

ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS EN DIETAS DE
GALLINA LEGHORN BLANCAS ALIMENTADAS
A BASE DE SORGO Y HARINA DE SOYA
DE 18 A 48 SEMANAS DE EDAD

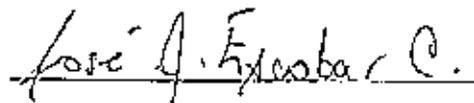
Tesis presentada como requisito para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

Por

JOSÉ ARÍSTIDES ESCOBAR CONTRERAS.

Honduras, 21 de abril de 1997

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

A handwritten signature in black ink, reading "José A. Escobar C.", written over a horizontal line.

José Arístides Escobar Contreras.

Honduras, 21 de Abril de 1997.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por haberme acompañado y dado fuerzas por haberme dado fuerzas estos cuatro años.

A mi esposa Angela y a mi hijita Andrea por su cariño y paciencia, por haberme esperado tanto este tiempo.

A mis padres Aristides Escobar y Blanca Contreras de Escobar por haberme guiado , aconsejado, apoyado y proporcionado todos los medios para realizarme como profesional.

A mi hermano Roberto y a mi hermana Olimpia por su ayuda todo este tiempo.

A mi abuelo José Benito Escobar (Q.D.D.G.) y a Olimpia de Escobar por el esfuerzo que hicieron por sacar a la familia siempre adelante.

A todos mis tíos y primos por su gran apoyo en el momento justo.

A Juan Carlos, Wilfredo, Alvaro, René Barrientos, Julio Vega, Enrique Duarte, Carlos Escobedo, Oscar Carpio, al Ing. Murillo y a Ricardo López, por los buenos momentos compartidos.

A mis cheros de San Sivar, por no dejar que el tiempo se interponga en nuestra amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ayudarme y guardarme en todo momento.

A mi esposa e hijita por darme las fuerzas y amor para seguir adelante.

A mis padres por su apoyo incondicional.

Al Dr. Abel Gernat por su colaboración en mi formación profesional, amistad y buenos consejos.

Al Dr. Isidro Matamoros por su ayuda y conocimientos compartidos en clase.

Al Dr. Raúl Santillán por su ayuda en la realización de este trabajo.

A Piocha, Maru, Sinti, Carla, el Ing. Profe '96 (Drácula), Simón, Juanita, Gerardo por el tiempo que me dedicaron.

A Toño, Fermín, Nayito y Rolando y demás personal de zootecnia por su amistad.

RESUMEN

Para lograr una dieta balanceada al menor costo posible en una explotación avícola, es necesario conocer el factor nutricional y la composición de nuestras materias primas. Debido a la existencia de ciertos factores antinutricionales que no son asimilables por el ave, la utilización de enzimas a dado resultados promisorios mejorando la asimilación de los factores antinutricionales. El objetivo de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de dos diferentes enzimas Agrizyme BMW[®] y Hemicell[®] en la productividad de gallinas Leghorn blancas en condiciones del subtropico. El estudio fue localizado en el galpón de la sección de aves de la E.A.P. con una duración de junio a enero del ensayo, se utilizaron 480 pollonas Leghorn blanca de la línea Hy line CV-18 con una edad de 18 semanas, las cuales fueron alojadas en jaulas de 30.5 cm * 45.5 cm, dando un 461 cm³ por ave. Los tratamientos fueron : T1: dieta control a base de sorgo y harina de soya, T2: dieta control mas Agrizyme BMW[®], T3: dieta control mas Hemicell[®] y T4: dieta control mas Agrizyme BMW[®] y Hemicell[®]. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento usando un diseño de bloques completamente al azar. Las aves recibieron alimento y agua *ad libitum*. Los datos de producción de huevos fueron tomados 3 días durante cada semana desde la semana 18 hasta la semana 48 de edad. La variable mortalidad se tomo a diario a lo largo del experimento. Las variables de consumo de alimento, gravedad especifica, peso del huevo fueron medidos durante 3 días cada 21 días. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables producción de huevos, conversión alimenticia, peso del huevo y mortalidad. Sin embargo se observo una mayor (P=0.05) gravedad especifica en los huevos de las aves alimentadas con Hemicell[®] y la combinación de Agrizyme BMW[®] y Hemicell[®].

CONTENIDO

	pág.
Portadilla.....	i
Derechos de autor	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	5
II. MATERIALES Y METODOS	
2.1. Localización y duración.....	6
2.2. Animales.....	6
2.3. Tratamientos.....	6
2.4. Diseño experimental.....	6
2.5. Parámetros de evaluación.....	7
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1. Producción de huevos.....	8
3.2. Consumo de alimento.....	8
3.3. Calidad del huevo.....	10
3.4. Ganancia de peso y mortalidad.....	11
IV. CONCLUSIONES.....	13
V. RECOMENDACIONES.....	14
VI. BIBLIOGRAFIA.....	15
VII. ANEXOS.....	18

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Efecto de Hemicell y Agrizyme BMW en la productividad de ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad.....	10
Tabla 2. Efecto de Hemicell y Agrizyme BMW en las características del huevo en ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad.....	11
Tabla 3. Efecto de Hemicell y Agrizyme BMW sobre la ganancia de peso y mortalidad en ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad.....	12

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Efecto de Hemicell y Agizyme BMW tienen en producción de huevos en ponedoras Leghorn blancas de 18 -48 semanas edad..... 9

