

## EFEECTO DE UN COMPLEJO DE VITAMINAS Y AMINOÁCIDOS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS

## EFFECT OF VITAMINS AND AMINO ACID COMPLEX IN PERFORMANCE LAYING HENS

## EFEITO DA COMPLEXO VITAMÍNICO E AMINOÁCIDOS EM O DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DE GALINHAS POEDEIRAS

MÓNICA MARÍA ESTRADA P.<sup>1</sup>, LUIS FERNANDO RESTREPO B.<sup>2</sup>

### RESUMEN

*Los sistemas intensivos de producción de huevo comercial pueden conllevar a las aves a un estado de inmunodepresión, esto puede ser mitigado con el suministro de nutrientes que activen los mecanismos fisiológicos del animal. Este trabajo evaluó el efecto de un complejo de vitaminas y aminoácidos en el desempeño productivo de gallinas ponedoras. Un lote de 20395 gallinas de la línea Lohmann LSL, se dividió en dos grupos, el primer grupo recibió el tratamiento de vitaminas y aminoácidos (T2), el segundo grupo se estableció como el control (T1). Se empleó la estadística de T2 de Hotelling, se utilizó el método de Spearman para la determinación de la relación entre variables donde el análisis se suplementó por medio de la técnica descriptiva unidireccional. Para las variables productivas consumo de alimento, porcentaje de producción de huevos, huevo ave alojada, viabilidad y conversión alimenticia se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) en el efecto promedio de los grupos tomando en forma simultánea todas las variables respuesta. El grupo (T2) presentó mejor desempeño productivo.*

---

**Recibido para evaluación:** 23/03/2011. **Aprobado para publicación:** 28/09/2012

- 1 Zootecnista, Especialista en gerencia agroambiental. Magister en ciencias animales. Docente Universidad de Antioquia. Grupo de investigación en avicultura GIA. Grupo de investigación en ciencias agrarias GRICA.
- 2 Estadístico. Especialista en estadística. Docente Universidad de Antioquia. Grupo de investigación en ciencias agrarias GRICA.

**Correspondencia:** monicamariae@gmail.com

## ABSTRACT

*Intensive systems of commercial egg production can lead to the birds to a state of immunosuppression; this can be mitigated with the supply of substances that activate the physiological mechanisms of animal. This study evaluated the effect of a complex of vitamins and amino acids in the productive performance of laying hens. A flock of 20395 layer hens Lohmann LSL, which was divided into two groups: the first group was treated with vitamins and amino acids (T2); the second group was established as the control (T1). T<sup>2</sup> Hotelling statistic and Spearman's method used for determining the relationship between variables, where the analysis was supplemented by one-way descriptive technique. For the production variables feed intake, egg production rate, egg hen housed, viability and feed conversion was found highly significant differences ( $p < 0,0001$ ) in the average effect of the groups taking all response variables simultaneously. The group of layer hens, which will supply the complex vitamins and amino acids, achieve better production performance.*

## RESUMO

*Sistemas intensivos de produção de ovos comerciais pode levar as aves a um estado de imunossupressão, isso pode ser atenuado com o fornecimento de substâncias que ativam os mecanismos fisiológicos do animal. Neste estudo avaliou o efeito de um complexo de vitaminas e aminoácidos no desempenho produtivo de galinhas poedeiras. Nós trabalhamos com um monte de galinhas 20395 linhagem Lohmann LSL, que foi dividido em dois grupos: o primeiro grupo foi tratado com vitaminas e aminoácidos (T2), o segundo grupo foi estabelecido como o controle (T1). Nós usamos a estatística T<sup>2</sup> de Hotelling e método de Spearman usados para determinar a relação entre as variáveis em que a análise foi complementada por uma técnica descritiva. Para o consumo de ração de produção variáveis, a taxa de produção de ovos, galinha de ovos alojados, viabilidade e conversão alimentar foram encontradas diferenças altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) o efeito médio dos grupos, tendo todas as variáveis simultaneamente. O grupo de aves que irá abastecer o complexo de vitaminas e aminoácidos conseguir um melhor desempenho de produção*

## INTRODUCCIÓN

El sub-sector avícola Colombiano representa actualmente una de las industrias más dinámicas y competitivas dentro del sector agropecuario, reflejo de ello es el continuo progreso, contribución científica y avance tecnológico, que en sus diferentes áreas o frentes de acción viene presentando, entre estos se puede mencionar: la utilización de líneas genéticamente mejoradas; por el cual se han desarrollado aves con alto desempeño productivo [1], y los altos estándares nutricionales; los cuales han conllevado a un avance vertiginoso en la formulación de dietas, cada vez más especializadas y eficientes. Todos estos avances, contribuyen a que en conjunto los sistemas avícolas sufran una ingente transformación, dirigida especialmente hacia el aumento de la densidad, y de la productividad. A tal punto, que las

