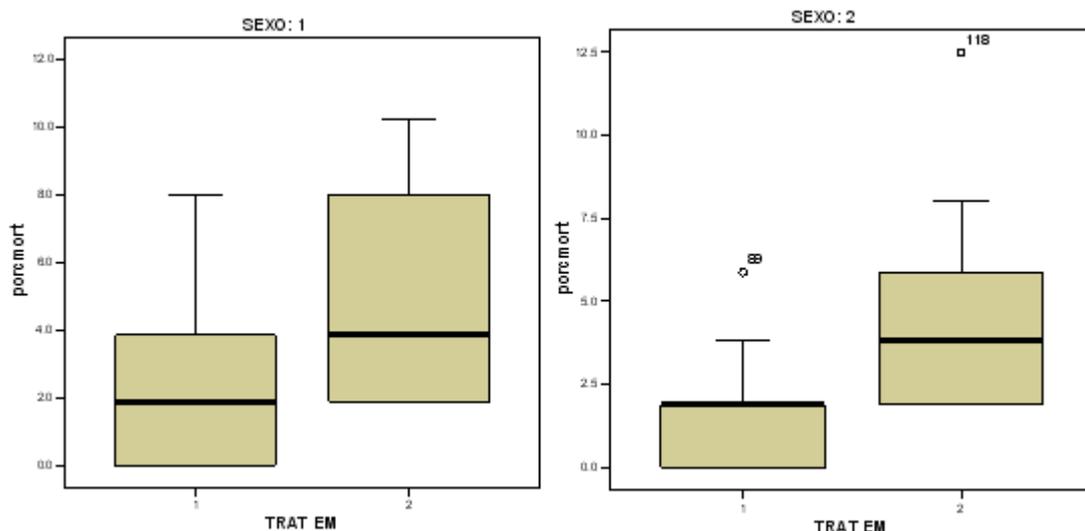
**Tabla 3.** Comportamiento semanal de parámetros productivos por grupo tratamiento para la mortalidad acumulada.

VARIABLE	sem	MACHOS			HEMBRAS		
		CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF	CON EM <sup>®</sup>	SIN EM <sup>®</sup>	DIF
<b>Mortalidad %</b>	1	0.6	3.7	-3.1	0.9	3.4	-2.5
	2	1.9	4.9	-3.1	0.9	4.3	-3.4
	3	2.8	4.9	-2.2	0.9	4.6	-3.7
	4	2.8	5.3	-2.5	1.5	4.9	-3.4
	5	3.4	6.2	2.8	2.2	5.6	3.4

Las diferencias en la mortalidad para un nivel de significación del 95%, mediante el análisis de varianza y por pruebas sensibles de medias a través de cajas de Tukey, se compararon los resultados de la mortalidad acumulada al final de la quinta semana entre los grupos con y sin tratamiento para machos y hembras. Se observaron diferencias significativas tanto en los machos como en las hembras ( $p < 0.05$ ) (Figura 3).

**Mortalidad acumulada.** Se observaron respecto a la mortalidad al final de la quinta semana, diferencias a favor del grupo de machos con EM<sup>®</sup>, ya que el lote control (sin EM<sup>®</sup>) alcanzó una mortalidad de 2.8% más que el lote experimental, las hembras con EM<sup>®</sup> alcanzaron una diferencia a favor pues el grupo control alcanzó una mortalidad de 3.4% más que el lote experimental (Tabla 3).

**Análisis económico.** En la tabla 4, se muestra el análisis económico a través de los presupuestos totales encontró una relación beneficio – costo de 0.82 dólares en el grupo con EM<sup>®</sup> y 0.81 dólares en el grupo sin EM<sup>®</sup>, lo cual quiere decir que por cada peso invertido se generan 30 centavos y 28 centavos de dólar respectivamente.



