

**Adaptabilidad de la línea Hy-Line Brown[®]
bajo dos sistemas de semipastoreo en
Zamorano, Honduras**

**Ana Lourdes Méndez Rivera
Elmin Efraín Márquez González**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Adaptabilidad de la línea Hy-Line Brown[®]
bajo dos sistemas de semipastoreo en
Zamorano, Honduras**

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

Presentado por

**Ana Lourdes Méndez Rivera
Elmin Efraín Márquez González**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

Adaptabilidad de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Ana Lourdes Méndez Rivera
Elmin Efraín Márquez González

Aprobado:

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesora Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ingeniería Agronómica

Gerardo Murillo, Ing.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor

RESUMEN

Méndez A.; Márquez E. 2011. Adaptabilidad de la línea HY-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20 p.

La producción avícola bajo pastoreo es una alternativa apropiada para mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores en los países subdesarrollados. El estudio se realizó en la Unidad de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana entre los meses de junio y septiembre de 2011. El objetivo fue evaluar la adaptabilidad de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo y su efecto en parámetros productivos y calidad física del huevo de mesa. Se utilizaron 60 aves de la línea Hy-Line Brown[®] de 17 semanas de edad. Las aves fueron divididas en dos grupos de 30 aves cada uno: tratamiento corral móvil y tratamiento corral fijo. Se evaluó consumo de alimento, producción de huevos y peso corporal; para la calidad física del huevo de mesa se evaluó los parámetros: peso del huevo, altura de la albúmina, unidades Haugh, grosor de la cáscara y pigmentación de la yema. El porcentaje de mortalidad y morbilidad acumulado para ambos tratamientos fue de 0 %. El porcentaje de postura para ambos tratamientos fue 91.67% a la semana 31 de edad del ave. La calidad física del huevo fue superior en el corral fijo para las características de altura de albúmina en un 10.85 % y unidades Haugh en un 4.65%. Para los huevos analizados a los 21 días de almacenamiento hubo una reducción en unidades Haugh de 38.42% para el corral móvil y 39% para el corral fijo comparadas con los huevos frescos y una reducción de 52.20% para el corral móvil y 59.29% para corral fijo en la altura de albúmina. En sistemas de semipastoreo el ave reduce su estrés, canibalismo, porcentaje de mortalidad y morbilidad.

Palabras clave: Calidad física del huevo, corral fijo, corral móvil.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
Índice de Figuras y Anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4 CONCLUSIONES.....	16
5 RECOMENDACIONES.....	17
6 LITERATURA CITADA.....	18
7 ANEXOS.....	20

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición del concentrado comercial utilizado para la alimentación de aves de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo	5
2. Consumo de alimento (g/ave), peso corporal (kg), producción de huevos (%) de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo.....	7
3. Calidad física del huevo fresco de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo	12
4. Altura de la albúmina (mm) de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] bajo semipastoreo a partir de la semana 21 hasta la 30 de edad....	13
5. Unidades Haugh de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] bajo semipastoreo a partir de la semana 21 hasta la 30 de edad.	13
6. Calidad física de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días	14
7. Efecto del tiempo en el peso del huevo (g) de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.....	15
8. Efecto del tiempo en la pigmentación de la yema (escala de Roche) de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.....	15
9. Efecto del tiempo en el grosor de cáscara (μm) de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura Ambiente durante 21 días.....	15

Figuras	Página
1. Consumo promedio diario por semana de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo.....	8
2. Peso corporal promedio por semana de la línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo.....	9
3. Producción de huevos promedio por semana de línea Hy-Line Brown [®] bajo dos sistemas de semipastoreo.....	9
4. Efecto del consumo de concentrado comercial en la producción de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] en el sistema de corral móvil.....	10
5. Efecto del consumo de concentrado comercial en la producción de huevos de la línea Hy-Line Brown [®] en el sistema de corral fijo.....	11

Anexos	Página
1. Sistema de corral móvil	20
2. Sistema de corral fijo	20

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ha desarrollado a ritmo acelerado en los últimos años, incrementando su producción debido al consumo de huevos y su alta demanda (FAO 2000). Para cubrir esta demanda, la producción de huevos se ha basado en sistemas intensivos donde las aves permanecen hacinadas en jaulas durante toda su vida productiva (North y Bell 1993).

Estos sistemas ofrecen ventajas como la facilidad de manejo para el cuidado de los animales, control de parásitos internos, aumento de la densidad de aves por galpón, mejora de la higiene de los huevos y reducción de la mano de obra. Sin embargo, también presenta desventajas como el aumento excesivo del hacinamiento que eleva el porcentaje de mortalidad y morbilidad (North y Bell 1993). Por ser una tecnología de alta inversión resulta de difícil adquisición para los pequeños productores de países en desarrollo (FAO 2003).

