

**Evaluación comparativa entre Cobb<sup>®</sup> y Arbor  
Acres × Ross<sup>®</sup> incrementando los niveles de  
energía, lisina, sodio y sulfato de cobre desde  
el día 1 al 8 (Fase 1) sobre los parámetros  
productivos y características de canal hasta  
los 32 días de edad**

**María Belén Chico Allan  
David Álvarez Soto**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Honduras**

Octubre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación comparativa entre Cobb<sup>®</sup> y Arbor  
Acres × Ross<sup>®</sup> incrementando los niveles de  
energía, lisina, sodio y sulfato de cobre desde  
el día 1 al 8 (Fase 1) sobre los parámetros  
productivos y características de canal hasta los  
32 días de edad**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingenieros Agrónomos en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**María Belén Chico Allan  
David Álvarez Soto**

**Zamorano, Honduras**  
Octubre, 2014

# **Evaluación comparativa entre Cobb<sup>®</sup> y Arbor Acres × Ross<sup>®</sup> incrementando los niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre desde el día 1 al 8 (Fase 1) sobre los parámetros productivos y características de canal hasta los 32 días de edad**

Presentado por:

María Belén Chico Allan  
David Álvarez Soto

Aprobado:

---

Abel Gernat, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Renán Pienda, Ph.D.  
Director  
Departamento de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Gerardo Murillo, Ing. Agr.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Asesor

# **Evaluación comparativa entre Cobb<sup>®</sup> y Arbor Acres × Ross<sup>®</sup>, incrementando los niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre desde el día 1 al 8 (Fase 1) sobre los parámetros productivos y características de canal hasta los 32 días de edad**

**María Belén Chico Allan  
David Álvarez Soto**

**Resumen.** La lisina es un aminoácido componente de varias proteínas que son sintetizadas por los seres vivos. Los animales no tienen la capacidad de sintetizarla por eso debe de ser suministrada en la dieta con materias primas como el maíz, soya y en aditivos. La energía metabolizable es el contenido de energía disponible en los ingredientes de los alimentos y de las necesidades de las aves de corral. El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de incrementar los niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en la dieta de dos líneas genéticas de pollo de engorde y evaluar sus parámetros productivos y características de canal. Para este estudio se utilizaron dos galpones con un total de 5,712 aves de la empresa CADECA 2,856 pollos mixtos de la línea genética Cobb<sup>®</sup> y 2,856 pollos mixtos de la línea genética Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup>, los cuales se dividieron en 112 corrales, con una densidad de 10.5 aves/m<sup>2</sup>. El período de cría para todos los tratamientos comprendió desde el día 1 al 32. La temperatura de los galpones se controló con calentadores a gas (Space Heaters) y ventiladores. El consumo de alimento y agua fue *ad libitum* utilizando comedero de cilindro y bebederos de niple. Se utilizaron cuatro tratamientos: T1 Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup> mixtos, alimento con incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre durante los primeros 14 días (Dieta Control), T2 Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup> mixtos, alimento con incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre durante los primeros 8 días, T3 Cobb<sup>®</sup> mixtos, alimento con incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre durante los primeros 14 días (Dieta Control), T4 Cobb<sup>®</sup> mixtos, alimento con incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre durante los primeros 8 días. Se usó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 14 repeticiones por galpón. Las variables medidas fueron: peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, ganancia de peso, mortalidad y características de canal por 32 días. Se encontró diferencias significativas entre tratamientos con incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en la fase de inicio ya que afectaron las variables medidas en el estudio.

**Palabras clave:** Energía metabolizable, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, Lisina, Sulfato de cobre

**Abstract:** Lysine is an amino acid compound of various proteins synthesized by living organisms. Animals don't have the the capacity to synthesize it that's why it must be supplied in the diet with raw materials like corn, soy, and additives. The metabolizable energy is the energy content available in feed ingredients and needs of poultry. The aim of this study was evaluate the effect of increasing the levels of energy, lysine, sodium and copper sulfate in the diet of two genetic lines of broilers and to evaluate their production parameters and characteristics of canal. Two warehouses were used with a total of 5,712 chicken from CADECA 2,856 mixed Cobb<sup>®</sup> chicken and 2,856 mixed Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup> chicken, which were divided in 112 corrals, with a density of 10.5 chicken/m<sup>2</sup>. The breeding period for all treatments corresponded form day 1 to 32. Warehouses

temperature as controlled with gas heater (Space Heaters) and fans. Feeding was *ad libitum* using feeder cylinder and nipple drinkers. Four treatments were used: T1 mixed Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup> food with increased energy, lysine, sodium and copper sulfate during the first 14 days (control diet), T2 mixed Arbor Acres<sup>®</sup> × Ross<sup>®</sup> food with increased energy, lysine, sodium and copper sulfate during the first 8 days, T3 mixed Cobb<sup>®</sup> food with increased energy, lysine, sodium, and copper sulfate during the first 14 days (control diet), T4 mixed Cobb<sup>®</sup> food with increased energy, lysine, sodium and copper sulfate during the first 8 days. A randomized complete blocks design of experiment was used with 14 repetitions per warehouse. The measured variables were: body weight, feed intake, feed conversion ratio, weight gain, mortality and carcass characteristics for 32 days. Significant differences between treatments with increasing energy levels, lysine was found. Sodium and copper sulfate in the startup phase and that affected the variables measured in the study.