## PALABRAS CLAVE:

Rendimiento productivo, Inmunodepresión, Nutrientes adyuvantes

## KEYWORDS:

Production performance, Immunosuppression, Adjuvants nutrients

## PALAVRAS CHAVE:

Desempenho da produção, Imunossupressão, Adjuvantes nutrientes

altas densidades son algo común dentro de productos especializados, las cuales en muchos casos son llevadas al límite que el animal resiste, por supuesto que esto tiene una justificación técnico-económica comprobada, la cual no será discutida en este artículo; sin embargo, estas mismas características han traído dificultades en el manejo y sanidad de los animales, toda vez que los sistemas en los

cuales son alojadas las gallinas de alta producción, presentan en muchas ocasiones condicionantes climáticos y de manejo, que hacen más susceptibles las aves a una serie de situaciones potencialmente estresantes, repercutiendo en la mayoría de los casos en una inmunodepresión. Esta inmunodepresión se ve reflejada en un mal desempeño productivo y en casos agudos hasta la muerte del animal. Todo lo anterior se traduce en pérdidas considerables de carácter económico [2, 3]. Es así como las ponedoras actuales de alta producción, llegan casi inevitablemente a un estado de balance energético negativo, que coincide con el pico de postura, por tanto la ponedora actual debe llegar al momento de la postura, luego de pasar por traslados, despiques, vacunaciones y pesajes a una condición corporal óptima, que le permita, al igual que otras especies, utilizar sus reservas corporales en los periodos críticos y obteniendo una curva de producción constante, sin altibajos y persistente en el tiempo [4]. De esta forma el proporcionar una protección rápida mediante la estimulación de las funciones orgánicas con nutrientes adyuvantes, proveerá una protección eficaz y duradera al animal y un mejor desempeño productivo [5, 6, 7].

Existe una gran gama de compuestos que intervienen en estos procesos, entre estos podemos mencionar las vitaminas y los aminoácidos, estos representan un conjunto de nutrientes adyuvantes, los cuales participan, no solo en la nutrición animal, indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas orgánicos, sino también en los procesos de regulación de la respuesta inmune, que el organismo pueda tener en determinada situación de estrés [8, 9] Las vitaminas, compuestos imprescindibles para la vida, tienen un amplio rango de funciones metabólicas, como co factores intermedios de dichos procesos. Los requerimientos vitamínicos están basados en mínimos requeridos para mantener la función metabólica normal y así evitar síntomas por deficiencia. Sin embargo, satisfacer estos niveles, no siempre repercute en los resultados esperados, ya que los animales bajo una alta demanda metabólica, por situaciones de estrés o

por presencia de enfermedades, exigen un aumento de sus requerimientos mínimos, de tal manera que pueda maximizar su productividad. En situaciones de inmunodepresión por factores que conlleven a estrés, las vitaminas A, E, y vitamina C, tiene un papel en el mejoramiento de la respuesta inmune [10,11]. Asimismo, la adecuada descripción de los requerimientos de aminoácidos en gallinas ponedoras han llevado al aumento de la masa de huevo [12], la eficiencia alimenticia [13], la viabilidad [14] y al óptimo desempeño productivo [15,16], en este artículo se analizó el efecto de la suplementación periódica, con un complejo de vitaminas y aminoácidos, en un lote de aves ponedoras de la línea Lohmann LSI, en la hacienda la Montaña de La Facultad de Ciencias Agrarias de Universidad de Antioquia.

## MÉTODO

Se efectuó la evaluación en la unidad avícola de la hacienda la Montaña de la Universidad de Antioquia, ubicada en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia, Colombia, a 2400 metros sobre el nivel del mar y con temperatura promedio de 15° centígrados, precipitación anual promedio de 1575.1mm y una humedad relativa de 72%, con las siguientes coordenadas 6°19'19" latitud norte y 1°37'40" longitud occidental. Se trabajó con un lote de 20395 gallinas de la línea Lohmann LSL (2010)[17], el cual se dividió en dos grupos, el primero (T2) con 10198 aves, recibió el tratamiento con el producto conformado por un complejo de vitaminas y aminoácidos (Cuadro 1) suministrado en la dosis de 1cm/ litro agua de bebida durante tres días a las 18 semanas de edad (una semana antes del inicio de la postura) y luego cada mes, el segundo (T1) con 10197 aves, se estableció como control. La duración del periodo experimental fue de 52 semanas.