Debido a que la demanda de productos más saludables y de sistemas más amigables con el ambiente se ha incrementado, la búsqueda de alternativas que permita llegar a estos mercados es determinante para el desarrollo avícola. Esto indica que el futuro de la producción animal sostenible tiene potencial para expandirse y desarrollarse, en contraposición a los sistemas convencionales de producción animal (FAO 2003). Estos mercados son igualmente exigentes en cuanto a la calidad del huevo, por tanto, dichos sistemas deben cumplir con mínimas condiciones para el mercado (Hernández *et al.* 1992).

La implementación de un sistema que permita al ave desarrollarse y producir en condiciones más naturales, reduciendo el estrés producido en sistemas de confinamiento y que además permita la utilización de diversos alimentos para lograr una reducción en el uso de insumos externos y costo de producción, ha tomado mucho auge en los últimos años (Muñoz y Vellojín 2002).

El alto costo de los recursos alimenticios utilizados en las dietas comerciales genera la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación avícola, que puedan sustituir o reemplazar parcialmente las fuentes convencionales de nutrientes y energías requeridas para su mantenimiento y producción (Berrío y Cardona 2001).

La producción avícola bajo pastoreo es una alternativa apropiada para mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores en los países subdesarrollados (FAO 2003). Este sistema promueve la utilización de vitaminas naturales, aire fresco, luz natural y una alimentación complementada con pasturas frescas y microfauna. Además permite integrar y aprovechar las condiciones agroecológicas de la finca incorporándolos a otros sistemas agrícolas y ganaderos (Salatin 1999).

Se considera necesario experimentar con estos sistemas alternativos y líneas mejoradas en las condiciones propias de cada país, para completar los conocimientos sobre su problemática y manejo, evitando que los avicultores caigan en posibles errores y pérdidas que pudieran derivarse de una mala adaptación de los resultados y conclusiones obtenidos en países donde las condiciones son distintas (Barnett y Newman 1997).

El objetivo de estudio fue evaluar la adaptabilidad de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo y su efecto en parámetros productivos y calidad física del huevo de mesa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de junio a septiembre del 2011 en la Unidad de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, localizada en el valle del Yeguare a 32 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm con una precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24°C.

Se utilizaron un total de 60 aves ponedoras con 17 semanas de edad de la línea Hy-Line Brown[®], proporcionadas por el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola, Zamorano, Honduras. Las aves procedían del mismo lote y por tanto sometidas a condiciones similares de manejo y alimentación.

Las aves fueron divididas en 2 grupos de 30 aves cada uno: tratamiento corral móvil y tratamiento corral fijo. El tratamiento corral móvil ocupó un lote de pastoreo de 18 × 14 m, dividido en 84 potreros de 1.5 × 2 m cada uno. Se construyeron tres corrales de 1.5 × 2 m distribuyendo 10 aves/corral. En cada corral se ubicó una percha, un bebedero de campana y un comedero de canal (PVC) y dos nidos de postura (uno en la parte inferior y otro en la parte superior), utilizando para su elaboración cajas agronómicas y viruta proporcionándoles a las aves un lugar seguro, limpio y de fácil acceso para que depositen sus huevos (Anexo 1). El tratamiento corral fijo ocupó un lote de pastoreo de 20 × 14 m, dividido en cuatro potreros de 7 × 10 m cada uno utilizando cercas temporales y un corral fijo de 2 × 2 m donde se distribuyeron 30 aves. Se colocó viruta como material de cama la cual fue removida dependiendo de las condiciones en las que se encontraba, como parte de las medidas sanitarias para la prevención de enfermedades. Además, seis nidos de postura (tres en la parte inferior y tres en la parte superior), tres perchas, dos bebederos de campana y dos comederos de canal (PVC) (Anexo 2). Los corrales para ambos tratamientos fueron construidos con madera de pino, colocando malla en los potreros y en el piso de los corrales como protección para evitar daños a la parvada ocasionados por depredadores diurnos y nocturnos.

La alimentación fue a base de concentrado comercial, restringiendo su consumo durante la semana 17 - 23 de edad. Se suministró a razón de 30 g/ave/día a partir de la semana 17 - 21 y 50 g/ave/día entre la semana 22 - 23, adicionalmente se proporcionó carbonato de calcio *ad libitum* para evitar deficiencias. Se ofreció concentrado comercial con una densidad nutricional de 100% (Cuadro 1) *ad libitum* a partir de la semana 24 - 30 de edad.