**Figura 3.** Diferencias en la mortalidad acumulada en machos y hembras con y sin EM al final de la quinta semana.

**Nota:** sexo 1 = machos, sexo 2 = hembras; Tratamiento 1= con EM®, tratamiento 2 = sin EM®

**Tabla 4.** Relación beneficio-costo al utilizar microorganismos eficaces en la producción de pollos de engorde.

<b>Costo de producción</b>	Tto con EM® (\$)	Tto sin EM® (\$)
Pollitos	673.920	673.920
Alimento 1	113.287,50	124.312,50
Alimento 2	772.777,00	758.090,50
Alimento 3	1.263.666,30	1.247.303,80
Vacunas	9.862,60	9.862,60
Camas	20.000	20.000
EM®, probiótico	15.180	-
EM®, aspersión	40.425	-
Agua	5.097	4.935
Energía	18.144	18.144
Mano de obra	258.400	258.400
<b>Costo total del lote</b>	<b>3.190.759,40</b>	<b>3.094.968,40</b>
Nº pollos inicial	648	648
Nº pollos final	630	610
Peso del lote en pie (kg)	1.321	1.256
peso final por ave (kg)	2.1	2.1
Costo de producción en pie (\$/kg)	2.415	2.464
Precio venta estimado (\$/kg)	3.800	3.800
<b>Precio de venta del lote</b>	<b>5.019.800,00</b>	<b>4.772.800,00</b>
Área utilizada por lote m <sup>2</sup>	72	72
Kg de carne en pie por m <sup>2</sup>	18	17
<b>Beneficio-costo</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>

Aparentemente no existe una diferencia muy marcada para estos dos índices desde el punto de vista económico, pero teniendo en cuenta que se trata de un producto competitivo y sensible económicamente en el mercado por el alto volumen en el que se produce se consideran algunos aspectos positivos en el lote experimental con EM<sup>®</sup> como el menor costo de producción por unidad en pie (kg), una mayor utilidad neta siendo esta 8.3% mayor que en el lote control sin EM<sup>®</sup>.

**Cuantificación de coliformes totales en la cama de los pollos de engorde.** El uso de EM<sup>®</sup> en aspersiones ambientales directas sobre la cama del pollo demostró ser útil en el control de microorganismos potencialmente patógenos (coliformes totales) presentes en el ambiente del pollo. Los resultados del análisis microbiológico mostraron en el día 18 un recuento de unidades formadoras de colonias de  $82.5 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote con EM<sup>®</sup> y  $92.5 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote control sin EM<sup>®</sup>, el día 25 el recuento fue de  $95 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote con EM<sup>®</sup> y  $260 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote control sin EM<sup>®</sup>, el día 35 el recuento fue de  $185 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote con EM<sup>®</sup> y  $1575 \times 10^{-5}$  UFC/ml en el lote control sin EM<sup>®</sup>. Esto demuestra la utilidad de los EM<sup>®</sup> en la reducción de coliformes totales del ambiente de los pollos.

## DISCUSIÓN

Este es el primer estudio experimental controlado sobre la utilidad de los EM<sup>®</sup> que se lleva a cabo en Colombia en pollos de engorde. En la industria avícola, el sistema de encasamiento y producción se realiza con densidades de población altas, lo cual conlleva a la generación intensiva de malos olores y proliferación de microorganismos patógenos que causan putrefacción de las deyecciones y proliferación de gases en el ambiente (5-7). Estos ambientes cargados de gases nocivos, hacen que las aves confinadas puedan presentar patologías de tipo respiratorio, digestivo, estrés y complejos sanitarios que deprimen la producción de las aves, además de los problemas de salud pública para las

comunidades circundantes (7-8). Estos aspectos negativos de acuerdo a los resultados de este estudio, pueden ser reducidos además de las buenas prácticas de manejo de tipo sanitario, prácticas de producción más limpia, bioseguridad y alimentación, con el uso de microorganismos de la tecnología EM<sup>®</sup>, los cuales han demostrado su utilidad en el mejoramiento de los parámetros productivos de las aves y su reducción del impacto ambiental (5- 10).

**Ganancia de peso.** En la ganancia de peso de este estudio se observó una diferencia significativa en los machos tratados con EM<sup>®</sup> ( $p < 0.05$ ), una diferencia no significativa ( $p > 0.05$ ); en el peso de las hembras tratadas con EM<sup>®</sup> (Tabla 1, Figura 1). Coinciden estos resultados con los de algunos autores (5-8) quienes encontraron que el uso del EM<sup>®</sup> aumento la ganancia de peso en las aves. Los resultados se deben a que el EM<sup>®</sup> usado como probiótico ayuda al mejoramiento de la flora bacteriana intestinal mejora las características nutricionales del alimento y por ende mejora la digestibilidad del mismo, aumenta la energía metabolizable lo cual incide en la ganancia de peso de las aves. En ese sentido, se ha encontrado que la concentración de aminoácidos en el alimento fue mejorada en un 28% después del proceso de fermentación con EM<sup>®</sup>. Lo que demuestra que los EM<sup>®</sup> mejoran la calidad del alimento y el rendimiento de las aves, debido a que el uso del EM<sup>®</sup> como probiótico mejora el coeficiente de absorción del nitrógeno (11).