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Dieta para gallinas fase 1 de postura y análisis calculado para la dieta de gallinas en fase 1 de postura.....	19
Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Producción de huevos y Consumo de alimento en aves de postura.....	20
Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Conversión alimenticia.....	20
Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable Gravedad específica y mortalidad.....	21

L INTRODUCCIÓN

La formulación típica de las raciones alimenticias es muy variable y dependiente del costo de los ingredientes, el que a su vez está condicionada a la disponibilidad de estos; debido al alto costo de algunas materias primas, la industria comercial de aves esta tratando de formular las dietas al menor costo posible. Para lograr una dieta balanceada al menor costo se deben definir ciertos aspectos como: a) La composición de las materias primas; b) los requerimientos del ave (Wyatt *et al.*, 1992). Debido a que los cereales son la principal fuente de energía en dietas de aves, se están buscando fuentes que puedan mejorar el aprovechamiento de estos.

El uso de enzimas es una practica común en Europa y está tomando fuerzas en Norte América. Esto se debe al incremento en diversidad de subproductos de la industria de alimentos, que están siendo utilizados como ingredientes en las dietas. Enzimas pueden ser usadas, para reducir el efecto de factores antinutricionales, reducir los costos de manufactura, reducir la variabilidad de los nutrientes y aumentar su biodisponibilidad en el alimento (Ferket, 1992).

Para poder utilizar enzimas eficientemente es necesario conocer un poco acerca de estas. Biológicamente, enzimas son proteínas funcionales que catalizan o aceleran un rango específico de reacciones. Las enzimas exógenas actúan de la misma forma que las endógenas, tienen un sitio activo con la capacidad de actuar sobre un determinado sustrato hidrolizándolo; esta acción catalítica es a su vez, tremendamente específica. Enzimas son clasificadas dependiendo del sustrato en el cual ellas reaccionan, y por su especificidad (Ferket, 1992).

Además de sus funciones sobre el sustrato, las enzimas tienen otras características. Las enzimas no son organismos vivos, son el producto de esos organismos; como son las bacterias, levaduras, mohos y tejidos vegetales. La mayoría de las enzimas comerciales provienen de origen bacterial (*Bacillus sp.*) ó fungoso (*Aspergillus sp.*).

Hay algunos puntos claves que se deben de tomar en cuenta al trabajar con enzimas exógenas, hay que recordar que ellas deberán soportar los rigores del procesado de alimentos (temperatura, presión, y humedad), junto con el medio ambiente adverso que hay en el tracto digestivo. Estas deberán de soportar los cambios de pH y el ataque de enzimas proteolíticas.

Para comprender el modo de acción de las enzimas, hay que saber un poco acerca de la estructura del grano. La parte más importante del grano desde el punto de vista alimenticio es el almidón, el cual forma alrededor de 60-70% del grano (Annison, 1990).

El almidón se encuentra dentro de células de paredes delgadas ubicadas en el sector del grano conocido como endosperma. El endosperma esta rodeado por varias capas de células con paredes gruesas que en conjunto se conocen como aleurona, estructura que protege al grano.

Para que el ave pueda utilizar el almidón de los granos, tiene que romper las barreras mencionadas anteriormente. La última barrera que se debe traspasar para llegar al almidón, es la propia pared celular de las células; esta pared es la más fácil de romper ya sea por la acción mecánica de la molleja del ave, como por el procesado de los alimentos. Las paredes de la aleurona son las más difíciles de destruir.

La fuente principal de energía en muchos países utilizada en dietas de aves y cerdos es el maíz, sin embargo en varias regiones del mundo, otras fuentes de energía como trigo, cebada, centeno y avena están disponibles, pero no han sido utilizadas intensamente porque la disponibilidad de energía es muy baja en esos granos (Guenther, 1993). Se ha visto que la eficacia de las enzimas para mejorar el valor nutritivo de dietas que contienen materias primas como el maíz, sorgo y harina de soya, es menor en comparación con las enzimas que se utilizan para mejorar la digestibilidad de los trigos, centenos, avenas y cebadas; esto es debido a que estos granos contienen una mayor cantidad de factores antinutricionales como lo son los Polisacáridos No Almidonados (PNAs).

El problema de digestión de las paredes celulares del endosperma son los PNAs. Los no-rumiantes, no producen enzimas capaces de digerir los PNAs como lo son los beta-glucanos, arabinosilanos, beta-mannanos, pentosanos, etc. Se ha puesto mucho interés en tratar de remover estos polímeros los cuales encapsulan el material contenido dentro del endospermo de los granos.

Varias técnicas de procesado, particularmente peletizado y extrusión, causan un daño significativo a las paredes celulares del endospermo y la gelatinización del almidón (Tovar *et al.*, 1991) aumentando la digestibilidad.

Originalmente PNAs eran considerados como contribuidores menores através de la fermentación en el intestino delgado de los monogástricos. Recientemente estos PNAs han venido demostrando que ejercen un efecto antinutricional a bajos niveles en dietas de aves (Annison *et al.*, 1992).

Otro efecto observado en estudios anteriores, indican que estos PNAs son las fracciones responsables de impedir la digestión y además de aumentar la viscosidad dentro del ambiente intestinal (White *et al.*, 1983; Antoniou *et al.*, 1982).

Según Bedford y Classen (s.f.), el rango de crecimiento y conversión alimenticia bajan significativamente, mientras que el contenido de humedad en la cama aumenta a medida aumentan estos PNAs. Este aumento en el contenido de humedad en la cama, se debe a la facilidad de absorción de agua y de inchamiento que poseen los PNAs.