Los dos grupos recibieron el mismo programa de alimento (dieta elaborada en la misma granja Cuadro 2), manejo, y de vacunación, de acuerdo con establecido en la unidad avícola y recomendado por la guía genética. Los datos del desempeño productivo fueron registrados diariamente y evaluadas semanalmente, las variables consumo de alimento (determinado en los gramos de alimento consumido diariamente por ave) el porcentaje de producción de huevos semanal, huevos ave alojadas, porcentaje de viabilidad, peso del huevo, conversión alimenticia (alimento consumido por huevo producido).

**Cuadro 1.** Composición nutricional del complejo de vitaminas y aminoácidos ®

Vitaminas	Concentración	Aminoácidos	Concentración
<b>Vitamina A</b>	<b>10 millones U.I.</b>	<b>Alanina</b>	<b>11,5 g</b>
Vitamina D3	2 millones U.I.	Arginina	6,1 g
Menadiona bisulfito sódico (Vit. K3)	0,5 g	Ácido aspártico	9,5 g
Nicotinamida	16,25 g	Cistina	2,1 g
D-Pantenol	7,5 g	Fenilalanina	5,5 g
Tiamina, clorhidrato (Vit. B1)	1,75 g	Ácido Glutámico	21,5 g
Riboflavina, fosfato sódico (Vit. B2)	2,5 g	Glicina	9,6 g
Piridoxina (Vit. B6)	1,125 g	Histidina	4,7 g
Vitamina B12	1,25 mg	Hidroxiprolina	Trazas
Pangamato sódico (Vit. B15)	0,5 mg	Isoleucina	6,0 g
Biotina	1.000 mcg	Leucina	12,5 g
Inositol	2,5 g	Lisina	9,5 g
		Metionina	2,2 g
		Prolina	9,5 g
		Serina	7,0 g
		Treonina	5,0 g
		Triptófano	2,0 g
		Tirosina	5,3 g
		Valina	6,2 g

### Análisis estadístico

Se empleó la estadística de  $T^2$  de Hotelling, convalidándose los supuestos adscritos con la técnica, además se efectuó el contraste canónico determinando vía máxima verosimilitud la dimensionalidad del mismo. Adicionalmente se utilizó el método no paramétrico de Spearman para determinar la relación entre variables, donde el análisis se suplementó por

medio de la técnica descriptiva unidireccional cuyo objetivo fue establecer la media aritmética, la desviación estándar el coeficiente de variación, los mínimos y máximos por tratamiento. Se utilizó el paquete estadístico SAS® (2002) [18].

### RESULTADOS

En el cuadro 3 se presentan los estadísticos muestrales asociados con el efecto de los tratamientos. Se observa que con un nivel de probabilidad del 5% fueron mayores los valores del porcentaje de producción de huevo, conversión alimenticia y porcentaje de viabilidad para el grupo de gallinas que recibieron T2, menores para la conversión alimenticia y no diferentes con el grupo T1 para el consumo de alimento.

El parámetro productivo Huevo Ave Alojada, evaluado a las 70 semanas de vida de las gallinas, alcanzó un valor máximo de 289,14 huevos para el grupo con T2, el cual fue superior estadísticamente que el alcanzado por el grupo T1 (269,24). Por su parte el porcentaje de viabilidad fue 85,7 (T1) y 91,2% (T2), no siendo diferente entre tratamientos.

Los resultados registrados en las figuras 1 y 2 permiten establecer que el desempeño de las aves de T2 se aproximó más a los rendimientos esperados de línea Lohmann LSL Classic (2010) que las de T1. De la misma forma la variable conversión alimenticia para la producción de un huevo presentó un mejor resultado para aquellas aves que fueron tratadas.

En las Cuadros 4 y 5 se presentan los valores de correlación de Spearman entre las variables de respuesta para los dos tratamientos. Se utilizó esta correlación debido a que no se pudieron convalidar los supuestos estadísticos adscritos con el método de correlación de Pearson, en lo referente a la distribución normal bivariada asociada con la combinación de variables respuestas evaluadas y tampoco existió tendencia de tipo lineal.

Al observar la matriz de correlación por el método de Spearman (Cuadro 4), para el grupo de gallinas con el tratamiento, la variable porcentaje de producción de huevo presentó una relación directamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con la variable consumo de alimento y una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con la conversión alimenticia, al igual que con el peso del huevo.