El mejor desempeño de los animales después del uso de los EM<sup>®</sup> se relaciona con la colonización del tracto gastrointestinal por los microorganismos beneficiosos. La flora desempeña un papel importante en el proceso de la digestión, las enzimas bacterianas promueven la digestión de proteínas, lípidos y carbohidratos y las bacterias también sintetizan vitaminas que contribuyen a la nutrición del pollo (12). Los microorganismos naturales contenidos en el EM<sup>®</sup> crean a nivel intestinal una microflora más eficaz con una mayor capacidad de biosíntesis de vitaminas, hormonas y las enzimas que mejoran la digestión, realzan el crecimiento, proporciona resistencia a las enfermedades, suprimen el mal olor, inhiben

los patógenos y mejoran la calidad del producto (13). Por último, se atribuyen los efectos promotores del crecimiento de los probióticos a mejoras en la utilización de la energía metabolizable (14).

En contraste, con los anteriores hallazgos, en otro estudio no se presentaron diferencias significativas para la ganancia de peso entre un grupo control y los que habían recibido EM<sup>®</sup> en el agua (9). Coincide este hallazgo con los resultados de este estudio para las hembras, lo cual se debe a las diferencias fisiológicas en la curva de crecimiento existentes entre hembras y machos, de igual manera puede estar relacionado con los niveles de inclusión del EM<sup>®</sup> pues algunos autores (7) reportaron que el alto porcentaje de inclusión del EM<sup>®</sup> en la dieta de los pollos, comparado con tratamientos que tenían niveles más bajos de inclusión del EM<sup>®</sup> fue consecuente con la ganancia de peso observada en los tratamientos respectivos.

Es importante resaltar que este estudio se llevo a cabo bajo condiciones ambientales del trópico colombiano, con condiciones específicas de densidad, profilaxis, alimentación y medidas de bioseguridad. Los estudios previos (13,14) muestran algunos aspectos similares, pero las condiciones tropicales, exclusivas de este trabajo lo hacen importante por su fuerte impacto en el manejo ambiental y en los parámetros productivos de las explotaciones tecnificadas de aves.

**Conversión alimenticia.** En este estudio se observó una diferencia en la conversión a favor de los machos tratados con EM<sup>®</sup> ( $p < 0.05$ ). En el grupo de las hembras no se observaron diferencias estadísticas significativas en la conversión (Tabla 2, Figura 2). Este resultado coincide con los reportes de algunos autores (5, 7, 8), quienes encontraron que el uso del EM<sup>®</sup> mejoró el índice de conversión alimenticia en pollos de engorde analizados en forma mixta, esto se debe a las condiciones favorables que genera el EM<sup>®</sup> usado como probiótico (11-14).

En contraste con los anteriores hallazgos, en otro estudio no se encontraron diferencias significativas para la conversión

alimenticia entre un grupo control y los que habían recibido EM<sup>®</sup> en el agua, en el alimento y usando ambos tratamientos respectivamente (9). Este hallazgo coincide con los resultados de este estudio para las hembras.

**Mortalidad acumulada.** Respecto a la mortalidad al final de la quinta semana, la diferencias a favor del grupo de machos con EM<sup>®</sup> fue favorable debido a que el grupo control (sin EM<sup>®</sup>) alcanzó un 45.16% más de mortalidad, en las hembras con EM<sup>®</sup> fue favorable debido a que el grupo control (sin EM<sup>®</sup>) alcanzó un 60.7% más de mortalidad lo cual demostró que los EM<sup>®</sup> redujeron la mortalidad en ambos sexos (Tablas 3, Figura 3). La reducción de la mortalidad influye de forma positiva en los ingresos, disminuye el costo unitario de producción y mejora la eficiencia en términos de producción de peso vivo por unidad de área. Este resultado coincide con los reportes de algunos autores (7, 8, 10), quienes encontraron que la mortalidad era más baja en los grupos del tratamiento con EM<sup>®</sup>, debido a las condiciones favorables del EM<sup>®</sup> usado como probiótico y a la condición ambiental favorable en la reducción de microorganismos. También el probiótico mejora las condiciones del sistema inmune de las aves y genera sustancias antioxidantes que las favorecen (5, 15).