Guenther (1993) confirma que, aparte de la baja digestibilidad, los PNAs cuando no digeridos aumentan la viscosidad del material que está en el intestino. El aumento de viscosidad causa una reducción en la difusión de nutrientes (Fengler y Marquardt, 1988), reduce el paso de alimento (Salih *et al.*, 1991) y aumenta las poblaciones microbianas en el intestino delgado. Los aumentos en poblaciones microbianas, son debidos a la disminución en el transito de alimento; lo cual da oportunidad a las bacterias intestinales de multiplicarse y migrar a partes superiores en el intestino delgado. Esta microflora también va a digerir y utilizar almidones y proteína de la digesta, y competirá con el hospedero por nutrientes (Feighner y Dashkevich, 1988).

Enzimas suplementadas en las dietas, pueden aumentar la eficiencia de la acción de las enzimas endógenas, disminuyendo la cantidad de residuo que llega al intestino grueso, y luego, reduciendo la acción de los microorganismos sobre este sustrato (Choct *et al.*, 1995)

Estas enzimas exógenas hoy disponibles, digieren polímeros glicídicos complejos en monómeros, que son de fácil absorción. Si no son digeridos, esos polímeros quedan disponibles a los microorganismos, especialmente los existentes en el intestino grueso, que producen ácidos grasos volátiles, también parcialmente empleados por los hospederos como fuente de energía, pero sin la misma eficiencia de los monómeros glúcidos (Penz, 1995).

Annison y Choct (1993) utilizando la enzima glucanasa observaron que la principal razón del mejor rendimiento de las aves, recibiendo una dieta a base de trigo con baja energía metabolizable acumulada (EMA), fue que la glucanasa permitió la hidrólisis de los PNAs, facilitando la absorción de los monómeros y disminuyó la viscosidad de la digesta. Choct y Annison (1992) en otro experimento aislaron PNAs provenientes de trigo y lo adhirieron a una dieta a base de sorgo. Resultados indicaron que efectos negativos en la viscosidad fueron igualmente aparentes en la digestión de almidón y proteína, y aún más aparente en la digestión de las grasas.

Wenk (1993) sugiere que encontrar una manera económica de digerir esos constituyentes glicídicos PNAs de los granos permitirá un gran avance en la nutrición animal. Las enzimas tienen su mayor potencial en dietas que contienen factores antinutricionales ó PNAs lo cual inhibe la disponibilidad de nutrientes; ya que estos son el blanco principal de las enzimas.

Cowan 1990 citado por Penz, 1995, dice que maíz y sorgo, que contienen cantidades bajas de PNAs solubles, son menos susceptibles a la adición de enzimas exógenas, pero un 2-3% de mejora en conversión alimenticia es usualmente lograda con estos materiales.

La eficacia de enzimas para mejorar el valor nutritivo de dietas a base de maíz y harina de soya, es menor que la de enzimas utilizadas en granos más pequeños. Una significativa fracción de la harina de soya es indigerible, y esta fracción puede interferir con la digestibilidad de la fracción proteica. Suplementación con alfa-galactosidasa, puede mejorar el valor nutritivo de dietas a base de maíz y harina de soya, aún cuando esta enzima es capaz de degradar pectinas como estachiosa y rafinosa. Una mezcla de enzimas que contenga glucanasas, galactosidasas, y proteinasas puede trabajar de forma sinérgica para mejorar el valor nutritivo de dietas conteniendo altos niveles de harina de soya (Ferket, 1992). Zafari y Ferket (1990) observaron que una mezcla compleja de enzimas era más eficiente en mejorar el valor nutritivo de dietas a base de maíz y harina de soya para pollos de engorde.

La harina de soya y otras leguminosas contienen beta-mannanos, que es un componente indigerible en estos granos (ChemGen Corp, 1996).

Estos beta-mannanos representan alrededor del 2% de la harina de soya y el problema de los beta-mannanos radica en bloquear receptores en el duodeno y yeyuno impidiendo la absorción de hidratos de carbono y otros nutrientes (Dale, 1997). La adición de beta-mannanasas, enzima que puede degradar estos factores (beta-mannanos) los cuales son indigeribles, mejora la absorción de nutrientes, y aumenta la energía metabolizable del alimento.

El contenido de PNAs en el sorgo oscila alrededor de un 12%, el cual es relativamente bajo a comparación de otras materias primas como la harina de soya que

contiene 23% de PNAs, o el salvado de trigo que contiene alrededor de un 34% de PNAs. En cuanto al contenido de beta-mannanos del sorgo, es alrededor de 0.1%, pentosanos 4.1%, beta-glucanos 1.0%. La adición de beta-glucanasas y pentosanasas puede destruir estos compuestos (pentosanos y beta-glucanos) los cuales son indigeribles por las aves.

El uso de enzimas exógenas, adheridas en las raciones alimenticias, ha sido estudiada en su mayoría para pollos de engorda, pavos y cerdos. Debido a la mejora vista en el desempeño de estos animales, se están comenzando a realizar pruebas en gallinas ponedoras, ya que no se han echo estudios específicamente con estas enzimas en estos animales, y se cree que puede tener un impacto positivo en estas (Dale, 1997).

