

**Efecto de la inclusión de las enzimas  
betaglucanasa y xilanasa (Rovabio Excel<sup>®</sup>) en  
dietas basadas en maíz y harina de soya para  
pollos de engorde**

Carlos Enrique Soto Castillo

**Honduras**  
Diciembre, 2002

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Efecto de la inclusión de las enzimas  
betaglucanasa y xilanasa (Rovabio Excel<sup>®</sup>) en  
dietas basadas en maíz y harina de soya para  
pollos de engorde**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Ciencia y Producción Agropecuaria en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Carlos Enrique Soto Castillo**

Honduras  
Diciembre, 2002

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

---

Carlos Enrique Soto Castillo

Honduras  
Diciembre, 2002

**Efecto de la inclusión de las enzimas betaglucanasa y xilanasa  
(Rovabio Excel®) en dietas basadas en maíz y harina de soya  
para pollos de engorde**

Presentado por:

Carlos Enrique Soto Castillo

Aprobada:

---

Abel Gernat, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Miguel Vélez, Ph. D.  
Coordinador Área Temática

---

Gerardo Murillo, Ing. Agr.  
Asesor

---

Jorge Iván Restrepo, MBA  
Coordinador de la Carrera de  
Ciencia y Producción Agropecuaria

---

Marta Garay, M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Mario Contreras, Ph. D.  
Director General

## **DEDICATORIA**

A mis padres Alberto y Maria Reyes por el inmenso amor que me han brindado durante mis años de vida.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, el Ser Supremo, por iluminar cada uno de mis días.

A mi padre por ser más que un padre, un amigo con el que siempre he contado, por sus consejos y regaños cuando los he necesitado y sus palabras de aliento cuando me he sentido vencido.

A mi madre (Q.D.D.G.) por ser la estrella que me ha guiado y protegido desde muy pequeño, en quien me he inspirado para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos Jorge, Gustavo y Jesús por su apoyo, cada uno con su forma de ser y por todos los hermosos momentos que hemos compartido.

A mis sobrinos Diego, Sarah y Pablito por darme siempre una sonrisa e invaluable momentos juntos. Los quiero muchísimo!

A Mara por su apoyo y todos los momentos que compartimos juntos.

A toda la clase Exodo 02 por todo este tiempo que hemos compartido y mis amigos: Leonel, Mauricio, Deyvi, José, Arturo, Neptaly, Jorge, Jéssica, Luís, Eva, Ernesto, Victor, William y todos aquellos que se me escapan en este momento, pero que me han dejado conocerlos y llevarme su amistad conmigo.

Al Dr. Abel Gernat por compartir sus conocimientos, brindarme su ayuda y consejos en la realización de este trabajo y de mi práctica profesional.

Al Ing. Gerardo Murillo por su valiosa colaboración y consejos.

A la Ing. Marta Garay por el tiempo brindado, sus consejos y por compartir conmigo su experiencia en el campo de la nutrición avícola durante mi estadía en el grupo ALCON.

Al personal del grupo ALCON: en San Pedro Sula al Ing. Saúl Andino, Dr. Valenzuela, Ing. Carlos Zúñiga, Gerardo Murillo, Roger, Mario, Carlos, en la incubadora a Garmendia, Marisabel, William, Edilberto, en nutrición animal a Lemus, Marvin, Hector, Olvan, Miguel, en Santa Cruz de Yojoa al Ing. Jasio Zapata, Raúl, Guzmán, Dennis, Geovany y al personal de granja que contribuyeron a la realización de este trabajo especialmente a Daniel Rivera.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco profundamente a mi padre por su esfuerzo y sacrificio para financiar mis estudios en Zamorano.

Al grupo ALCON S.de R.L. por financiar parte de mis estudios de IV año y el apoyo para la realización del presente trabajo al facilitar sus equipos e instalaciones.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería por su ayuda económica durante los tres últimos años de estudio en esta institución.

## RESUMEN

Soto, Carlos. 2002. Efecto de la inclusión de las enzimas beta-glucanasa y xilanasas (Rovabio Excel<sup>®</sup>) en dietas basadas en maíz y harina de soya para pollos de engorde. Proyecto especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 15 p.