**KeyWords.** Copper sulfate, feed conversion ratio, metabolizable energy, weight gain, Lysine.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	v
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vi
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>14</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Descripción de tratamientos .....	3
2. Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el peso corporal (g/ave) .....	6
3. Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el consumo de alimento (g/ave) .....	7
4. Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el índice de conversión alimenticia (g:g) .....	8
5. Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre la ganancia de peso (g/ave) .....	9
6. Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre la mortalidad acumulada (%) .....	10
7. Efecto de líneas y dieta sobre el peso de canal, rendimiento de canal, cuarto trasero, pectorales mayores, pectorales menores, alas, carcasa y piel.....	11

# 1. INTRODUCCIÓN

En la avicultura moderna la formulación de alimentos para pollos de engorde es la parte primordial de la producción industrial debido a que se busca mejorar los distintos parámetros productivos como el tiempo de cosecha, peso de pollo, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso, mortalidad y características de canal. Para mejorar estos valores se realizan ensayos variando los niveles de los distintos componentes de la dieta suministrada o probando distintos ingredientes en la formulación del alimento. En los dos últimos siglos se han desarrollado más de 300 líneas genéticas de pollos de engorde provenientes de dos o más razas puras, a pesar de esto solo pocas han sobrevivido a nivel comercial y son usadas ampliamente en la producción de pollo de engorde, esto ha significado un avance en la industria y ha servido para mejorar la productividad y los rendimientos (Bell y Weaver 2002).

El pollo de engorde se caracteriza por su velocidad de crecimiento, conformación y rendimiento de la canal (Urrutia, 1999). Si las condiciones externas no limitan el crecimiento, el pollo acumulará en un periodo de tiempo una cantidad determinada de proteína (músculo), lo que determina el tope biológico de su crecimiento (Melo 2005). Las estirpes comerciales de pollo de engorde de la línea Arbor Acres®, provienen de genéticas desarrolladas de forma avanzada, para ofrecer una mejor ganancia de peso y conversión alimenticia en el menor tiempo posible. Son pollos especializados para producir carne, para este cometido se utilizan hembras y machos con un peso promedio de 40 a 50 gramos respectivamente, no desarrollan ampollas pectorales, consiguen un buen aspecto de la canal y en general un buen rendimiento de carne de pollo vendible (Manual de Manejo de Reproductores de carne Arbor Acres® 2009).

La lisina es un componente importante en el alimento de los pollos de engorde debido a que mejora la conversión alimenticia y reduce los costos de producción concernientes a alimentación. Además hay aumento en el crecimiento muscular y disminución de la grasa abdominal de las aves, el requerimiento de lisina mejora los índices de conversión alimenticia, es muy semejante al requerimiento para mayor rendimiento de pechuga (Ajinomoto Biolatina 2003). El efecto de los niveles de lisina en la dieta durante las primeras semanas es fundamental por su aporte directo en el peso corporal (Marca y Menéndez 2010).

Otro aspecto importante en la formulación de alimento es la energía debido a que un alimento con mayor cantidad de energía es consumido más que uno con menos energía, (Barros 2000) concluyó que al aumentar los niveles de energía, se disminuye el consumo y se alcanza el mismo peso corporal. Al aumentar la cantidad de grasa en una dieta se

reduce la cantidad de granos (carbohidratos) y se produce menor calor metabólico y así se reduce la mortalidad.

El sodio participa en numerosos procesos fisiológicos, se sabe que afectan las actividades enzimáticas y síntesis de la proteína del tejido (Olanrewaju et al., 2007). En los últimos años ha aumentado el contenido de sodio de las dietas de pollos de engorde como una adecuada ingesta de sodio en la dieta tiene una influencia beneficiosa sobre el consumo de alimento y la tasa de crecimiento de las aves (Borges et al., 2003; Watkins et al., 2005; Mushtaq et al., 2007).

Puesto que el efecto sinérgico de aumento en los niveles de cloruro de sodio en la ración conduce a un aumento en el consumo de agua y el contenido de humedad de las excretas, ha habido un creciente interés en fuentes alternativas de sodio en la alimentación de pollos de engorde (Kidd et al., 2003; Mushtaq et al., 2005). Las diferencias en el contenido de electrolitos de las dietas no tuvieron efecto sobre el peso corporal final de los pollos y conversión alimenticia. (Watkins et al., 2005; Mushtaq et al., 2007).