Para complementar la dieta se utilizó subproductos de cosecha, seleccionados por su disponibilidad; suministrando maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L.), camote morado (*Ipomoea batata*). Además, hojas de nacedero (*Trichanthera gigantea*) y lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). En el área de pastoreo prevalecía pasto guinea (*Panicum máximum*), pata de gallina (*Eleusine indica*) y malva (*Sida acuta*).

Para el tratamiento corral móvil se realizó una rotación diaria con acceso a pasto durante todo el día, permaneciendo en el corral de manera permanente. Para el tratamiento corral fijo la pastura se alternó cada dos semanas, las aves permanecieron en libre pastoreo de 6:30 am a 6:30 pm. Durante la noche las gallinas fueron encerradas en el corral fijo para protegerlas de depredadores silvestres considerando que la mayoría de ellos son nocturnos y como refugio para la lluvia.

Se calculó la mortalidad y morbilidad acumulada durante las 15 semanas de evaluación (%). Las aves se pesaron al inicio del estudio y una vez cada semana tomando una muestra de 15 aves/tratamiento (kg/ave). Se calculó el consumo de alimento diario promedio por semana (g/ave). Para determinar la producción de huevos (%) se tomó en cuenta el número de huevos producidos por día. La recolección de huevos se llevó a cabo cuatro veces al día.

La calidad física de huevo fue determinada por medio de la prueba Running Multiple Egg Test utilizando el equipo QCM. Para realizar este análisis se utilizaron 15 huevos por tratamiento de las aves bajo semipastoreo. Se determinó el peso del huevo (g) utilizando una balanza digital, la altura de la albúmina (mm) se midió con una precisión de 0.1 mm en una fracción de segundo, utilizando la tecnología de medición de contacto instantáneo. Las unidades Haugh se calcularon como la relación entre la altura de albúmina y el peso total del huevo. Para determinar el color de la yema se utilizó el abanico de colores desarrollado por Roche (2000). Esta escala comprende colores que van desde el amarillo claro siendo este el más bajo con un valor de 1 hasta el naranja rojizo con un valor de 15. El grosor de la cáscara (μm) se determinó mediante la utilización del tornillo micrométrico, para ello se tomó una pequeña fracción de la línea ecuatorial de cada huevo.

Para realizar el análisis estadístico se compararon las medias de los tratamientos para consumo de alimento, producción de huevos y peso corporal por medio de la prueba T Student para muestras independientes. Para describir el efecto del consumo de alimento concentrado sobre la producción de huevos se realizó un análisis de regresión para identificar la relación entre las variables. Para analizar la calidad física de huevos se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con dos tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento, mediante el Modelo Lineal General (GML) y la separación de medias utilizando la prueba de Duncan con la ayuda del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 2009). El nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$.

Cuadro 1. Composición del concentrado comercial utilizado para la alimentación de aves de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo.

Ingredientes	100%
Maíz	58.89
Harina de Soya	26.37
Carbonato de Calcio	9.01
Fosfato Dicálcico	1.53
NaCL	0.45
Premezcla Vitamina – Mineral ¹	0.25
BioMos ^{®2}	0.05
Aceite Vegetal	3.17
DL – Metionina	0.19
Lisina	0.04
Treonina	0.01
Análisis calculado	
Proteína cruda	17.2
EM Kcal/kg	2867
Ca	3.88
P disponible	0.43
Metionina digerible	0.43
Met + Cis digerible	0.69
Lisina digerible	0.83
Treonina digerible	0.58
Arginina digerible	1.02
Valina digerible	0.74
Isoleucina digerible	0.68
Triptófano digerible	0.18
Cl	0.30
Na	0.20

¹La pmezcla de gallinas ponedoras provee las siguientes cantidades por kg en la dieta: vitamina A 3,478,260.87 UI; Vitamina D 3,869,565.21 UI; Vitamina E 2,173.91 UI; vitamina K 3.65 mg; Riboflavina 1.96 mg; Niacina 10.78 mg; D-Pantotenato de Calcio 2.61 mg; Ácido Fólico 0.11 mg; Vitamina B12 0.005 mg; Cloruro de colina 86.95 mg; Manganeso 30.43 mg; Zinc 21.74 mg; Cobre 3.04 mg; Yodo 0.65 mg; Selenio 0.043 mg; Cobalto 0.065 mg.

²Biomos[®]: Probiótico; levadura de cerveza seca y soluble fermentado de *Saccharomyces cerevisiae*; Alltech, Lexington, Kentucky, USA.