**Relación beneficio- costo, análisis económico del uso de EM<sup>®</sup> en la producción de pollos de engorde.** El análisis económico a través de los presupuestos totales encontró una relación beneficio – costo de 0.82 dólares en el grupo con EM<sup>®</sup> y 0.81 dólares en el grupo sin EM<sup>®</sup>, aparentemente no existe una diferencia marcada para estos dos índices desde el punto de vista económico, pero teniendo en cuenta que se trata de un producto competitivo y sensible económicamente en el mercado por el alto volumen en el que se produce se consideran algunos aspectos positivos en el lote experimental con EM<sup>®</sup> como el menor costo de producción por unidad en pie (kg), una mayor utilidad neta siendo esta 8.3% mayor que en el lote control sin EM<sup>®</sup> (Tabla 4).

Estos resultados coinciden con lo reportado por algunos autores (8) quienes reportaron que en un estudio con mil pollos en cada lote en el que se usaron los EM<sup>®</sup> generó mayor utilidad desde el punto de vista económico. También se reportaron que el uso del EM<sup>®</sup> fue rentable económicamente con un incremento en la utilidad neta del 18.41% (11). Esto se debe a la menor tasa de mortalidad en el lote experimental generada por los EM<sup>®</sup> y las condiciones ambientales favorables pues se generan más kilogramos de carne en pie y menor el costo unitario de producción y mayor la utilidad neta generada (Tabla 4).

**Cuantificación de coliformes totales en la cama de los pollos de engorde.** El uso de EM<sup>®</sup> en aspersiones directas sobre la cama del pollo demostró ser eficaz en el control de microorganismos patógenos (coliformes totales) presentes en el ambiente del pollo (Tabla 9). Es evidente que los EM<sup>®</sup> ejercen una competencia y un antagonismo sobre los microorganismos patógenos (2,16), en términos de producción, estos ambientes menos cargados de patógenos hacen que los pollos expresen todo su potencial productivo haciendo el negocio más eficiente desde una perspectiva económica y ambientalmente viable.

La competencia por exclusión o antagonismo ha sido demostrada en otros estudios donde encontraron que la colonización de bacterias lácticas en el tracto intestinal de los pollos ejerce un control efectivo de la población de microorganismos patógenos como *Salmonella spp*, *Enterococci* y *E. coli*. La exclusión competitiva se debe a que las bacterias ácido lácticas producen significativos aumentos de sustancias inhibitorias como el reuterin, ácido láctico y bacteriocinas que tiene un buen espectro antimicrobial impidiendo el desarrollo de bacterias, hongos y protozoos (17). También la efectividad del EM<sup>®</sup> en el control

de la bacteria *E. coli*, ha sido comprobada en otro estudio donde se encontró que los niveles de dicha bacteria en el agua utilizada en una biblioteca de Okinawa (Japón) fueron indetectables luego del empleo del EM<sup>®</sup>, con un descenso desde 8500 UFC/ml a 0 UFC/ml, en ese estudio el EM<sup>®</sup> fue aplicado en una dilución de 1:1000 (EM<sup>®</sup>) (18).

También se encontró que el tracto gastrointestinal de las aves suele albergar varias clases de microorganismos patógenos y que la utilización de los EM<sup>®</sup> en el agua pueden disminuirlos, mejorando la salud general por la competencia con la microflora patógena presente en el tracto digestivo (12). También se encontraron resultados que demostraron que el uso de los EM<sup>®</sup> en la alimentación de los pollos de engorde y en el agua potable desodorizan con eficacia el olor desagradable de la pollinaza, con una mejora en el ambiente (11).

En este estudio solo se hizo determinación cualitativa de la reducción de coliformes totales en las camas del pollo, no se llevaron a cabo mediciones ambientales de gases e identificación de otros microorganismos lo cual limitó el monitoreo ambiental en este estudio.