Se mejoró el desempeño del crecimiento de las aves cuando el contenido de sodio de alimentos se incrementó a 0.2 – 0.3%. (Jankowski et al., 2011a, b).

Los promotores de crecimiento suministrados en el alimento de pollos de engorde son una parte esencial debido a que mejoran los parámetros productivos medidos. El sulfato de cobre es suministrado a menudo a pollos de engorde a niveles superiores a los requeridos nutricionalmente. Estos niveles farmacológicos son suministrados por la actividad del sulfato de cobre como promotor de crecimiento (Fisher 1973).

En varios estudios realizados con pollos de engorde se demostró que agregando al alimento 250 mg de cobre por cada kilogramo de alimento se redujo el colesterol del plasma total (~26%), aumentaba el colesterol HDL (~11%), redujo la glutatión de la sangre (~40%) y redujo el colesterol del músculo del pecho (~27%) (Bakalli et al. 1995).

Los parámetros más importantes para caracterizar la calidad de la canal son el rendimiento con respecto al peso final del ave, la porción de carne de la pechuga y la grasa de la canal. La carne de la pechuga es el componente de la canal que representa el mayor valor monetario del ave entera y al mismo tiempo se la considera como la parte más sensible ya que depende del valor nutricional de las dietas. Esto se debe al aumento continuo en la parte de carne de la pechuga que se refleja como un porcentaje de proteína corporal (Acar et al. 1993).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses de Febrero y Marzo del 2014 en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, 32 km al SE de Tegucigalpa, Honduras, con una temperatura promedio anual de 24°C, una precipitación anual de 1100mm y a una altura de 800 msnm.

Para este ensayo se utilizaron 2 galpones con un total de 2,856 pollos cada uno. Dos mil ochocientos cincuenta y seis pollos mixtos de la línea genética Arbor Acres® (AA) x Ross® (R) y 2,856 pollos mixtos de la línea genética Cobb®, las cuales se dividieron en 56 corrales (unidades experimentales) en ambos galpones, cuyas dimensiones son de 1.25 x 3.75 m, se utilizaron 51 aves por corral, con una densidad de 10.5 aves/m<sup>2</sup>. El período de cría para todos los tratamientos comprendió desde el día 1 al 32. La temperatura de los galpones se controló con calentadores a gas (Space Heaters) y ventiladores. El consumo de alimento y agua fue ad libitum utilizando comederos de cilindro y bebedero de niple.

Se utilizaron 4 tratamientos (Cuadro 1), dos con la línea Arbor Acres® x Ross® y 2 con la línea genética Cobb® con un período de cría de 32 días, los 4 tratamientos fueron distribuidos en las 112 unidades experimentales en un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 28 repeticiones.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
	(d)			
T1= AA® x R® + Dieta Control	1-14	15-21	22-28	29-32
T2= AA® x R® + Dieta de incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre.	1-8	9-21	22-28	29-32
T3= Cobb® + Dieta Control	1-14	15-21	22-28	29-32
T4= Cobb® + Dieta de incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre	1-8	9-21	22-28	29-32

Las variables medidas fueron: Peso corporal (g/ave), se midió desde el día uno al seis y después cada siete días hasta el día 32, se pesó todas las aves de cada corral. El consumo de alimento (g/ave), se midió semanalmente determinando la diferencia entre el alimento ofrecido menos el alimento rechazado. Índice de Conversión Alimenticia (ICA), se calculó semanalmente mediante el consumo de alimento acumulado entre el peso corporal (g:g) hasta el día 32. La ganancia de peso resultó de la diferencia del peso al inicio y al final (g/ave) de cada semana. Se tomaron registro de mortalidad a diario y se determinó el porcentaje de mortalidad semanal y acumulada. Para determinar el rendimiento de la canal se sacrificó dos aves por corral y se dividió el peso de la canal caliente sobre el peso corporal del ave, para medir el rendimiento de cuartos traseros, alas, pectorales mayores y menores, carcasa y piel, se tomaron los pesos de los cortes y se dividió para el peso del ave en canal caliente.

Los resultados fueron analizados usando un Análisis de Varianza (ANDEVA) utilizando un Modelo Lineal General (GLM) y la separación de medias por el método LSMEANS con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS® 2009). El nivel de significancia fue de ( $P \leq 0.05$ ).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Peso Corporal.** En cuanto a líneas genéticas se encontró diferencias significativas entre el peso corporal obtenido por la línea genética Cobb®, el cual fue mayor al de la línea genética Arbor Acres® x Ross® en los días 1 y 6 ( $P \leq 0.05$ ). Estos resultados concuerda con Marca y Menéndez (2010) quienes obtuvieron mayor peso en los primeros 7 días de la línea Cobb no sexable®. Esta diferencia puede estar ligada a la edad de las reproductoras, según North y Bell (1993) a mayor edad de la madre mayor tamaño de huevo y por ende mayor peso del pollo al nacimiento (Cuadro 2).