En la actualidad la industria avícola ha puesto mucho interés en la alimentación ya que ésta representa entre 60 y 70% de los costos de producción. El uso de aditivos como enzimas en la suplementación de dietas, ha cobrado un importante auge ya que mejoran en el ave la digestibilidad y disminuyen el costo de las raciones. El grupo ALCON, en la búsqueda de mejorar su productividad en campo, ha decidido comprobar los efectos que causa la adición de las enzimas beta-glucanasa y xilanasas (Rovabio Excel<sup>®</sup>) en las dietas basadas en maíz y harina de soya que son suministradas actualmente a las aves de su operación avícola. El ensayo se realizó en la granja Reproductora Yojoa ubicada en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, Honduras. Se utilizaron 4,000 pollos mixtos provenientes de lotes intermedios de la línea Ross<sup>®</sup> × Arbor Acres<sup>®</sup>, aleatoriamente distribuidos en 40 corrales de 3 m × 3.2 m (densidad de 10.42 pollos/m<sup>2</sup>). Se les suministró el alimento *ad libitum* y el manejo de las aves fue el mismo que utiliza en su explotación comercial. Los tratamientos fueron: la dieta normal ALCON, la dieta normal ALCON más 50 g/t de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup>, la dieta normal ALCON reformulada disminuyendo 50 kcal/kg y 1% de aminoácidos totales adicionando 50 g/t de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> y la dieta normal ALCON reformulada disminuyendo 50 kcal/kg y 1% de aminoácidos totales. Las variables medidas cada semana fueron: peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. Se encontró un mejor desempeño en las aves que se les suministró la dieta normal ALCON; la conversión alimenticia fue 1.63, que difiere significativamente ( $P < 0.0001$ ) con los demás tratamientos que no presentaron diferencias significativas entre sí. Bajo las condiciones en las que se realizó este ensayo no se justifica la adición de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> en las dietas para pollos de engorde suministradas por el grupo ALCON en su operación avícola.

**Palabras clave:** conversión alimenticia, digestibilidad

## NOTA DE PRENSA

### **¿Es factible la inclusión de Rovabio Excel® en dietas para pollos de engorde basadas en Maíz y Harina de soya?**

En los últimos años, la industria avícola ha puesto un interés muy grande en el alimento que se le proporciona a las aves, ya que este representa entre el 60 a 70% del costo total de producción. Las empresas promueven la investigación y el desarrollo de aditivos que mejoren la digestibilidad del alimento en el ave, así como, el incremento del rendimiento productivo.

El grupo ALCON S. de R.L. una empresa que se dedica desde hace varios años a la producción de pollos de engorde, llevó a cabo una investigación para comprobar el efecto de la inclusión de Rovabio Excel® en sus dietas basadas en maíz y harina de soya que son suministradas en la actualidad en su explotación avícola.

La investigación se llevó a cabo en la granja experimental “Reproductora Yojoa” situada en el municipio de Santa Cruz de Yojoa bajo la asesoría del Dr. Abel Gernat de la Escuela Agrícola Panamericana y la Ing. Marta Garay del grupo ALCON S. de R. L.

Se utilizaron 4,000 aves de la línea Ross® x Arbor Acres® a las cuales, se les evaluó semanalmente el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad.

Al finalizar el estudio, se encontró que la inclusión de Rovabio Excel® no presentó efecto en cuanto a peso corporal y mortalidad. Sin embargo, sobre la conversión alimenticia su efecto fue negativo provocado directamente por el aumento en el consumo de alimento que resultó finalmente en un incremento del costo por libra viva de pollo.

Al analizar los resultados obtenidos se concluyó que la inclusión del aditivo Rovabio Excel® en las dietas suministradas por la empresa, que en la actualidad se basan principalmente en maíz y harina de soya, no resultará en un mejor desempeño productivo de las aves y en un menor costo de producción, por lo tanto no se recomendó su compra e inclusión en las dietas.