Hemicell⁶³ es un producto que contiene la enzima beta-mannasa, proveniente de la fermentación de la bacteria *Bacillus lentus*; la cual tiene la capacidad de destruir a los beta-mannanos, sustancias que bloquan receptores en el duodeno y yeyuno e impiden la absorción eficiente de hidratos de carbono y otros nutrientes.

Agrizyme BMW⁶⁴ es un producto que contiene las enzimas beta-glucanasa y pentosanasa, proveniente de la fermentación de el hongo *Aspergillus niger*. Este producto ha sido formulado para ser aplicado a dietas de aves que contengan ingredientes como: maicillo, avena, trigo, arroz, y sorgo. Este producto contiene la mezcla de estas dos enzimas, beta-glucanasas y pentosanasas las cuales ayudan a mejorar la digestibilidad de las materias primas mencionadas anteriormente, degradando algunos de los factores antinutricionales que se encuentran en estos como glucanos y pentosas.

El énfasis en el estudio de enzimas, radica sobre el efecto que causan en el aumento de digestibilidad de los nutrientes en las dietas, la reducción de los inhibidores de crecimiento que se encuentran en las materias primas, y por ende, la disminución en los costos de producción.

El uso de enzimas exógenas puede llegar a tener un gran impacto en la alimentación de monogástricos, debido a que estos son menos eficientes en digerir ciertos compuestos como los PNAs.

Debido a que energía juega un papel importante en los costos de elaboración de alimentos balanceados para aves y cerdos, se ha visto que con la adición de enzimas exógenas, pueden reducirse estos niveles de energía, y esto trae como consecuencia una baja en la fabricación del alimento.

El uso de enzimas en los concentrados de las aves continuará su popularidad a medida que estas mejoren su calidad y efectividad. La manera en que funcionan las enzimas no se conoce completamente, lo que implica que deberá de hacerse mas investigación acerca de la forma en que estas trabajan en las distintas materias primas.

Objetivo general.

Evaluar el efecto de el uso de enzimas endogenas en dietas a base de sorgo y harina de soya, en gallinas ponedoras de 18 a 48 semanas de edad.

Objetivos específicos.

Medir el efecto que pueda tener la suplementación de enzimas exógenas en la producción y calidad de los huevos.

Determinar en que medida la adición de enzimas exógenas a la dieta de ponedoras puede afectar el consumo de alimento, ganancia de peso y mortalidad de estas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y duración

Este estudio se llevó a cabo en la sección de aves de la Escuela Agrícola Panamericana, la cual está ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras; a una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C, y una precipitación de 1200mm anuales. El tiempo de duración del estudio fue de 30 semanas, iniciando en junio de 1996 y finalizando en enero de 1997.

2.2. Animales

En este ensayo se utilizaron 480 gallinas provenientes de un lote comercial, de la raza Leghorn blancas, de la línea Hy-Líne CV-18, con 18 semanas de edad. Las gallinas fueron alojadas 3 aves, en jaulas convencionales, de 30.5cm de ancho por 45.4 cm de profundidad, resultando una área de 461 cm² por ave.

Las jaulas estaban dispuestas en dos secciones de cuatro hileras arregladas en forma escalonada, conteniendo 20 jaulas por hilera. Cada hilera o bloque contenía cuatro tratamientos.

2.3. Tratamientos

Se utilizaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Estos tratamientos consistían en: T₁= Dieta control a base de sorgo y soya; T₂= Dieta control más Agrizyme BMW[®]; T₃= Dieta control más Hemicell[®]; y T₄= Dieta a base de sorgo y soya más Agrizyme BMW[®] y Hemicell[®]. Ambas enzimas se aplicaron en una cantidad de 454 grs. por tonelada de alimento.

2.4 Diseño Experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar, el cual consistió de cuatro tratamientos. Cada bloque contenía los cuatro tratamientos asignados al azar y se le asignó a cada tratamiento 4 jaulas con 3 ponedoras cada una, para obtener un total de 12 aves, dando un total de 384 gallinas en los tratamientos. Las gallinas de las dos jaulas de cada extremo de los bloques servían para el efecto de borde, y además, fueron asignados los 4 tratamientos para usar como reemplazo de las aves muertas del mismo tratamiento, con el fin de mantener una densidad constante.

2.5 Parámetros de evaluación

2.5.1 Producción (%): La producción fue tomada en los 8 bloques, tres días a la semana, durante las 30 semanas que duró en total el experimento.

2.5.2 Consumo y Conversión de alimento: Ambas fueron tomadas en 4 de los 8 bloques, durante una semana cada 21 días. El consumo de alimento fue medido en g/ave/día, mientras que la conversión de alimento fue medida en g de huevo por g de alimento y kg. alimento/docena de huevos.

2.6 Calidad de huevo

2.6.1 Peso del huevo (g): El peso de los huevos se tomó durante 3 días consecutivos, cada 21 días, de los mismos bloques que se emplearon para evaluar producción y consumo.

2.6.2 Gravedad específica: Una vez terminado el pesado de los huevos, se prosiguió a la toma de la gravedad específica. Esta prueba se realiza a través del método de flotación a distintas concentraciones salinas, las cuales variaban en un rango desde 1.068 N en incrementos de 4 puntos hasta llegar a 1.100 N. Estas concentraciones fueron determinadas haciendo uso de un hidrómetro y se verificaron antes de cada toma de datos. Las tomas de datos se realizaron por tres días cada veintidós días, junto con peso de huevo; estas fueron tomadas en baldes con distintas concentraciones salinas.