En cuanto a dieta se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos con incremento del nivel de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en los días 6, 20 y 32 obteniendo mayores pesos, estos resultados no concuerdan con Barros (2000) el cual concluyó que al aumentar los niveles de energía se disminuye el consumo afectando directamente al peso corporal del pollo de engorde. Según Marca y Menéndez (2010) el efecto del incremento de lisina en la dieta durante las primeras semanas es fundamental para obtener buen peso corporal al sacrificio; Pesti y Bakalli (1996) también concluyeron que el uso de sulfato de cobre como promotor de crecimiento en las dietas de pollo de engorde con una dosis de 125 mg kg<sup>-1</sup> incrementa la ganancia de peso y el peso corporal un 4.9% al igual que la conversión alimenticia disminuye un 7.6%.

No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la interacción línea x dieta.

**Cuadro 2.** Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el peso corporal (g/ave)

	Edad (d)					
	1	6	13	20	27	32
Línea (L):						
AA <sup>®</sup> x R <sup>®1</sup>	44.0 <sup>b</sup>	165.3 <sup>b</sup>	484.9	1016.1	1591.7	2006.0
Cobb <sup>®</sup>	45.1 <sup>a</sup>	168.2 <sup>a</sup>	481.9	1018.6	1601.4	1994.2
P <sup>2</sup>	0.0001	0.0152	0.7523	0.6423	0.6423	0.2472
Dieta (D) <sup>3</sup> :						
1		164.7 <sup>b</sup>	476.6	1003.8 <sup>b</sup>	1589.7	1980.7 <sup>b</sup>
2		168.8 <sup>a</sup>	490.2	1031.0 <sup>a</sup>	1603.5	2019.4 <sup>a</sup>
P		0.0001	0.1251	0.0001	0.5080	0.0002
Interacción (L x D):						
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1		162.8	465.2	1002.3	1568.6	1977.4
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2		167.8	488.6	1029.9	1607.8	2033.0
Cobb <sup>®</sup> *D1		166.6	472.0	1005.3	1574.6	1979.0
Cobb <sup>®</sup> *D2		169.8	491.9	1032.0	1597.7	2006.8
P		0.3079	0.4433	0.9319	0.3116	0.1334
CV <sup>4</sup>		2.76	9.39	2.82	6.88	2.67

<sup>1</sup>AA x R = Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>

<sup>2</sup>P = Probabilidad

<sup>3</sup>Dieta 1 = Control

Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre

<sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variación

**Consumo de alimento.** Se encontró diferencias significativas entre las dietas mas no entre las líneas genéticas analizadas ( $P \leq 0.05$ ). Durante el día 6 los tratamientos 2 y 4 correspondientes al incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre obtuvieron menores consumos, esto concuerda con North y Bell (1993) quienes afirmaron que los pollos tienen la capacidad de regular su consumo de alimento, comiendo menos de un alimento con alto contenido de energía y más de un alimento de baja energía.

Estos resultados no concuerdan con Marca y Menéndez (2010) quienes afirman que las dietas con niveles altos de lisina presentan mayores consumos de alimento (Cuadro 3). No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la interacción línea x dieta.

**Cuadro 3.** Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el consumo de alimento (g/ave)

	Edad (d)				
	6	13	20	27	32
Línea (L):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®1</sup>	126.4	530.6	1242.4	2211.5	2901.5
Cobb <sup>®</sup>	129.3	541.0	1236.4	2131.4	2779.2
P <sup>2</sup>	0.0586	0.0692	0.7566	0.2771	0.2659
Dieta (D) <sup>3</sup> :					
1	130.5 <sup>a</sup>	532.4	1218.4 <sup>b</sup>	2189.4	2861.9
2	125.2 <sup>b</sup>	539.2	1260.4 <sup>a</sup>	2153.6	2818.9
P	0.0008	0.2733	0.0314	0.6262	0.6949
Interacción (L x D):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1	128.5	525.0	1224.7	2112.7	2774.8
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2	124.4	536.3	1260.1	2165.5	2849.1
Cobb <sup>®</sup> *D1	129.8	540.0	1247.8	2132.8	2769.9
Cobb <sup>®</sup> *D2	126.1	542.2	1260.8	2141.0	2788.6
P	0.4036	0.4712	0.7297	0.4552	0.5732
CV <sup>4</sup>	6.28	5.77	8.20	17.85	20.34