En conclusión, se demostró por primera vez en Colombia, la utilidad del EM<sup>®</sup> en la ganancia de peso, mejoramiento del índice de conversión alimenticia, reducción de la tasa de mortalidad y mejoras en la condición ambiental de las aves machos manejadas en forma tecnificada. En las aves hembras los EM<sup>®</sup> no mostraron utilidad en el mejoramiento de los parámetros productivos, en el análisis económico los EM<sup>®</sup> aparentemente no generaron un mayor índice económicamente marcado, pero se pudo observar que existe un menor costo de producción, una mayor utilidad neta siendo 8.3% mayor que en el lote control sin EM<sup>®</sup>.

## REFERENCIAS

1. DANE. Actualidad el primer censo avícola industrial en Colombia. [Accesado: Marzo 23 de 2007]. URL Disponible en: <http://encolombia.com/veterinaria/fenavi9303actualidad/htm>.
2. Fundación de asesorías para el sector rural, que es EM; [Accesado: Marzo 23 del 2007]. URL Disponible en: <http://www.fundases.com/p/em01.html>

3. Eco tecnologías, bioingeniería de punta para una coexistencia en equilibrio, tecnología EM, microorganismos eficaces. [Accesado: Marzo 23 del 2007]. URL Disponible en: [http://www.salgado.com.ve/index\\_archivos/tecnologiaEM.htm](http://www.salgado.com.ve/index_archivos/tecnologiaEM.htm)
4. Corporación universitaria minuto de Dios, facultad de ingeniería agroecológica. [Accesado: Marzo 23 del 2007]. URL disponible en: <http://www.uniminuto.edu/fing/em.htm>
5. Anjum A, Hussain T, Rizvi F, Gilani G, Javaid T. Influence of effective microorganisms on health and immune system of broilers under experimental conditions. 5ta conf. on the technology of effective microorganisms at Sara Buri, Thailand on 10-11 dec. Organized by APNAN and INFRC. 1996. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: <http://www.effectivemicroorganisms.com/page7.html>.
6. King D. Use of EM (Effective Microorganisms) at a broiler chicken farm in Texas. 1998. [Accesado: Agosto 17 de 2007.]. URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org).
7. A.C.L. Safalaoh, G.A. Smith. Effective microorganisms (EM) as an alternative to antibiotics in broiler diets: effect on broiler growth performance, feed utilisation and serum cholesterol. Department of animal and wildlife sciences. University of Pretoria, South Africa. 2002. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org).
8. Bhola Kumar Dahal. Effective microorganism (EM) for animal production institute of agriculture and animal science rampur campus, Chitwan, Nepal. 1998. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org).
9. Chantsavang S, Watcharangkul P. Influence of effective microorganisms on the quality of poultry products. Department of animal science, Kasetsart university, Bangkok. Division, department of Health, ministry of public health. Nonthaburi. Thailand, 1998. [Accesado: Agosto 17 2007] URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org)
10. Matthew T, Wood, Abuchar D. Sustainable community development L. L. C. the use of EM in the poultry industry. 1998. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org)
11. Yongzhen N, Weijiong L. Report on the deodorizing effect of effective microorganisms (EM) in poultry production. Beijing, China, 1994. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: <http://www.emtrading.com/em/papers/poultryrepf.pdf>
12. Larbier M, Leclercq B. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press U.K. 1994.
13. Weijiong L, Yongzhen N, Umemura H. Effective microorganisms for sustainable animal production in China. Proceedings of the conference on effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment, Paris, France. 1995.
14. Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M. Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilisation and serum cholesterol in broilers. Br Poult Sci 1996; 37: 395-401.
15. Microorganismos eficaces y los antioxidantes, [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL disponible en: <http://www.emro.co.jp/english/library/books/esr2/esr2.html>.
16. Fundación Luís Piedrabuena, ¿Qué son microorganismos eficaces? [Accesado: MARzo 23 de 2007]. URL disponible en: <http://em.iespana.es/Manuales/manuales.html>.
17. Edens F.W, Parkhurst C.R, Casas I.A.; Dobrogosz W.J. Principles of exovo competitive exclusion and in ovo administration of Lactobacillus reuteri. Poult Sci 1997; 76: 179-196.
18. HIGA T. Studies on purification and recycling of animal waste using effective microorganism (EM). 1995. 7p. [Accesado: Agosto 17 de 2007]. URL Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org).