**Cuadro 2.** Ingredientes y composición nutricional de las diferentes dietas utilizadas en el periodo productivo

Ingredientes	Máxima Producción 20-40 semanas edad	Fase I: 41-55 semanas edad	Fase II: 56-80 semanas edad	
	Cantidad %	Cantidad %	Cantidad %	
Maíz Amarillo Americano	60,231	62,2	65,87	
Torta de soya 47	21,743	20,44	18,63	
Carbonato de calcio	7,886	8,58	9,242	
Salvado de trigo	4,129	4,012	2,386	
Harina de Carne y Hueso	2,053	1,95	1,551	
Ponedora enzimas UdeA	1,5	1,4	1,4	
Soya Extruida	1,271			
Aceite de Palma	0,825	1,05	0,548	
Sal yodada		0,362	0,367	0,371
Composición nutricional				
Energía EM/kcal	2850	2850	2850	
Proteína bruta	18	17	16	
Fibra Bruta		3,96	3,88	3,71
Grasa		4	4	3,5
Cenizas		12,23	12,69	13,07
Humedad		10,54	10,53	10,59

**Figura 1.** Desempeño productivo de las ponedoras Lohmann LSL del grupo T2

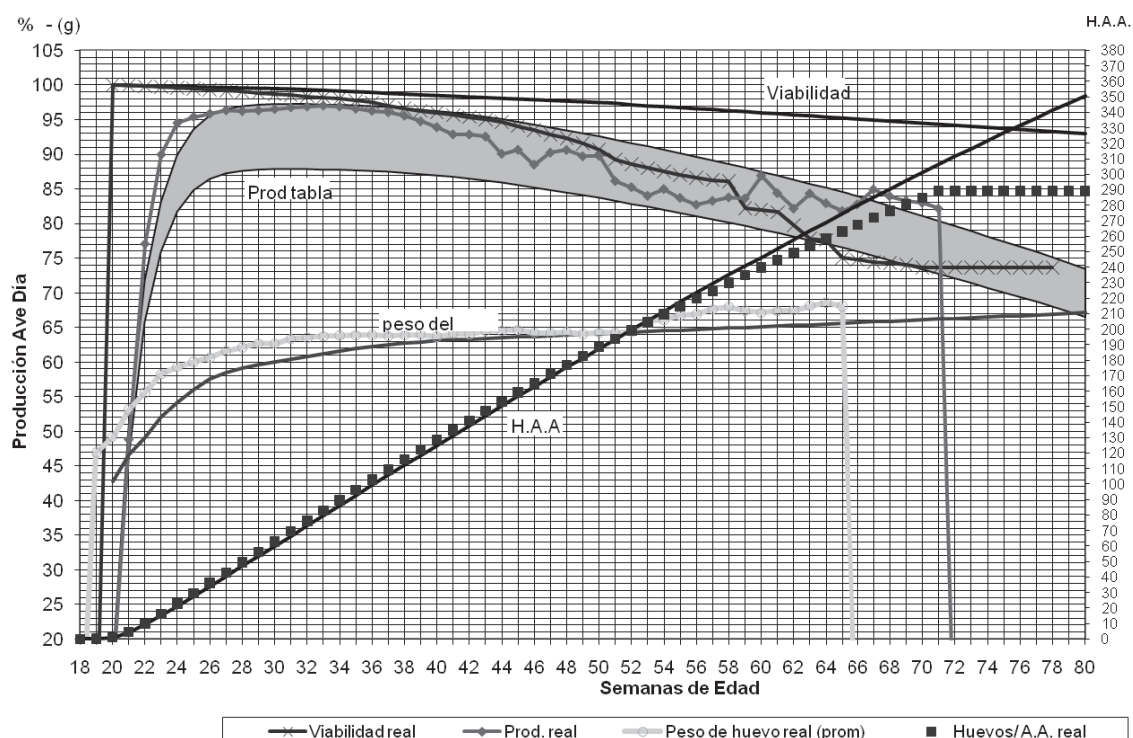
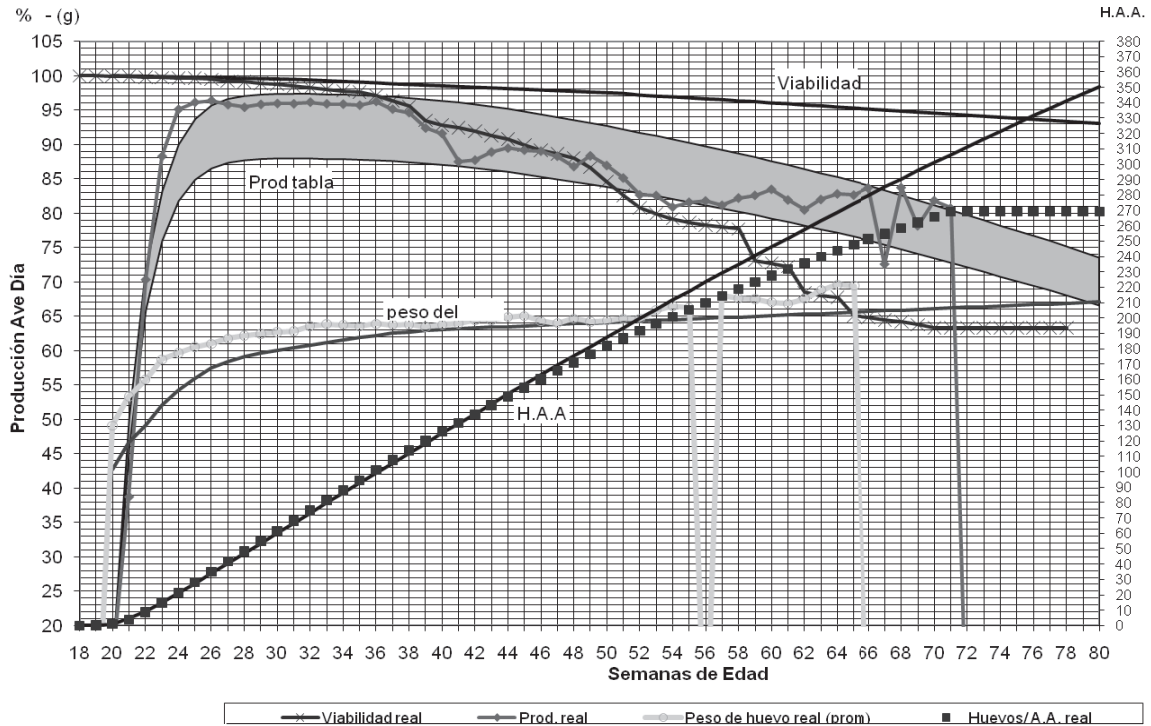