<sup>1</sup>AA x R = Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>

<sup>2</sup>P = Probabilidad

<sup>3</sup>Dieta 1 = Control

Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre

<sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variación

**Índice de conversión alimenticia.** En cuanto a líneas genéticas no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). En cuanto a dietas los días 6 y 13 los tratamientos 2 y 4 correspondientes al incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre presentaron mejores índices de conversión alimenticia ( $P \leq 0.05$ ), estos resultados concuerdan con Ajinomoto Biolatina (2000) y Pesti (1997) quienes concluyen que al realizar un aumento de energía en la dieta normal de pollo de engorde se obtienen mejores índices de conversión alimenticia desde el día 1 al 21. La misma situación se identifica con Cedeño y Cevallos (2010) donde manifiesta que las dietas con aumento de niveles de lisina no tienen efectos negativos en la conversión alimenticia del día 1 al 35. Según Pesti y Bakalli (1996) el índice de conversión alimenticia mejora al incluir en la dieta 75 ó 150 mg/kg de sulfato de cobre lo que regula la población microbiana del tubo gastrointestinal, lo cual permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes en la dieta.

**Cuadro 4.** Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre el índice de conversión alimenticia (g:g)

	Edad (d)				
	6	13	20	27	32
Línea (L):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®1</sup>	0.74	1.11	1.22	1.34	1.40
Cobb <sup>®</sup>	0.76	1.12	1.23	1.36	1.46
P <sup>2</sup>	0.1853	0.2911	0.2091	1.0000	0.3850
Dieta (D) <sup>3</sup> :					
1	0.77 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>	1.23	1.34	1.40
2	0.73 <sup>b</sup>	1.09 <sup>b</sup>	1.22	1.34	1.46
P	0.0362	0.0005	0.1725	0.3957	0.3613
Interacción (L x D):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1	0.79	1.13	1.23	1.35	1.40
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2	0.75	1.10	1.22	1.35	1.40
Cobb <sup>®</sup> *D1	0.78	1.15	1.24	1.35	1.40
Cobb <sup>®</sup> *D2	0.75	1.11	1.22	1.34	1.39
P	0.1781	0.7271	0.1141	0.1925	0.3410
CV <sup>4</sup>	11.07	5.02	2.79	2.13	26.56

<sup>1</sup>AA x R = Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>

<sup>2</sup>P = Probabilidad

<sup>3</sup>Dieta 1 = Control

Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre

<sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variación

**Ganancia de Peso.** En cuanto a líneas no se encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los días 6, 13, 20 y 27. Para el día 32 la línea Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup> presentó mejor ganancia de peso en comparación a Cobb<sup>®</sup>. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a dieta para los tratamientos 2 y 4 correspondientes al incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre para los días 6 y 13, lo que concuerda con los resultados de Vásquez y Pesti (1997) quienes encontraron que al incrementar 1.21% y 1.32% de lisina a las dietas se obtienen mejor ganancia de peso desde el día 1 al 21. La misma situación se identifica en los resultados de Erwin *et al.* (1998) quienes reportaron que la ganancia de peso de pollos de engorde aumentó 9% al añadir cobre a las dietas. Los resultados no concuerdan con Zorrilla *et al.* (1993) quienes reportaron que no existen diferencias significativas al aumentar los niveles energéticos de 2950 a 3000 kcal/Kg en las dietas.

**Cuadro 5.** Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre la ganancia de peso (g/ave)

	Edad (d)				
	6	13	20	27	32
Línea (L):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®1</sup>	121.5	311.6	549.7	571.9	417.7
Cobb <sup>®</sup>	122.9	313.6	540.9	563.0	409.3
P <sup>2</sup>	0.0888	0.2340	0.3703	0.2632	0.2913
Dieta (D) <sup>3</sup> :					
1	120.4 <sup>b</sup>	304.0 <sup>b</sup>	548.2	566.2	409.9
2	124.0 <sup>a</sup>	321.3 <sup>a</sup>	542.5	568.8	417.2
P	0.0001	0.0001	0.5568	0.7425	0.3509
Interacción (L x D):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1	119.0	302.4	537.0	566.3	408.7
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2	123.7	320.7	541.3	577.8	425.2
Cobb <sup>®</sup> *D1	121.6	305.4	533.3	567.2	409.6
Cobb <sup>®</sup> *D2	124.4	322.0	540.1	565.7	409.0
P	0.4001	0.8851	0.2579	0.5699	0.3371
CV <sup>4</sup>	3.69	3.32	9.47	7.33	9.96

<sup>1</sup>AA x R = Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>

<sup>2</sup>P = Probabilidad

<sup>3</sup>Dieta 1 = Control

Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre

<sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variación

**Mortalidad Acumulada.** Se encontró diferencias significativas entre líneas pero no entre dietas ( $P \leq 0.05$ ). La línea Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup> presentó mayores porcentajes de mortalidad que la línea genética Cobb<sup>®</sup> durante el día 1 al 32. Estos resultados no concuerdan con García y Quijía (2012) quienes no encontraron diferencias significativas en la mortalidad al momento de realizar un cambio en los niveles energéticos de la dieta. El incremento en la mortalidad se puede dar por la incidencia del síndrome de muerte súbita, según Greenless et al. (1998) los pollos de líneas pesadas que tienen un crecimiento y metabolismo rápido tienen más problemas cardíacos en comparación a los de crecimiento lento o líneas livianas.