---

Lic. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	x
Índice de Anexos.....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b> Objetivo general.....	<b>2</b>
<b>1.2</b> Objetivo específico.....	<b>2</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b> Localización.....	<b>3</b>
<b>2.2</b> Selección de los animales.....	<b>3</b>
<b>2.3</b> Tratamientos.....	<b>3</b>
<b>2.4</b> Diseño experimental.....	<b>4</b>
<b>2.5</b> Variables a medir.....	<b>4</b>
<b>2.6</b> Análisis Estadístico.....	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b> Peso corporal.....	<b>5</b>
<b>3.2</b> Consumo de alimento.....	<b>6</b>
<b>3.3</b> Conversión alimenticia.....	<b>7</b>
<b>3.4</b> Mortalidad.....	<b>8</b>
<b>3.5</b> Análisis parcial de costos.....	<b>9</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>11</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>13</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Composición de la dieta Ross para parvadas mixtas desarrolladas hasta 1.6-1.8 kg. de peso corporal, aproximadamente a 35 días. Alimento a base de maíz.....	3
2.	Efecto de la enzima Rovabio Excel <sup>®</sup> sobre el peso corporal.....	5
3.	Efecto de la enzima Rovabio Excel <sup>®</sup> sobre el consumo de alimento.....	6
4.	Efecto de la enzima Rovabio Excel <sup>®</sup> sobre la conversión alimenticia.....	7
5.	Efecto de la enzima Rovabio Excel <sup>®</sup> sobre el porcentaje de mortalidad.....	8
6.	Efecto de la enzima Rovabio Excel <sup>®</sup> sobre los costos relativos de formulación en cada uno de los tratamientos .....	9

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Temperaturas de peletizado durante la fabricación del alimento.....	13
2.	Temperaturas promedio semanal durante el ensayo.....	13
3.	Composición de la dieta Ross para parvadas mixtas desarrolladas hasta 1.6-1.8 kg. de peso corporal, aproximadamente a 35 días. Alimento a base de maíz.....	14
4.	Comparación de perfiles de Carbohidratos de los principales ingredientes para nutrición animal.....	15

## 1. INTRODUCCIÓN

El alimento representa 60-70% del costo de producción en el engorde de pollos, en los últimos años la industria avícola ha puesto un marcado énfasis en suministrar a las aves un alimento de alta calidad, que reúna todos los requerimientos necesarios para la explotación de su potencial genético.

Las aves son muy sensibles a la composición y a las características nutritivas de su alimento, por su tiempo de tránsito digestivo muy corto y su velocidad de crecimiento (Geraert *et al.*, 2000).

En la formulación de alimentos para aves y otros monogástricos el uso de cereales es imprescindible y en ellos los carbohidratos constituyen su mayor fuente de energía. De los carbohidratos presentes en los cereales, 70 a 90% está compuesto por almidón y de 10 a 30% por otros polisacáridos. (Newman , 1994).

Los polisacáridos son polímeros macro moleculares de azúcares simples y están unidos mediante uniones glucosídicas. En el almidón, las moléculas de glucosa están unidas principalmente por uniones  $\alpha$  1-4 con un pequeño número de uniones  $\alpha$  1-6. Estas pueden ser separadas por las enzimas endógenas del animal, a diferencia de los otros polisacáridos distintos al almidón (Annison , 1998)

Según Miles (sf) los polisacáridos distintos al almidón incluyen celulosa, arabinosilanos, beta-glucanos y pectinas. La celulosa está compuesta por moléculas de glucosa unidas por enlaces beta-glucosídicos. Los beta-glucanos son polímeros de glucosa con enlaces beta-glucosídicos, de dos diferentes tipos:  $\beta$ -(1-3) y  $\beta$ -(1-4). Los arabinosilanos son similares a los beta-glucanos pero están compuestos por azúcares de cinco carbonos. Este tipo de polisacáridos no pueden ser hidrolizados, debido a la ausencia de las enzimas necesarias en el tracto digestivo.

Según Gotterbarm (2001) el maíz y la soya contienen cantidades significativas de polisacáridos distintos al almidón que pueden interferir con la digestión, siendo los beta-glucanos y los arabinosilanos componentes importantes en estos cereales que causan factores anti nutritivos.

La suplementación con enzimas puede reducir los problemas asociados con factores antinutricionales que afectan la absorción de nutrientes de la dieta. Las enzimas son sustancias orgánicas complejas, producidas por células vivas y capaces de producir mediante acciones catalíticas cambios químicos como la digestión de sustancias orgánicas (Jurgens, 1997)

Existen sistemas enzimáticos que han sido identificados, aislados y preparados para utilizarlos como aditivos, ya que son catalíticamente activos en la porción inicial del intestino. Estas enzimas ayudan al ave a digerir de forma más eficiente los granos en la dieta (Miles, sf).

Según Gotterbarm (2001), el uso de enzimas como beta-glucanasa y xilanasa en dietas para pollo de engorde basadas en maíz han demostrado un aumento en el contenido de energía metabolizable y en la digestibilidad de los aminoácidos.