2.7 Peso del ave (g): En cuatro de los ocho bloques se tomó el peso del ave al iniciar y al finalizar el estudio, para determinar las ganancias en peso.

2.8 Mortalidad (%): Esta fue tomada a diario en las jaulas individuales de los 4 tratamientos, en los 8 bloques durante todo el transcurso del experimento.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Producción de huevos.

Se observó un pequeño incremento aunque no significativo en la producción de huevos con la adición de la enzima pentosanasa más betaglucanasa (Agrizyme BMW[®]) y (Agrizyme BMW[®]) y beta-mannanasa (Hemicell[®]) adheridas en conjunto a la dieta (Tabla I). En la Figura 1, pudo observarse que la curva de producción de huevos fue similar para todos los tratamientos, a excepción de Hemicell, el cual tuvo una baja en producción entre las semanas 30 y 38. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Berg (1959) en ponedoras alimentadas con dietas a base de maíz y avena más suplementación con enzimas de origen fungal, quien tampoco obtuvo diferencias en la producción de huevos, y Wyatt (1990) quien suplementó beta-glucanasa a dos variedades distintas de avena, con diferentes niveles de beta-glucanos, y tampoco encontró diferencias significativas en la producción de huevos. Wyatt *et al* (1991) comparó una dieta a base de maíz y otra de cebada más suplementación con beta glucanasa y no obtuvo diferencias en producción de huevos.

Esto pudo ser atribuido a factores nutricionales, debido a que los granos utilizados, son asimilables en gran proporción por las aves y pueda que no necesiten la adición de estas enzimas exógenas para mejorar su asimilación. También pudo haber influido los niveles de PNAs contenidos en el sorgo y la harina de soya, ya que puede ser que no contengan los niveles de PNAs en las cantidades que puedan afectar a el ave (Ferket, 1993; Gómez, 1997).

3.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento no fue afectado por la adición de las enzimas exógenas en la dieta en los diferentes tratamientos. Wyatt *et al.* (1991), encontró que no habían diferencias en consumo de alimento en ponedoras alimentadas con maíz o con avena más una suplementación con la enzima beta-glucanasa. Investigaciones realizadas en 1992 (anónimo), tampoco encontró diferencias en consumo al suplementar beta glucanasa a dos variedades de cebada con diferentes niveles de beta-glucanos. Berg (1959) no encontró diferencias significativas en conversión de alimento al utilizar dietas a base de maíz, cebada y cebada más suplementación de una enzima de origen fungal. Wyatt (1990), quien utilizó una dieta a base de maíz con y sin suplementación de la enzima beta-glucanasa, y no encontró diferencias en consumo de alimento.

La edad cronológica del ave, pudo haber jugado un papel importante en los resultados obtenidos en el experimento, debido a que estas en su estado adulto poseen una mayor capacidad digestiva, debida a la mayor superficie de vellosidades intestinales (Villis) y a la mayor producción de enzimas por el páncreas a diferencia de las aves jóvenes, que solo producen las cantidades necesarias, para poder asimilar ciertos compuestos de los granos (Nitsan. *et al*, 1993 y Yamauchi. *et al*, 1991).

FIGURA 1. EFECTO DE AGRIZYME BMW Y HEMICELL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS EN PONEDORAS LEGHORN BLANCAS DE 18 A 48 SEMANAS DE EDAD