**Cuadro 6.** Efecto del incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en el alimento sobre la mortalidad acumulada (%)

	Edad (d)				
	6	13	20	27	32
Línea (L):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®1</sup>	1.57 <sup>a</sup>	2.38 <sup>a</sup>	2.68 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	4.66 <sup>a</sup>
Cobb <sup>®</sup>	0.39 <sup>b</sup>	0.95 <sup>b</sup>	1.16 <sup>b</sup>	1.82 <sup>b</sup>	2.77 <sup>b</sup>
P <sup>2</sup>	0.0001	0.0032	0.0006	0.0001	0.0005
Dieta (D) <sup>3</sup> :					
1	0.88	1.40	1.76	2.66	3.64
2	1.08	1.93	2.07	2.66	3.78
P	0.5514	0.1343	0.4091	0.7295	0.8707
Interacción (L x D):					
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1	1.33	2.03	2.43	3.22	4.27
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2	1.82	2.73	2.94	3.78	5.04
Cobb <sup>®</sup> *D1	0.42	0.77	1.11	2.10	3.01
Cobb <sup>®</sup> *D2	0.35	1.12	1.22	1.54	2.52
P	0.4638	0.6772	0.5503	0.3539	0.1755
CV <sup>4</sup>	141.93	110.46	90.14	77.41	49.93

<sup>1</sup>AA x R = Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>

<sup>3</sup>Dieta 1 = Control

Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre

<sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variación

**Características de Canal.** Se encontró diferencias significativas entre las líneas genéticas pero no entre las dietas analizadas ( $P \leq 0.05$ ). La línea Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup> presentó mejor rendimiento de cuartos traseros, esto podría ser causa de la dieta suministrada. Según Briles *et al.* (1986) reportaron que el incremento en los niveles de energía de 2,960 kcal/kg a 3,256 kcal/kg en la dieta tiene efectos en el peso y tamaño de la pierna al sacrificio. La línea genética Cobb<sup>®</sup> presentó mayor peso de pectorales mayores lo que concuerda con Manual de Manejo de Cobb (2012) que manifiesta que la línea Cobb<sup>®</sup> gracias a su genética tiende a deponer la mayor cantidad de musculo en el sector de la pechuga. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en cuanto a la interacción línea x dieta.

**Cuadro 7.** Efecto de línea y dieta sobre el peso de canal, rendimientos de canal, cuarto trasero, pectorales mayores, pectorales menores, alas, carcasa y piel

	PC <sup>1</sup> (g)	RC <sup>2</sup>	CT <sup>3</sup>	PMY <sup>4</sup>	PMN <sup>5</sup> (%)	AL <sup>6</sup>	CAR <sup>7</sup>	PI <sup>8</sup>
Línea (L):								
AA <sup>®</sup> x R <sup>®9</sup>	1926.6	71.4	30.7 <sup>a</sup>	16.9 <sup>b</sup>	3.3	8.0	9.9	2.2
Cobb <sup>®</sup>	1923.5	71.9	30.2 <sup>b</sup>	17.9 <sup>a</sup>	3.3	7.9	9.7	2.2
P <sup>10</sup>	0.918	0.307	0.008	0.005	0.158	0.801	0.238	0.672
Dieta(D) <sup>11</sup> :								
1	1912.1	71.4	30.3	17.6	3.3	7.9	9.8	2.2
2	1938.1	71.9	30.6	17.1	3.3	8.0	9.7	2.1
P	0.384	0.320	0.096	0.171	0.976	0.266	0.641	0.391
Interacción (L x D):								
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D1	1533.9	71.3	30.7	16.9	3.3	7.9	10.1	2.1
AA <sup>®</sup> x R <sup>®</sup> *D2	1541.2	71.5	30.8	16.8	3.3	8.0	9.8	2.2
Cobb <sup>®</sup> *D1	1515.9	71.6	29.9	18.3	3.4	7.8	9.6	2.4
Cobb <sup>®</sup> *D2	1574.3	72.3	30.5	17.7	3.3	8.0	9.7	2.1
P	0.161	0.552	0.203	0.261	0.883	0.492	0.411	0.231
CV <sup>12</sup>	8.17	3.50	3.42	10.85	9.68	6.55	11.7	21.51

<sup>1</sup>PC=Peso de canal; <sup>2</sup>RC= Rendimiento de canal; <sup>3</sup>CT= Cuarto Trasero; <sup>4</sup>PMY= Pectorales Mayores;