La división de nutrición animal de AVENTIS ha desarrollado un producto denominado Rovabio Excel<sup>®</sup> que contiene actividades altas y estables de beta-glucanasa y xilanasa. La división de agricultura del grupo ALCON S de R. L. decidió llevar a cabo el presente ensayo para determinar si la inclusión de Rovabio Excel<sup>®</sup> en las dietas para pollos de engorde tiene efectos positivos sobre el comportamiento de los mismos.

### **1.1 Objetivo General:**

Evaluar el efecto de la inclusión de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> en dietas basadas en maíz y harina de soya para pollos de engorde.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

Determinar el comportamiento productivo del pollo de engorde alimentado con dietas a base de maíz y harina de soya que contengan las enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa.

Determinar el costo- beneficio de alimentar el pollo de engorde con dietas en base a maíz y harina de soya que incluyan enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en la Granja “REPRODUCTORA YOJOA” del Grupo ALCON S. de R. L. localizada en el municipio de Santa Cruz de Yojoa, a una altura de 600 msnm, con una temperatura promedio de 27°C.

### 2.2 ANIMALES

Se utilizaron 4,000 pollos mixtos provenientes de lotes intermedios de la línea Ross® × Arbor Acres®, distribuidos en 40 corrales de 3m × 3.2m para obtener una densidad de 10.42 pollos por m<sup>2</sup>.

El agua y el alimento fueron proporcionados *ad libitum* usando equipo convencional y todas las aves fueron sometidas a las prácticas de manejo utilizadas por el departamento de pollo de engorde del Grupo ALCON S. de R. L.

### 2.3 TRATAMIENTOS

Se utilizó como base la dieta normal suministrada durante la cría y engorde de pollos. Esta dieta fue modificada en su contenido de energía y de aminoácidos según las especificaciones del fabricante de la enzima.

T1 : Dieta normal ALCON.

T2 : Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel®.

T3 : Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales más 50 g/TM de Rovabio Excel®.

T4 : Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

Cuadro 1. Composición de la dieta Ross para parvadas mixtas desarrolladas hasta 1.6-1.8kg. de peso corporal, aproximadamente a 35 días. Alimento a base de maíz.

	UNIDAD	INICIO	FINAL	RETIRO
Proteína cruda	%	22-24	21-23	19-21
Energía por kg.				
Energía metabolizable adulto	Kcal.	3010	3175	3225

Sobre la dieta Ross (2000) se basa la dieta ALCON.

## **2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Los tratamientos fueron distribuidos en 40 corrales experimentales en un diseño de bloques completamente al azar, con diez repeticiones por tratamiento. El experimento se llevó hasta los 35 días de edad.

## **2.5 VARIABLES MEDIDAS**

Se midieron las siguientes variables:

- Peso corporal (g): se pesaron todos los animales a su llegada a la granja y luego semanalmente hasta los 35 días de edad.
- Consumo de alimento (g): se pesó el alimento ofrecido al principio de la semana y al final de la semana y el alimento rechazado.
- Conversión alimenticia: se determinó para cada corral utilizando el peso corporal y el consumo de alimento semanal y acumulado.
- Mortalidad (%): se anotó diariamente.
- Análisis parcial de costos (%): se determinó el costo de la adición de la enzima a la dieta normal y luego se incluyó dicho costo porcentualmente en el costo de formulación de los otros tres tratamientos.

## **2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos se evaluaron utilizando el Modelo Lineal General (GLM) del Statistical Analysis System (SAS, 1994) utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD). El dato porcentual se sometió a una corrección con la función arcoseno y la separación de medias se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa, con un probabilidad de  $P < 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 PESO CORPORAL

El peso de los pollos que recibieron los tratamientos 1, 3, 4 fue mejor en los días 7 ( $P=0.0015$ ), 21 ( $P<0.0001$ ), 28 ( $P=0.0015$ ) y 35 ( $P<0.0001$ ) que el peso obtenido en los pollos que recibieron el tratamiento 2 (Cuadro 2). Estos resultados difieren de los obtenidos en una prueba conducida por AVENTIS (2000) en Canadá en la cual no se encontró un efecto significativo en el peso por la inclusión de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup>.