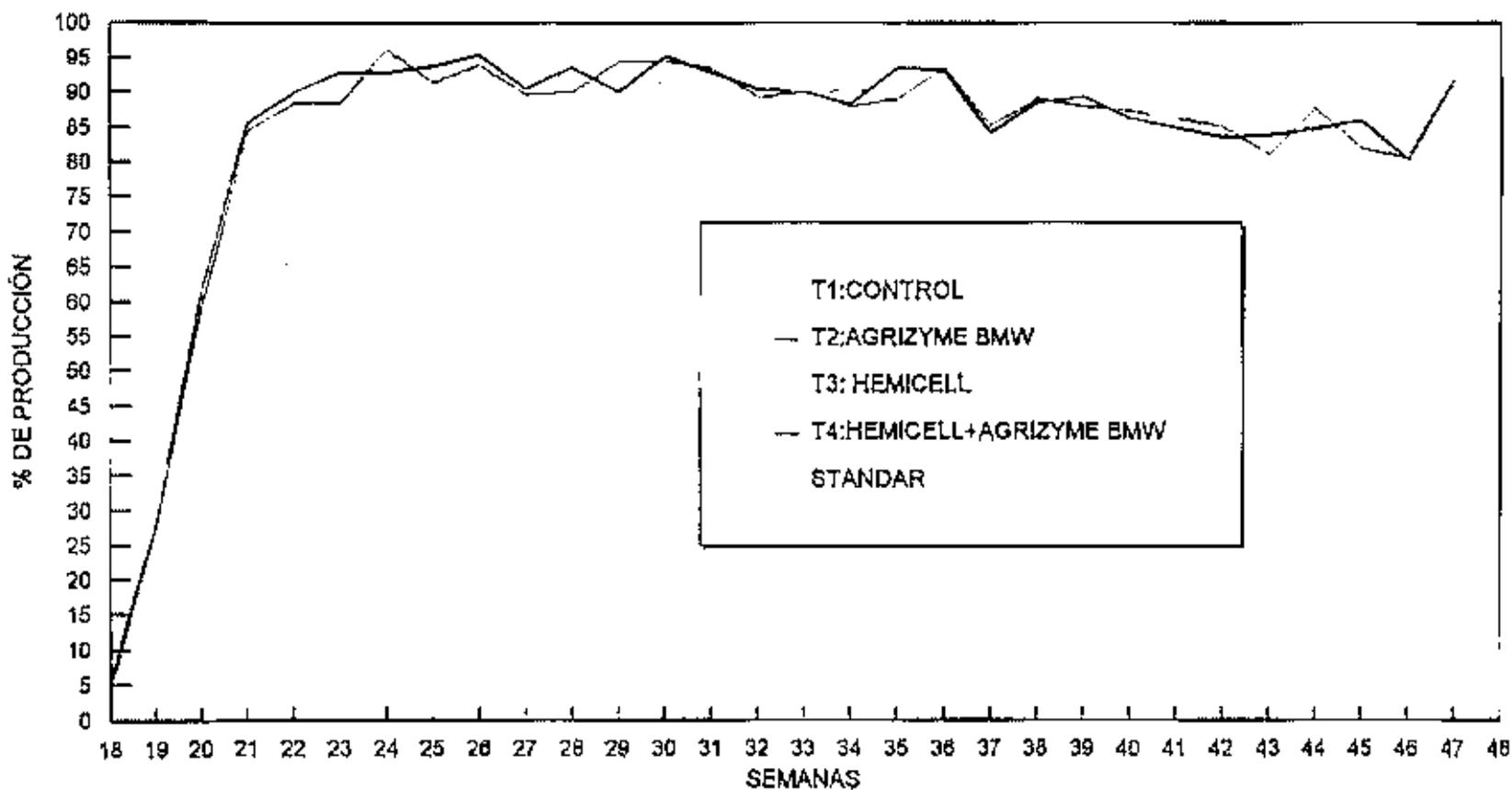


TABLA 1. Efecto de Hemicell[®] y Agrizyme BMW[®] en la productividad de ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad.

Variables	Producción de huevos	Consumo de alimento	Conversión de alimento	
	(%)	(g/ave/día)	(kg/dz)	(gh/ga) ²
Control	82.5	103.0	1.50	.569
Agrizyme BMW [®]	82.9	103.2	1.49	.559
Hemicell [®]	81.9	104.0	1.52	.557
A + H ¹	83.3	104.3	1.50	.562

¹ A + H= Agrizyme BMW[®] más Hemicell[®] combinadas.

² gh/ga= gramo de huevo por gramo de alimento

En cuanto a la influencia de las enzimas sobre la conversión alimenticia, para la primera variable (Kilogramos de alimento/Docena de huevos) no se llegaron a observar diferencias significativas. Wyatt (1990), quien utilizó una dieta a base de maíz con y sin suplementación de la enzima beta-glucanasa, no encontró diferencias significativas en conversión alimenticia. Wyatt *et al* (1991) tampoco encontraron diferencias en conversión de alimento en dietas a base de maíz, cebada y cebada más suplementación con Avizyme (beta-glucanasa). Cowan (1990), encontró diferencias de 2-3% de mejora en conversión alimenticia al adherir enzimas exógenas en dietas a base de maíz y harina de soya, aunque de igual forma no fueron significativas.

En cuanto a la segunda variable (gramos de huevo/gramos de alimento) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto pudo deberse a la alta digestibilidad las materias primas con las que se trabajó (Ferket, 1993; Gómez, 1997) ya que estas no llegaron a contener factores antinutricionales en las cantidades que pudieran afectar a el ave, a la vez, aves en su estado adulto poseen mayor área de absorción de alimento en el intestino delgado y producen mayor cantidad de enzimas las cuales le ayudan a una mejor digestión de nutrientes en comparación con pollitas en desarrollo (Nitsan, *et al*, 1993 y Yamauchi, *et al*, 1991). También pudo deberse a que no hubo diferencias en producción de huevos entre los tratamientos.

3.3 Calidad del huevo

En la Tabla 2, se observa que el peso de los huevos no se vio afectado significativamente por la adición de enzimas en la dieta. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Wyatt (1991), quien utilizó dietas a base de maíz y avena más la

enzima beta-glucanasa y no encontró diferencias significativas en el incremento en peso de los huevos. Investigaciones realizadas en 1992 (anónimo), tampoco encontró diferencias en el peso de los huevos al suplementar beta glucanasa a dos variedades de cebada con diferentes niveles de beta-glucanos.

Esto pudo deberse a que las ponedoras en los distintos tratamientos, tuvieron la misma eficiencia en extraer aminoácidos y lipoproteínas del alimento, los cuales son factores que afectan en el tamaño y peso de los huevos.

TABLA 2. Efecto de Hemicell[®] y Agrizyme BMW[®] en las características del huevo en ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad

Variables	Peso de huevo (g)	Gravedad específica
Control	58.5	1.080 ^{ab}
Agrizyme BMW [®]	57.6	1.079 ^b
Hemicell [®]	57.7	1.080 ^{ab}
A + H ¹	58.4	1.081 ^a

¹ A + H= Agrizyme BMW[®] mas Hemicell[®] combinadas.

^{ab}P(< 0.05).