³EM Kcal/kg = Energía metabolizable, kilocalorías por kilogramo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las primeras semanas se observó un comportamiento pasivo en las aves, presentando cambios en el transcurso en las tres primeras semanas de evaluación, desarrollando sus habilidades naturales de excavar y forrajear. Según Castañeda (2011) el acceso al exterior es importante en estos sistemas alternativos de producción, resultando en una disminución en el estrés ocasionado por los sistemas de confinamiento permitiendo al ave expresar su comportamiento natural.

Los corrales móviles fueron trasladados diariamente para que tuvieran acceso a pasto fresco. Según Salatin (1999) al mover los corrales diariamente se controla las enfermedades parasíticas cuando las aves entran en contacto con su propio estiércol. El material de construcción utilizado para el corral móvil presentó deterioro debido a los movimientos que se realizaban para el cambio de potrero, volviéndose inestable. Además el pastoreo fue afectado por la utilización de malla en la base del corral, dificultando a las aves el consumo de pasto. Agregando que las aves fueron despicadas, fue también una limitante para el consumo. El corral fijo facilitó el manejo de las aves proporcionando un refugio seguro, limpio y seco para la postura de los huevos y alojamiento nocturno.

El material utilizado para los comederos (PVC) facilitó su limpieza, permitiendo tener una buena higiene. En cuanto al suministro de agua no fue adecuado ya que al ubicarse los bebederos en el piso las aves introducían viruta, estiércol y tierra. Ésta se proporcionó en forma manual, lo que dificultó tener agua fresca durante todo el día. Las cercas de malla colocadas en los potreros para el corral fijo tuvieron una buena funcionalidad ya que se controló el ingreso de depredadores.

En los nidos inferiores se presentó una mayor postura de huevos que en los superiores. Esto generó una competencia por el acceso al nido. Walker y Hughes (1998) atribuyen cambios en color de la cáscara, al estrés que genera esta competencia, causando una mayor retención del huevo en el oviducto y finalmente el blanqueamiento de los huevos.

No se realizó el análisis para obtener el porcentaje de huevos sucios, sin embargo, este problema fue notorio principalmente para el corral móvil, debido a que las aves permanecían todo el tiempo en los corrales a diferencia del corral fijo donde las aves se encontraban a libre pastoreo, teniendo una disminución en la cantidad de excretas en el corral.

También se puede explicar este fenómeno debido a la acumulación de huevos en los nidos inferiores y por efecto del pisoteo y movimientos de las aves. Muñoz y Vellojin (2002) encontraron con aves de la línea Sex Link negra e Isa Brown bajo pastoreo obtuvieron un 8% de huevos sucios.

El porcentaje de mortalidad y morbilidad acumulado para ambos tratamientos fue de 0%. Este es un indicador que las aves se adaptaron a las condiciones ofrecidas. Los resultados concuerdan con los reportados por Castañeda (2011) en Colombia quien obtuvo un 0% de mortalidad con aves de la línea Hy-Line Brown[®] bajo pastoreo. Sin embargo, en otros estudios realizados con aves bajo pastoreo los datos no coinciden con lo mencionado; Barrantes *et al.* (2006) encontraron un 6.67% de mortalidad al utilizar la línea Sex Link e Isa Brown; Rahman *et al.* (1997) en Bangladesh con aves en semilibertad utilizando la gallina Sonali que es un cruzamiento entre la Fayuomi egipcia y el gallo rojo de Rhode Island obtuvo un 15.9%.

Para el consumo de alimento *ad libitum* diario promedio por semana las diferencias solo son numéricas (Figura 1), se obtuvo un consumo promedio de concentrado comercial de 116.64 y 110.40 g/ave para el corral móvil y corral fijo respectivamente. Para esta línea genética se establece un consumo promedio de alimento concentrado comercial entre las semanas 18 - 80 de edad de 107g/ave/día (Hy-Line International 2009). No se encontró diferencias para el peso corporal promedio por semana y producción de huevos promedio por semana (Cuadro 2). Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Barrantes *et al.* (2006) quienes encontraron una reducción en el consumo de alimento utilizando sistemas de pastoreo rotacional. Castañeda (2011) obtuvo con aves en pastoreo de la línea Hy-Line Brown[®] un consumo de concentrado de 99.4 g/ave/día.

Cuadro 2. Consumo de alimento (g/ave), peso corporal (kg) y producción de huevos (%) de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo.

Tratamiento	Consumo de alimento ¹ (g/ave)	Peso corporal ² (kg)	Producción de huevos ³ (%)
Corral Móvil	116.85 ± 1.72	1.59 ± 0.20	60.82 ± 27.81
Corral fijo	110.40 ± 2.20	1.53 ± 0.18	59.86 ± 27.92

Prueba T Student ($P \geq 0.05$).