Cuadro 2. Efecto de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> sobre el peso corporal

Días de edad	T1 <sup>1</sup>	T2 <sup>2</sup>	T3 <sup>3</sup>	T4 <sup>4</sup>	P
	----- (g) -----				
7	166.92 <sup>ab</sup>	161.79 <sup>b</sup>	172.55 <sup>a</sup>	166.53 <sup>ab</sup>	0.0015
14	423.43	411.17	440.44	423.53	
21	878.13 <sup>a</sup>	820.29 <sup>b</sup>	880.09 <sup>a</sup>	866.28 <sup>a</sup>	<0.0001
28	1421.23 <sup>ab</sup>	1366.40 <sup>b</sup>	1452.67 <sup>a</sup>	1415.21 <sup>ab</sup>	0.0015
35	1978.08 <sup>a</sup>	1873.66 <sup>b</sup>	1985.80 <sup>a</sup>	1947.21 <sup>a</sup>	<0.0001

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

<sup>5</sup>Letras distintas indican diferencia significativa ( $p<0.05$ ).

### 3.2 CONSUMO ALIMENTO

Para los días 28 ( $P=0.0032$ ) y 35 ( $P=0.0003$ ) el consumo de alimento fue menor con la dieta control que con las demás dietas (Cuadro 3). Los resultados de los tratamientos 3 y 4 coinciden con los de McDonald *et al.* (1975) que indican que la cantidad de alimento consumido aumenta a medida que disminuye el contenido energético, ya que las aves intentan mantener la ingestión de energía. En el caso del tratamiento 2 en el que no se altera el contenido de energía ni el de aminoácidos totales, el resultado coincide con el de Acamovic (2001) quien explica que en dietas que son ajustadas al potencial genético del ave, la inclusión de enzimas genera como respuesta un desempeño desfavorable por un aumento en el consumo de alimento que no es compensado con la ganancia de peso.

Cuadro 3. Efecto de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> sobre el consumo de alimento

Días de edad	T1 <sup>1</sup>	T2 <sup>2</sup>	T3 <sup>3</sup>	T4 <sup>4</sup>	P
	----- (g) -----				
7	149.18 <sup>ab</sup>	146.18 <sup>b</sup>	153.59 <sup>a</sup>	145.91 <sup>b</sup>	0.0053
14	514.96 <sup>ab</sup>	502.17 <sup>b</sup>	531.33 <sup>a</sup>	520.02 <sup>ab</sup>	0.0031
21	1157.01 <sup>bc</sup>	1129.36 <sup>c</sup>	1213.32 <sup>a</sup>	1187.70 <sup>ab</sup>	0.0002
28	1989.13 <sup>b</sup>	2010.10 <sup>b</sup>	2137.56 <sup>a</sup>	2071.19 <sup>ab</sup>	0.0032
35	3224.3 <sup>b</sup>	3453.6 <sup>a</sup>	3625.9 <sup>a</sup>	3657.6 <sup>a</sup>	0.0003

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

<sup>5</sup>Letras distintas indican diferencia significativa ( $p<0.05$ ).

### 3.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Al día 35 la conversión del testigo fue mejor ( $P < 0.001$ ) que la de los demás tratamientos (Cuadro 4.) Este resultado contrasta con el resultado obtenido por AVENTIS (2000) quien a los 35 días obtuvo conversiones más bajas en los tratamientos suplementados con la enzima. Por el contrario concuerda con Acamovic (2001) quien indica que en algunas instancias la suplementación con enzimas puede generar dificultades metabólicas en las aves, tal es el caso al momento de degradar polímeros de arabinosa, xilosa y manosa a monómeros que causan efectos más detrimentales que los causados por los polímeros originales.

Además de las causas enunciadas anteriormente se debe considerar que las condiciones de manejo, ambiente, equipo e instalaciones así como la línea genética usada en este ensayo difieren de las condiciones bajo las cuales se desarrolló el ensayo realizado por AVENTIS (2000).

Cuadro 4. Efecto de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> sobre la conversión alimenticia

Días de edad	T1 <sup>1</sup>	T2 <sup>2</sup>	T3 <sup>3</sup>	T4 <sup>4</sup>	P
	----- (g) -----				
7	0.89	0.90	0.88	0.88	
14	1.21	1.24	1.20	1.22	
21	1.32	1.38	1.37	1.37	
28	1.37	1.46	1.46	1.46	
35	1.63 <sup>b</sup>	1.82 <sup>a</sup>	1.81 <sup>a</sup>	1.86 <sup>a</sup>	<0.0001

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales mas 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

<sup>5</sup>Letras distintas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

### 3.4 MORTALIDAD

No se encontraron diferencias en la mortalidad entre los tratamientos (Cuadro 5). La mortalidad observada fue muy baja, y es inferior al 5% aceptado por ALCON en sus operaciones avícolas.