Se encontraron diferencias significativas (P< 0.05), para la variable gravedad específica, Tabla 2. Los huevos puestos por las ponedoras suplementadas con la combinación de enzimas Agrizyme BMW[®] mas Hemicell[®], tuvieron una cascara con una mayor gravedad específica (1.081) en comparación con los cascarones de huevos puestos por ponedoras con la dieta control (1.080) o las suplementadas solo con Hemicell[®] (1.080), y fue aun menor el de las ponedoras que se suplementaron con Agrizyme BMW[®] (1.079). Esto pudo deberse a que el uso de enzimas tiende a mejorar la absorción de vitamina D, que se cree puede tener un impacto positivo en la calidad de cascara, aunque aun no ha podido demostrarse (Philippe, 1995).

3.4. Ganancia de peso y mortalidad

Las ganancias de peso, que se expresaron en porcentaje de peso incrementado con relación al peso que las aves tenían al inicio, mejoró un 6% en las gallinas suplementadas con Agrizyme BMW[®], y un 7% para las gallinas suplementadas con Hemicell[®]. Aunque estas diferencias no llegaron a ser significativas. Tabla 3. Estos resultados son similares a los encontrados por Classen *et al* 1988, quien no encontró diferencias en ganancias de peso en ponedoras alimentadas con dietas a base de cebada, con y sin un suplemento enzimático de origen fúngal y Wyatt. *et al* 1990, quien no encontró diferencias en ganancias de peso en ponedoras alimentadas con dietas a base de maíz con y sin la suplementación de la enzima beta-glucanasa.

Estas pequeñas diferencias encontradas entre los tratamientos, pudo haberse atribuido a que las enzimas tuvieron un efecto en mejorar la energía disponible en el alimento al ave.

TABLA 3. Efecto de Hemicell[®] y Agrizyme BMW[®] sobre la ganancia de peso y mortalidad en ponedoras Leghorn blancas alimentadas con dietas a base de sorgo y harina de soya de 18-48 semanas de edad

Variables	Ganancia de peso (%)	Mortalidad
Control	22.0	0.89
Agrizyme BMW [®]	27.9	1.28
Hemicell [®]	28.9	1.88
A + H ¹	22.7	0.51

¹A + H= Agrizyme BMW[®] mas Hemicell[®] combinadas.

Berg (1959), pudo encontrar mejoras en ganancias de peso al adherir enzimas en dietas de aves a base de avena, aunque estas no superaron a las ganancias de peso obtenidas en dietas a base de maíz.

No se observaron diferencias entre la mortalidad en los distintos tratamientos, a través de lo largo del experimento

BIBLIOGRAFIA

- Annison, G., 1990. Polissacharide composition of australian wheats and the digestibility of their starches in broiler chickens. *Aust. J. Exp. Agric.* 30:183-186.
- Annison, G. Choct, M. 1992. Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens: roles of viscosity and gut microflora. *British Poultry Science* 33: 821-834.
- Annison, G. y M. Choct, 1993. Enzymes in Poultry Diets. In: *Enzymes in animal Nutrition Proceedings of the 1st Symposium, Suiza*, p. 61-68.
- Antoniou, T.C and R.R. Marquardt, 1982. The utilization of rye by growing chicks as influenced by autoclave treatment, water extraction, and water soaking. *Poultry Sci.* 62:91-102.
- Bedford, M.R. and H.L. Classen, (In press). Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and feed conversion. *J. Nutr.*
- ChemGen Corp, 1996. *Biotechnology for the Feed Industry*.
- Charlton, P., 1991. Expanding enzyme applications: Higher amino acid and energy values for vegetable proteins. Alltech UK, Wrexham Industrial Estate, Wrexham, Clwyd, UK.
- Choct, M., Hughes, R.J., Bedford, M.R., Morgan, A.J. and Annison, G. (1995). Feed enzymes eliminate the anti-nutritive effect of non-starch polysaccharides and modify fermentation in broilers. *Australian Poultry Science* 7:121-125.
- Classen, H.L., G.L. Campbell, B.G. Rossnagel, and R.S. Bhatta, 1988. Evaluation of hulles barley as replacement for wheat or conventional barley in laying hens diets. *Can. J. Anim. Sci.* 68:1261-1266.
- Dale, N. 1997. Comunicación personal.
- Feighner, S.D. and M.P. Dashkevicz, 1988. Effect of dietary carbohydrates on bacterial cholyl-taurine hydrolase in poultry intestinal homogenates. *Appl. Environ. Microbiol.* 54:337-342.
- Fengler, A.I. and R.R. Marquardt, 1988. Water soluble pentosans from rye: II. Effects on rate of dialysis and on the retention of nutrients by the chick. *Cereal Chem.* 65:298-302.

IV. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

1. No existió mayor beneficio en la suplementación de las enzimas Agrimizyme BMW y Hemicell sobre la productividad de ponedoras de 18-46 semanas de edad.
2. La suplementación con la combinación de las enzimas betamannanasas (Hemicell) y beta-glucanasa y pantosanasas (Agrimicine BMW) resultó efectiva en mejorar la variable gravedad específica.
3. El uso de enzimas en las dietas de gallinas ponedoras continuara aumentando su popularidad, cuando su calidad, desempeño en el uso efectivo de estas aumente.