Figura 2. Desempeño productivo de las ponedoras Lohmann LSL grupo control T1



Cuadro 3. Análisis descriptivo de las variables productivas en el control (T1) y el tratamiento (T2)

	T1	T1	T2	T2
Variable	Media	DS	Media	DS
Y1	82,4 a	20,9	83,9b	20,8
Y2	63,7 a	3,8	63,3b	4,4
Y3	87,6 a	12,4	91,7b	8,4
Y4	109,4a	7,4	109,7a	7,1
Y5	130,1a	0,8	126b	13,0

Y1: % Producción de huevo, Y2: Peso huevo, Y3: Viabilidad, Y4: Consumo de alimento, Y5: Conversión alimenticia, DS: Desviación típica. Nota: a-b. Los superíndices diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de Correlación entre variables para el tratamiento T2

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	1,0	-0,52	0,40	0,51	-0,79
Y2	-0,52	1,0	-0,97	0,16	0,62
Y3	0,40	-0,97	1,0	-0,09	-0,66
Y4	0,51	0,16	-0,09	1,0	-0,43
Y5	-0,79	0,62	-0,66	-0,43	1,0

Por otro lado, la variable producción de huevos para el grupo control reportó una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con la conversión alimenticia y con el peso del huevo, como se puede apreciar en el Cuadro 5.

El peso de huevo se comportó con una relación directamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con las variable conversión alimenticia y una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con la viabilidad y la producción de huevo tanto para el grupo control como para el grupo tratado ver cuadros 4 y 5 respectivamente.

Cuadro 5. Correlación entre variables para el grupo control T1

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	1,0	-0,58	0,40	-0,16	-0,92
Y2	-0,58	1,0	-0,97	0,76	0,68
Y3	0,40	-0,97	1,0	-0,72	-0,63
Y4	0,16	0,76	-0,72	1,0	0,48
Y5	-0,92	0,68	-0,63	0,48	1,0

El porcentaje de viabilidad, para ambos grupos, presentó una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con las variables peso del huevo y conversión alimenticia

El consumo de alimento para el grupo con tratamiento, solamente presentó una relación directamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con el porcentaje de producción de huevos tal como se aprecia en la Cuadro 4. Para el grupo control, el consumo de alimento presentó una relación directamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con respecto al peso del huevo y a la conversión alimenticia y una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con el porcentaje de viabilidad ver cuadro 4

La conversión alimenticia reportó para ambos grupos de gallinas, una relación directamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con la variable peso del huevo, y una relación inversamente proporcional y altamente significativa ( $p < 0,0001$ ) con el porcentaje de producción y viabilidad, ver Cuadro 4 y 5

En la Cuadro 6 se muestran los resultados del análisis multivariado de la varianza asociado con la prueba  $T^2$  de Hotelling. Se observa que hubo diferencia ( $p < 0,0001$ ) entre los tratamientos evaluando en forma simultánea todas las variables respuesta. Se debe anotar que fueron validados los supuestos asociados con la metodología multivariada. Adicionalmente se estableció la dimensionalidad del contraste por medio del criterio de máxima verosimilitud. De acuerdo con el valor obtenido (1,1726) se puede concluir que la dimensionalidad del contraste cayó en una dimensión, es decir en una recta ( $P < 0,0001$ )

La prueba de contraste canónico con base en la combinación de tipo lineal de las variables dependientes transformadas, permitió validar la divergencia estadística entre los tratamientos. Tal como se aprecia en el cuadro 7.