Cuadro 5. Efecto de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> sobre el porcentaje de mortalidad

Días de edad	T1 <sup>1</sup>	T2 <sup>2</sup>	T3 <sup>3</sup>	T4 <sup>4</sup>	P
	----- (%) -----				
7	0.00	0.01	0.03	0.02	
14	0.05	0.03	0.07	0.06	
21	0.09	0.06	0.09	0.08	
28	0.10	0.09	0.11	0.09	
35	0.15	0.17	0.16	0.14	

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

### 3.5 ANÁLISIS PARCIAL DE COSTOS

Hubo un aumento en el costo cuando se incluyó la enzima a la dieta control y una reducción cuando se redujo el contenido de energía y de aminoácidos (Cuadro 6). Sin embargo esta reducción en el costo no logró compensar la menor eficiencia en la conversión alimenticia por lo que el costo por kilogramo de pollo vivo fue mayor con las dietas experimentales.

Cuadro 6. Efecto de la enzima Rovabio Excel<sup>®</sup> sobre los costos relativos de formulación en cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Costo Inicio	Costo Final	Costo Retiro
	-----	(%)	-----
1	100.00	100.00	100.00
2	101.20	101.20	101.20
3	99.39	98.18	98.90
4	98.37	97.16	97.88

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales más 50 g/TM de Rovabio Excel<sup>®</sup>.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

<sup>5</sup>Costo de la inclusión de la enzima 1.02% sobre el costo de la dieta normal ALCON.

#### **4. CONCLUSIONES**

- La adición de las enzimas beta-glucanasa y xilanasa afecta negativamente la productividad de las aves.
- La inclusión de las enzimas beta-glucanasa y xilanasa reduce el costo de formulación, pero dicho ahorro no compensa el menor rendimiento obtenido.
- Bajo las condiciones de este ensayo no se justifica la adición de la enzima beta-glucanasa y xilanasa en dietas basadas en maíz y harina de soya.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

ACAMOVIC, T. 2001. Commercial application of enzyme technology for poultry production. *World's Poultry Science Journal* 57: 225-242

ANNISON, G. 1998. Nuevos métodos para medir los componentes de la fibra de raciones y materias primas. *Rhone Poulenc Animal Nutrition*.

AVENTIS ANIMAL NUTRITION. 2000. Rovabio Excel® Trial's. Department of technical service. Antony Cedex, France.

GERAERT, A; UZU, G.; JULIA, T. 2000. Enzimas NSP: Un progreso en la alimentación de las aves. *Información Técnica En Alimentación Animal*. AVENTIS.

GOTTERBARM, G.G. 2001. El uso de enzimas NSP en alimentos para cerdos y aves. *Información Técnica En Alimentación Animal*. AVENTIS.

JURGENS, M.H. 1997. *Animal feeding and nutrition*. Octava edición. Kendall/Hunt Publishing Company. Iowa State University. Dubuque, Iowa.

MCDONALD P., EDWARDS R., GREENHALG J. 1975. *Nutricion Animal*. Segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

MILES, D. sf. *El uso de enzimas en la nutrición de aves*. Universidad de Florida. Gainesville, Florida.

NEWMAN, C.W. 1994. The United States market for feed enzymes: What opportunities exist? *Biotechnology in the feed industry*. Proceeding of Alltech's Tenth Annual Symposium. Nottingham University Press, Sutton Bonington Campus, Loughborough, Leicestershire LE 12 5RD, UK.

ROSS<sup>®</sup> 2000. Manual de manejo de pollo de engorde. Ross Breeders Limited Newbridge Midlothian EH28 8SZ Scotland, UK.

SAS ( SAS Institute Inc, US). 1994. SAS<sup>®</sup> User's Guide Statistic. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

## 6. ANEXOS

Anexo 1. Temperaturas de peletizado durante la fabricación del alimento.