V. RECOMENDACIONES

5.1 Recomendaciones

1. Se recomienda el uso de enzimas exógenas en la alimentación de gallinas ponedoras, cuando se utilizan materias como el caso de trigo, avena, cebada y centeno, las cuales contienen mayores cantidades de factores antinutricionales y por ende, mayores problemas de asimilación por las aves.
2. Se recomienda la suplementación de enzimas exógenas en las dietas de gallinas ponedoras, disminuyendo los niveles energéticos y de proteína en la ración, ya que es en este tipo de raciones donde pueden tener mayor impacto.
3. Se recomienda probar diferentes mezclas (cocteles de enzimas), para ayudar a destruir algunos de los factores antinutricionales que se encuentran en los granos.
4. Se recomienda hacer mas trabajos de investigación con gallinas suplementadas con enzimas o mezclas enzimáticas para poder lograr diferencias en la productividad, conversión y calidad de los huevos.
5. Se recomienda hacer mas estudios suplementando enzimas en las dietas de pollos de engorde y pollitas, ya que el uso de enzimas exógenas se ha visto tiene un mayor efecto de aves de corta edad.

- Ferket, P.R., 1992. Use of barley in growig turkey diets. Proc. Minnesota Nutr. Conf. 53:251-259.
- Ferket, P.R., 1993. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. J. Appl. Poultry Research, 2:75.
- Gómez, F. 1997. Comunicación personal.
- Guenter, W., 1993. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredients in growing poultry Research, 2:82.
- Nitsan, Z. and M. Mahgna, 1993. Comparative growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. Br. Poultry Sci. 34:523-532.
- Penz, A., 1996. Enzimas y preservadores en dietas de aves y cerdos. Alimentos Balanceados para Animales. p. 16-24.
- Philippe, L.N. 1995. Enzyme utilisation in hen diets. International Hatchery Practice.
- Salih, M.E., H. L. Classen, and G.L. Campbell, 1991. Response of chickens fed hulls barley to dietary beta-glucanase at different ages. Anim. Feed Sci. Technol. 33:139-149.
- Tovar, J., A. Francisco, I. Bjork, and N. Asp, 1991. Relationship between microstructure and in vitro digestibility of starch in pre-cooked leguminous seed flours. Food Struct. 10:19-26.
- Wyatt, C.I. and T.N. Goodman, 1992. An evaluation of the chemical composition and metabolizable energy values of Northwest barley cultivars grown at different geotropical locations. Poultry Sci. 69 (Suppl. 1): 146.
- Wenk, C., 1993. What are the benefits carbohydrases in the nutrition of monogastric farm animals, In: Enzymes in Animal Nutrition-Proceedings of the 1st Symposium, Suiza, p.41.
- Wyatt, C.L., 1990. The utilization of barley in laying hen rations: An update on energy content of barley and effects on egg cholesterol. Proceedings 25th Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, pp. 13-27.
- Wyatt, C.L., T.N. Goodman, and P. Dellplain, 1991. Effect of formulating diets using differing Wanabet barley energy data on laying hen performance and abdominal fat content. Poultry Sci. 70 (Suppl.1):188.
- White, W.B., H.R. Bird, M.L. Sunde, and J.A. Marlett, 1983. Viscosity of beta-glucan as a factor in the improvement of barley for chicks. Poultry Sci. 62:853-858.

Yamauchi, K. and Y. Isshiki, 1991. Scanning electron microscope observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. *Br. Poultry Sci.* 32:67-78

Zatari, J. And P R ferket, 1990. The effect of enzyme supplementation of corn-soy diets on the performance of broilers. *Poultry Sci.* 69(1):149

ANEXOS

Anexo 1. Dieta base de postura

<u>Ingredientes</u>	<u>(%)</u>
Sorgo	65.781
Harina de Soya (48%)	16.357
Harina de carne	8.000
Carbonato de calcio	7.052
Sal	0.350
Aceite vegetal	2.000
Premezcla ponedoras	0.230
Higromix	0.070
Carofil	0.002
D-L metionina	0.158

- Los valores de la dieta son dados en base de 100 lbs

Análisis calculado para dieta base de postura

<u>Nutriente</u>	<u>Cantidad</u>
Energía metabolizable ¹	2900
Proteína (%)	17
Calcio (%)	3.7
Fósforo ² (%)	0.465
Sodio (%)	0.241
Cloro (%)	0.291
Metionina (%)	0.400
Cistina (%)	0.304
Lisina (%)	0.938

¹. Kcal/Kg.

². Fósforo disponible

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la producción de huevos y consumo de alimento

Fuente	G.L.	Producción de huevos	Consumo de alimento
Modelo	43	17802.17	4739.86
Tratamiento	3	80.04	33.73
Error	78	3100.07	2204.46
C.V.		5.64	5.14
R ²		0.97	0.68
Valor F (trat)		0.67	0.40
Probabilidad		0.57	0.75

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable conversión alimenticia.

Fuente	G.L.	F _{conv} ¹	F _{conv} ²
Modelo	43	9.37	0.21
Tratamiento	3	0.28	0.00
Error	78	2.78	0.07
C.V.		12.6	5.3
R ²		0.77	0.75
Valor F (trat)		0.22	0.82
Probabilidad		0.87	0.48

¹ Kg de alimento/docena de huevos.

² Gramos de huevo/gramos de alimento.

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la variable gravedad específica y mortalidad

Fuente	G.L.	Gravedad específica	Mortalidad
Modelo	43	482.32	482.32
Tratamiento	3	0.00003	29.85
Error	78	0.00012	948.24
C.V.		0.11799	300.83
R ²		0.84	0.33
Valor F (trat)		6.57	0.69
Probabilidad		0.04**	0.57n.s.

** Valor estadísticamente significativo con (P=0.04)