<sup>5</sup>PMN=Pectorales Menores; <sup>6</sup>AL=Alas; <sup>7</sup>CAR=Carcasa; <sup>8</sup>PI= Piel; <sup>9</sup>AA x R=Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup>;

<sup>10</sup>P=Probabilidad; <sup>11</sup>Dieta 1=Control, Dieta 2 = Incremento de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre;

<sup>12</sup>CV = Coeficiente de Variación

## 4. CONCLUSIONES

- El incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre en la dieta de pollos de engorde en la primera fase del ciclo de producción (fase 1) desde el día 1 al 8 presentó diferencias significativas en el peso corporal, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia, ganancia de peso, mortalidad y características de canal.
- Se encontró que desempeño de la línea genética Cobb<sup>®</sup> se comportó mejor en los parámetros productivos como peso corporal, ganancia de peso, mortalidad y rendimiento de pectorales mayores (pechuga).
- Se encontró que la línea genética Arbor Acres<sup>®</sup> x Ross<sup>®</sup> obtuvo una diferencia marcada en la eficiencia de conversión alimenticia en comparación con la línea genética Cobb<sup>®</sup>.
- El incremento de energía, lisina y sulfato de cobre en la fase inicial resulta recomendable ya que presentó diferencias en los tratamientos y mostró mejores desempeños productivos.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar el mismo ensayo de incremento de niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre pero en aves sexadas de dos líneas genéticas para observar su comportamiento y comparar resultados.
- Realzar un análisis económico previo a incrementar los niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre con la finalidad de evaluar costos y determinar la rentabilidad de realizar esta actividad a nivel comercial.

## 6. LITERATURA CITADA

Acar, N.; Moran, E.T.; Mulvaney, D. R. 1993. Breast muscle development of commercial broilers from hatching to twelve weeks of age. *Poultry Science* 72: 317-325.

Ajinomoto Biolatina. 2000. El papel de la nutrición proteica para pollos parrilleros, informativo técnico-03, Consultado el 20 de septiembre del 2010 (en línea). Disponible en: [http://www.lisina.com.br/publicacoes\\_detalhes\\_esp.aspx?id=1271](http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes_esp.aspx?id=1271), 16 p.

Ajinomoto Biolatina, 2003. Nivel de Lisina en los Alimentos de Pollos de Engorde. Requerimiento Actualizado de Lisina. Consultado el 20 de febrero del 2012 (en línea). Disponible en: [http://www.lisina.com.br/publicacoes\\_detalhes\\_esp.aspx?id=1725](http://www.lisina.com.br/publicacoes_detalhes_esp.aspx?id=1725)

Arbor Acres Plus®, Manual de engorde. 2010. (En línea). Consultado en junio de 2014. Disponible en: [http://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.scribd.com/doc/29567996/Arbor-Acres-Broiler-Manual&rurl=translate.google.hn&usg=ALkJrhic4-xVMZdV\\_ZiY353tT-9-etLzvg](http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.scribd.com/doc/29567996/Arbor-Acres-Broiler-Manual&rurl=translate.google.hn&usg=ALkJrhic4-xVMZdV_ZiY353tT-9-etLzvg)

Artiga Ortega, R., Orellana Eguízabal A., Zapata Rivera., C. 2013. Efecto del aumento de lisina digestible y energía metabolizable en la fase 1 del programa de alimentación de pollos de engorde aplicado a diferentes edades. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13p.

Bakalli, R.I., G.M. Pesti, W.L. Regland, and V. Konjufca, 1995. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens. *Poultry Sci.* 74:165-171.

Barros, J. 2000. Efecto de niveles altos de energía y proteína en dietas pre-inicio, durante los primeros siete días de vida de pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras. 19p.

Bell, D; Weaver, W. 2002. Commercial chicken meat and egg production. 5 ed. Norwell, Massachusetts. Kluwer Academic Publishers. 1237 p.

Briles, C; Mafeni, J.; Tivzender, P. 1986. Effects of dietary energy on selected broiler-type chickens for quantitative tracts. *Poultry Science.* 65: 157.

Borges S. A., Fischer da Silva A. V., Arika J. Hooge D. M., Cummings K. R. Dietary electrolyte balance for broilers chickens under moderately high ambient temperatures and relative humidities. *Poultry Sci.* 2003. Vol. 82. P. 301– 308.

Cedeño Alcívar, J. C., G. E. Cevallos Guamán. 2010. Efecto de dos niveles de lisina en dietas para pollos de engorde de las líneas Cobb no sexable® y Arbor Acres Plus® desde el día 1 al 21 sobre los parámetros productivos y las características de la canal hasta los 35 días de edad. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Cobb 500®, Manual de engorde, 2012. (En línea). Consultado en Agosto de 2014. Disponible en: <http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/guides/cobb-broiler-management-guide---spanish.pdf>.