TRATAMIENTO	TIPO DE ALIMENTO OFRECIDO		
	INICIO	FINAL	RETIRO
	-----T°C-----		
1	82.2	85.0	82.0
2	82.2	85.0	82.2
3	82.2	86.6	81.1
4	83.3	86.6	82.2

<sup>1</sup>Dieta normal ALCON.

<sup>2</sup>Dieta normal ALCON más 50 g/TM de Rovabio Excel®.

<sup>3</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales mas 50 g/TM de Rovabio Excel®.

<sup>4</sup>Dieta disminuida en 50 kcal/kg y 1% menos de aminoácidos totales.

Anexo 2. Temperaturas promedio semanal durante el ensayo.

SEMANA	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA
	-----T°C-----	
1	31.3	28.5
2	29.5	26.6
3	29.4	23.5
4	30.5	22.2
5	31.3	22.3

Anexo 3. Composición de la dieta Ross<sup>1</sup> para parvadas mixtas desarrolladas hasta 1.6-1.8 kg. de peso corporal, aproximadamente a 35 días. Alimento a base de maíz.

	UNIDAD	INICIO		FINAL		RETIRO	
<b><sup>2</sup>AMINOÁCIDOS</b>		Tot <sup>2</sup> .	Disp <sup>3</sup> .	Tot <sup>2</sup> .	Disp <sup>3</sup> .	Tot <sup>2</sup> .	Disp <sup>3</sup> .
Arginina	%	1.53	1.29	1.47	1.23	1.27	1.06
Isoleucina	%	0.90	0.79	0.86	0.75	0.74	0.65
Lisina	%	1.38	1.16	1.30	1.09	1.10	0.92
Metionina	%	0.48	0.44	0.47	0.44	0.42	0.39
Metionina+Cistina	%	0.92	0.81	0.92	0.81	0.82	0.72
Treonina	%	0.85	0.73	0.83	0.71	0.72	0.62
Triptófano	%	0.24	0.21	0.22	0.19	0.19	0.17
<b>MINERALES</b>							
Calcio	%	1.00		0.90		0.85	
Fósforo Disponible	%	0.50		0.45		0.42	
Sodio	%	0.16		0.16		0.16	
Potasio	%	0.40		0.40		0.40	
Cloruro	%	0.16-0.22		0.16-0.22		0.16-0.22	
<b>MINERALES TRAZAS ADICIONADOS POR KG</b>							
Cobre	Mg	8		8		8	
Hierro	Mg	80		80		80	
Manganeso	Mg	100		100		100	
Molibdeno	Mg	1		1		1	
Selenio	Mg	0.15		0.15		0.10	
Zinc	Mg	80		80		60	
<b>VITAMINAS ADICIONADAS POR KG</b>							
Vitamina A	Ui	14000		11000		11000	
Vitamina D3	Ui	5000		5000		4000	
Vitamina E	Ui	50		50		50	
Vitamina K	Mg	4		3		2	
Tiamina (B1)	Mg	3		2		2	
Riboflavina (B2)	Mg	8		6		5	
Ácido Nicotínico	Mg	70		70		40	
Ácido Pantoténico	Mg	20		20		20	
Piridoxina	Mg	4		3		2	
Biotina	Mg	0.15		0.15		0.05	
Ácido Fólico	Mg	2.00		1.75		1.50	
Vitamina B12	Mg	0.016		0.016		0.011	
<b>ESPECIFICACION MÍNIMA<sup>4</sup></b>							
Colina por kg.	Mg	1800		1600		1400	
Ácido Linoleico	%	1.25		1.20		1.00	

<sup>1</sup> Sobre la dieta Ross (2000) se basa la dieta ALCON

<sup>2</sup> Total

<sup>3</sup> Disponible

<sup>4</sup> En la dieta ALCON se añade la enzima fitasa cuya dosificación no se publica por confidencialidad por parte de ALCON S de R. L.

Anexo 4. Comparación de perfiles de Carbohidratos de los principales ingredientes para nutrición animal.

Tipo de Carbohidrato	Maíz	Soya	Trigo	Cebada
	-----%-----			
Mono-Oligosacáridos	2.0	13.7	1.9	2.1
Almidón	69.0	2.7	65.1	58.7
Polisacáridos sin almidón (NSP)	9.7	21.7	11.9	18.6
Carbohidratos Totales	80.7	38.1	78.9	78.4

Fuente : Aventis Animal Nutrition. 2000. Rovabio Trial's