### Discusión

De acuerdo con los resultados el desempeño productivo del grupo control tuvo un menor desempeño para la mayoría de las variables, esto con acuerdo con resultados hallados en la Babiuk *et al* (2003)[2], Cheng (2006)[8] y Lessard *et al* (1997) [6], quienes indicaron que las vitaminas, aminoácidos y otros compues-

**Cuadro 6.** Análisis de la varianza para las variables del grupo control (T1) y el tratamiento (T2)

Prueba	Valor	F	Gln	Gld	P
Wilks'	0,46	15,83	6	81	<.0001
Pillai's	0,53	15,83	6	81	<.0001
Hotelling	1,17	15,83	6	81	<.0001
Roy's	1,17	15,83	6	81	<.0001

**Cuadro 7.** Contraste canónico de las variables dependientes transformadas

Letra	Tratamiento
A	T1
B	T2
T1: Control	T2: Complejo vitamínico + aminoácidos

tos químicos y farmacéuticos ayudan a mantener un estado fisiológico activo y estimulan al sistema inmune (figuras 1 y 2).

Los parámetros productivos con mayor diferencia en los valores fue el porcentaje de viabilidad y la conversión alimenticia, favoreciendo en mejor rendimiento al grupo con el tratamiento.

Con respecto a los resultados referidos al porcentaje de viabilidad, se observó en el grupo con el tratamiento de vitaminas y aminoácidos, un marcado incremento en la respuesta y eficacia de los productos farmacológicos suministrados cuando las aves presentaron ciertas patologías, estos productos se suministraron a ambos grupos en la experimentación, notando que el grupo control mostró más resistencia y por ende una recuperación más lenta y en la mayoría de los casos, las patologías conllevaron a la muerte de las aves infectadas. Estos resultados están acorde con lo reportado por Lessard *et al* (1997) [6] quien argumenta que el suministro de vitamina A, causa un efecto positivo en la respuesta inmune en pollos. Asimismo, Wijten *et al* (2010)[14], Abdulykova *et al* (2008) [9] y Perez *et al* (2010)[19], indican, que los niveles óptimos de aminoácidos como Arginina y vitaminas como la E, contribuyen a un buen desempeño de los sistemas orgánicos, mejorando la resistencia y viabilidad de las aves.

En cuanto al consumo de alimento, esta variable presentó una diferencia marcada, en la figura 3 y 4 se