Fisher, C., 1973. Use of cooper sulfate as growth promoter for broilers. *Feedstuffs*, July 26, 24-25.

Greenlees, K.J., O. Eyre., J.C. Lee, T.C. Larsen. 1989. Effect of age and growth rate on myocardial irritability in broiler chickens (42861). *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 190, 282-285.

Jankowski J., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Kwiecinski P. Effect of different dietary sodium levels on the growth performance of broiler chickens, gastrointestinal function, excreta moisture and tibia mineralization. *J. Anim. Feed Sci.* 2011a. Vol. 20 P. 93–106.

Jankowski J., Jusiewicz J., Zdunczyk Z., Smiecinska K., Kwieciński P. Effects of the inclusion level and source of dietary sodium from different sodium salts on performance and meat characteristics of broiler chickens. *Arch. Anim Nutr.* 2011b. Vol. 65(3). P. 186–202.

Kidd M.T., Barber S.J., Zumwalt C.D., Barnton S.L., Hoehler D. Dietary amino acid and sodium bicarbonate responses in broilers reared in hot environmental temperatures. *J Appl Poultry Res.* 2003. Vol. 12. P. 321–327.

Marca Lopez, J. E., A. O. Menéndez Cevallos. 2010. Evaluación comparativa entre Cobb no sexable® y Arbor Acres Plus® variando el nivel lisina del día 1 al 21 y el energético del día 22 al 35 sobre los parámetros productivos y las características de la canal al sacrificio. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 25 p.

Manual de manejo de reproductoras de carne Arbor Acres. 2009.(en línea). Consultado 21 abril de 2011. Disponible [http://en.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossManualManejoPolloEngordeRoss-2009.pdf](http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossManualManejoPolloEngordeRoss-2009.pdf)

Melo, 2005. Informe Técnico – Pollos Parrilleros Machos (Línea Cobb 500), con Uniwall Mos 25 (1.5kg/ TN) vs Control no medicado (en línea). Consultado 2 de junio de 2010. Disponible en: <http://www.vetanco.com.br/trabalhos/Uniwall%20MOS%2025%20%20Universidad%20Nacional%20del%20Nordeste%20.pdf>.

Musthaq T., Mirza A.M., Athar M., Hooge D.M., Ahmad T., Ahmad G., Mushtaq M.M.H., Noreen U. Dietary sodium and chloride for twenty-nine to fortytwo- day-old broiler chickens at constant electrolyte balance under subtropical summer conditions. *J. Appl. Poult. Res.* 2007. Vol. 16. P. 161–170.

Mushtaq T., Sarwar M., Nawaz H., Aslam Mirza M., Ahmad T. Effect on interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. *Poultry Sci.* 2005. Vol. 84. P.1716–1722.

North, M; Bell, D. 1993. Manual de producción avícola. Alimentación de pollos de engorde, para asar y capones. 3° ed. México D.F, México. El Manual Moderno S.A de C.V. 829 p.

Olanrewaju H. A., Thaxton J. P., Dozier W.A., Branton S.L. Electrolyte diets, stress, and acid-base balance in broiler chickens. *Poult. Sci.* 2007. Vol. 86. P. 1363–1371.

SAS®. 2009. User's Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC, USA. Versión. 9.1.

Urrutia, 199. Informe Técnico – Pollos parrilleros Machos (Línea Cobb 500), con Uniwall Mos 25 (1.5kg/ TN) vs Control no medicado (en línea). Consultado 2 de junio del 2010. Disponible en:  
<http://www.vetanco.com.br/trabalhos/Uniwall%20MOS%2025%20%20Universidad%20Nacional%20del%20Nordeste%20.pdf>

Vázquez, M., G.M. Pesti, 1997. Estimation of the lysine requirement of broiler chicks for maximum body gain and feed efficiency. *Applied Poultry Research* 6:241-246.

Vieira, S.; Olmos, A.; Berres, J.; Moreira De Freitas, D.; Bernardon, J.; Martinez, J. 2007. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis protéicos ideais, *Ciencia Rural*, Novembro-Dezembro, Año/Vol. 37, Número 006, Universidade Federal De Santa Maria Santa Maria, Brasil, 1753-1759 p.

Watkins S.E., Fritts C.A., Yan F., Wilson M.L., Waldroup P.W. The interaction of sodium chloride levels in poultry drinking water and the diet of broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 2005. Vol. 14. P. 55–59.

Zorrilla, F., M. Cuca y E. Avila. 1993. Efecto de niveles de energía, lisina y proteína en dietas de pollos de engorde en iniciación (en línea). Consultado 8 de septiembre de 2013. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1993/vm934f.pdf>