Figura 3. Relación consumo y conversión del grupo experimental T<sub>2</sub>

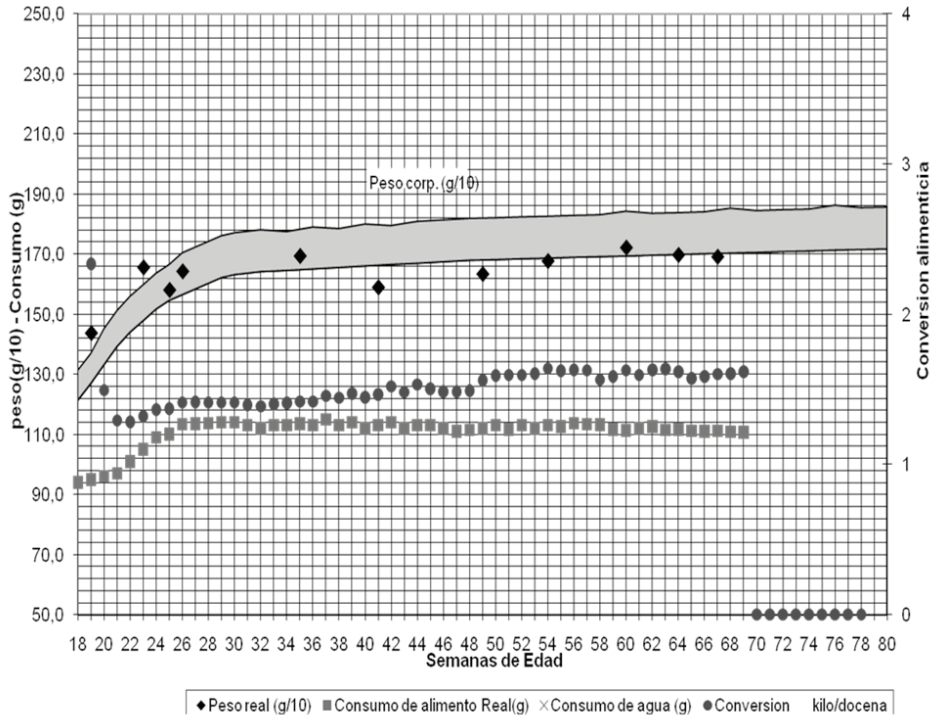
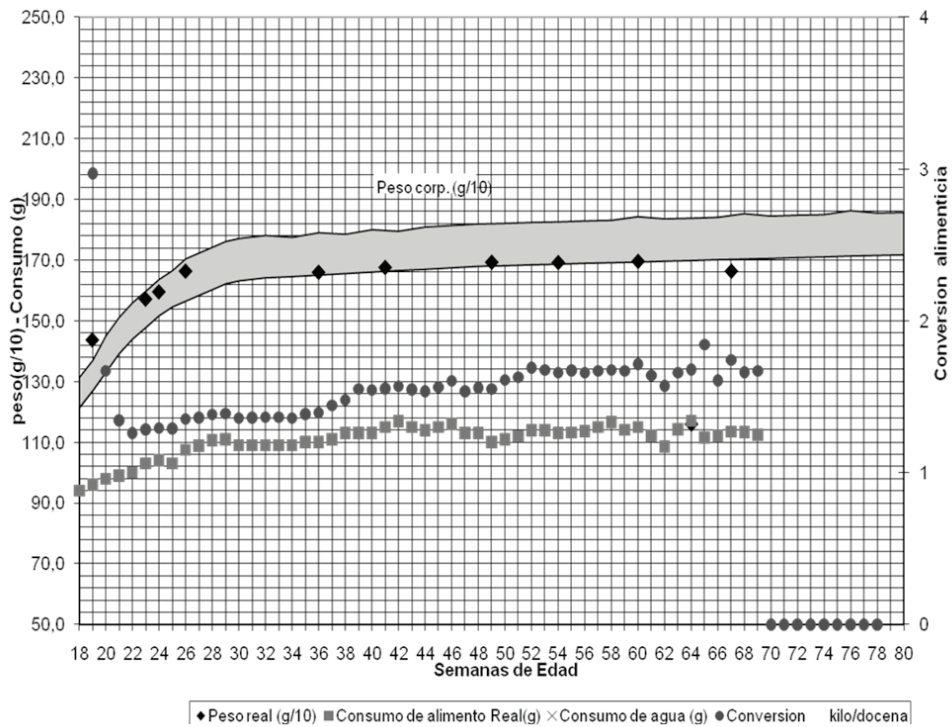


Figura 4. Relación consumo y conversión del grupo control T1





evidencia que el suministro de alimento no llevó un control adecuado, los incrementos de este parámetro se debieron a que no se ajustaron las cantidades de alimento concentrado con respecto al inventario real de aves después de los reportes de mortalidades, por lo tanto se observó incrementos del consumo hasta de 119 g/ave/día, principalmente en el grupo control (T1). De igual manera, el incremento del consumo de alimento afecta directamente el parámetro de conversión alimenticia, por lo tanto, ante una baja producción de huevos y un alto suministro de alimento, la relación alimento consumido por huevo producido se incrementa, lo que demerita este parámetro de rendimiento.

De acuerdo a las correlaciones entre las variables, se puede indicar que a medida que se aumentaba el consumo de alimento, se incrementaba el porcentaje de producción en las primeras etapas de la postura, ocurriendo lo contrario en etapas posteriores, por ende el índice de conversión alimenticia se demeritaba a medida que disminuía el porcentaje de producción de huevos y se incrementaba el consumo de alimento.

Con respecto a las correlaciones entre las variables huevos ave alojada y el peso del huevo, a medida que aumentaba el número de huevos puesto por cada gallina, el peso del huevo aumentaba, ya que hay una relación directa entre el peso del huevo y la edad y peso del ave, mientras más pesada y más vieja el ave, el tamaño de las yemas se incrementa y por ende el tamaño de los huevos, esperando que la mayoría de los huevos puestos por un ave alcancen un peso aproximado de 62g, peso correspondiente al más comercial en los mercados locales (Lohmann LSL Classic, 2010). El suministro de aminoácidos en la etapa de postura mejora el tamaño del huevo y la producción de la misma, esto concuerda con Novac (2004) [15], Bonekamp et al (2010)[12]

## CONCLUSIÓN

Con el mejoramiento genético se han desarrollado gallinas ponedoras con alto potencial productivo, por tanto, demandan de un entorno más exigente, y ante factores adversos que provocan un estado de estrés, las aves demeritan su rendimiento productivo. Una alternativa para minimizar el efecto del estrés es utilizar sustancias nutricionales como las vitaminas y los aminoácidos que al estimular el correcto funcionamiento del organismo animal se obtiene una respuesta positiva en el desempeño productivo y sanitario del ave.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por Laboratorios Calier de los Andes. De igual manera se agradece a la Universidad de Antioquia por permitir el montaje y seguimiento del experimento.

## REFERENCIAS

- [1] CAMPOS, A., SALGUERO, S., ALBINO, L. y ROS-TAGNO, H. Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal. III CLANA. Congreso do Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal. Cancún (México): 2008.
- [2] BABIUK, L.A., GOMIS, S. and HECKER, R. Molecular approaches to disease control. *Poult. Sci.*, 82, 2003, p. 870-875.
- [3] SCOTT, T.R. Our current understanding of humoral immunity of poultry. *Poult. Sci.*, 83, 2004, p. 574-579.
- [4] FLORES, A. Programas de alimentación en avicultura: Gallinas ponedoras. Memorias X Curso de especialización FEDNA, 1994.
- [5] BAUTISTA, G.C.A. Inmunoestimulantes inespecíficos como profilaxis en infecciones parasitarias [online] Available: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol6/CVv6c9.pdf>. [citado enero 2011].
- [6] LESSARD, M., HUTCHINGS, D. and CAVE, N.A. Cell-mediated and humoral immune responses in broiler chickens maintained on diets containing different levels of vitamin A. *Poult. Sci.*, 76, 1997, p. 1368-1378.
- [7] SATO, K., TAKAHASHI, K., TOHNO, M., MIURA, Y., KAMADA, T., Ikegami, S. and KITAZAWA, H. Immunomodulation in gut-associated lymphoid tissue of neonatal chicks by immunobiotic diets. *Poult. Sci.*, 88, 2009, p. 2532-2538.
- [8] CHENG, H.W. Efectos inmunomoduladores de clonidina, un agonista  $\alpha$ -2-adrenergico, en gallinas ponedoras. *Livestock Behavior Research Unit, USDA-ARS, West Lafayette, IN 47907. Poult. Sci.*, 85, 2006, p. 452-456
- [9] ABDUKALYKOVA, S. T., ZHAO, X., and RUIZ-FERIA, C.A. Arginine and Vitamin E Modulate the Subpopulations of T Lymphocytes in Broiler Chickens. *Poult. Sci.*, 87, 2008, p. 50-55.
- [10] KONJUFCA, V.K., BOTTJE, W.G., BERSI, T.K. and ERF, G.F. Influence of dietary vitamin E on phagocytic functions of macrophages in broilers. *Poult. Sci.*, 83, 2004, p. 1530-1534.

- [11] BOA-AMPONSEM, K., PICARD, M., BLAIR, M.E., MELDRUM, B., and SIEGEL, P.B. Memory Antibody Responses of Broiler and Leghorn Chickens as Influenced by Dietary Vitamin E and Route of Sheep Red Blood Cell Administration. *Poult Sci.*, 85, 2006, p. 173–177.
- [12] BONEKAMP, P.R.T., LEMME, A., WIJTEN, P.J.A. and SPARLA, J.K.W. Effects of aminoacids on egg number and egg mass of brown (heavy breed) and white (light breed) laying hens. *Poult. Sci.*, 89, 2010, p. 522-529.
- [13] KIDD, M.T., CORZO, A.D., HOEHLER, E.R. and DOZIER III M.W.A. Broiler Responsiveness (Ross × 708) to Diets Varying in Amino Acid Density. *Poult Sci.*, 84, 2005, p. 1389–1396
- [14] WIJTEN, P.J.A., HANGOOR, E., SPARLA, J.K., and VERSTEGEN, M.W.A. Dietary amino acid levels and feed restriction affect small intestinal development, mortality, and weight gain of male broilers. *Poult Sci.*, 89, 2010, p. 1424-1439.
- [15] NOVAK, C., YAKOUT, H., and SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur aminoacid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. *Poult Sci.*, 83, 2004, p. 977-984
- [16] SKLAN, D. and NOY.Y. Direct determination of optimal aminoacid intake for maintenance and growth in broilers. *Poult Sci.* 84, 2005, p. 412-418.
- [17] LOHMANN LSL CLASIC. Layer Management guide [online] Available: [http://www.lskpoultry.fi/materiaalit/lsl\\_managementguide.pdf](http://www.lskpoultry.fi/materiaalit/lsl_managementguide.pdf) [citado enero 2010].
- [18] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS ® versión 8.2 para Windows. Statistical Analysis Systems Institute. Inc. North Carolina, 2002.
- [19] PEREZ, C.C., CALDWELL, D., FARNELL, STRING-FELLOW, K., POHL, S., CASCO, G., PRO-MARTINEZ, A., and RUIZ, F.C.A. Immune response of broiler chickens fed different levels of arginine and vitamin E to a coccidiosis vaccine and *Eimeria* challenge . *Poult Sci.*, 89, 2010, p. 1870–1877.