¹Consumo de alimento *ad libitum* promedio diario por semana (g/ave)

²Peso corporal promedio por semana (kg)

³Producción de huevos promedio diario (%)

La restricción de alimento que se aplicó durante las semanas 17 - 23 de edad afectó el peso corporal (Figura 2) y la producción de huevos (Figura 3). Esto indica que la dieta complementaria y el pastoreo no suplieron los requerimientos nutricionales de esta línea ponedora. Según Berrío y Cardona (2001) al utilizar alimentos alternativos se necesita conocer su composición bromatológica. Leeson y Summers (1991) indican que en situaciones de restricción de alimento, se ve afectado el comportamiento productivo de las aves ponedoras en los parámetros de porcentaje de postura y peso del huevo.

Berrío y Cardona (2001) utilizando diferentes niveles de inclusión de una dieta alternativa para aves de postura no encontraron diferencias para el peso del huevo, afirmando que las aves de alguna manera, sacrifican el peso corporal y el porcentaje de postura cuando el suministro de energía y nutrientes se ve limitado. Castello *et al.* (1985) señalan que al aplicar una restricción en el consumo de alimento, se afecta el peso corporal de las aves y el porcentaje de postura, el cual no se presentaría cuando la restricción se da con posterioridad a las 30 semanas de edad.

Al proporcionar concentrado *ad libitum* se observó un incremento en el peso corporal y la producción de huevos para ambos tratamientos alcanzando un 91.67%. Berrío y Cardona (2001) al suplir en un 100% los requerimientos de las aves obtuvieron un porcentaje de postura de 94.74%. En condiciones óptimas esta línea puede obtener hasta un 94% - 96% de producción de huevos, alcanzando su pico de producción a partir de la semana 32 (Hy-Line International 2009).

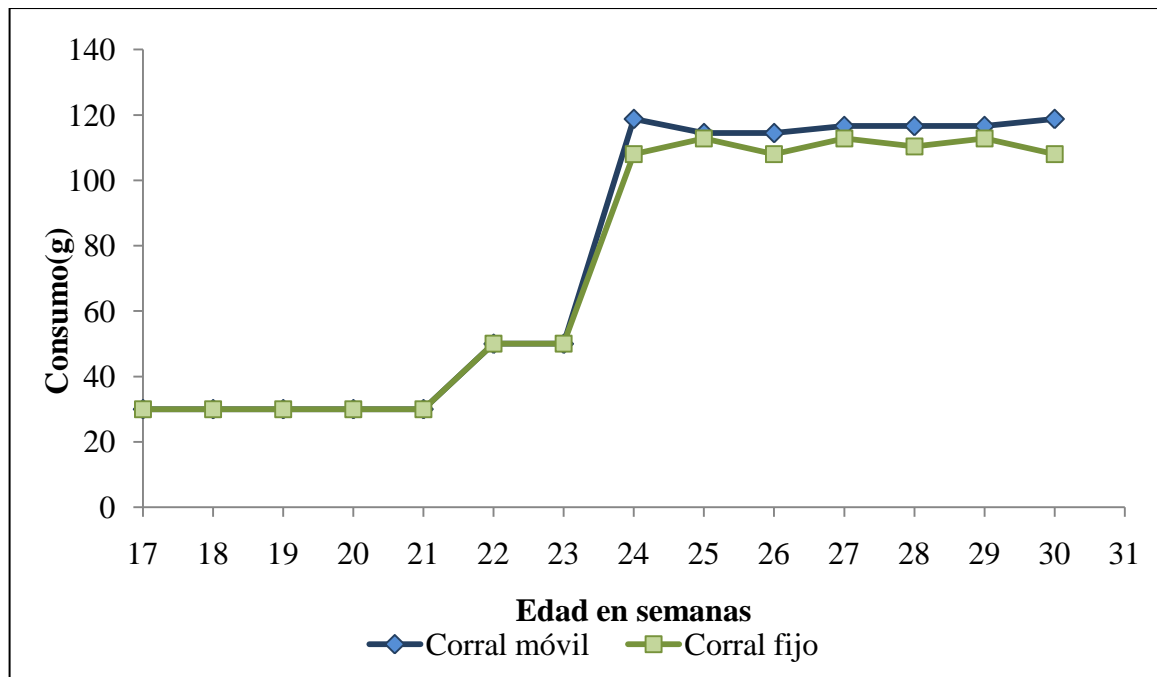


Figura 1. Consumo promedio diario por semana de la línea Hy-Line Brown® bajo dos sistemas de semipastoreo.

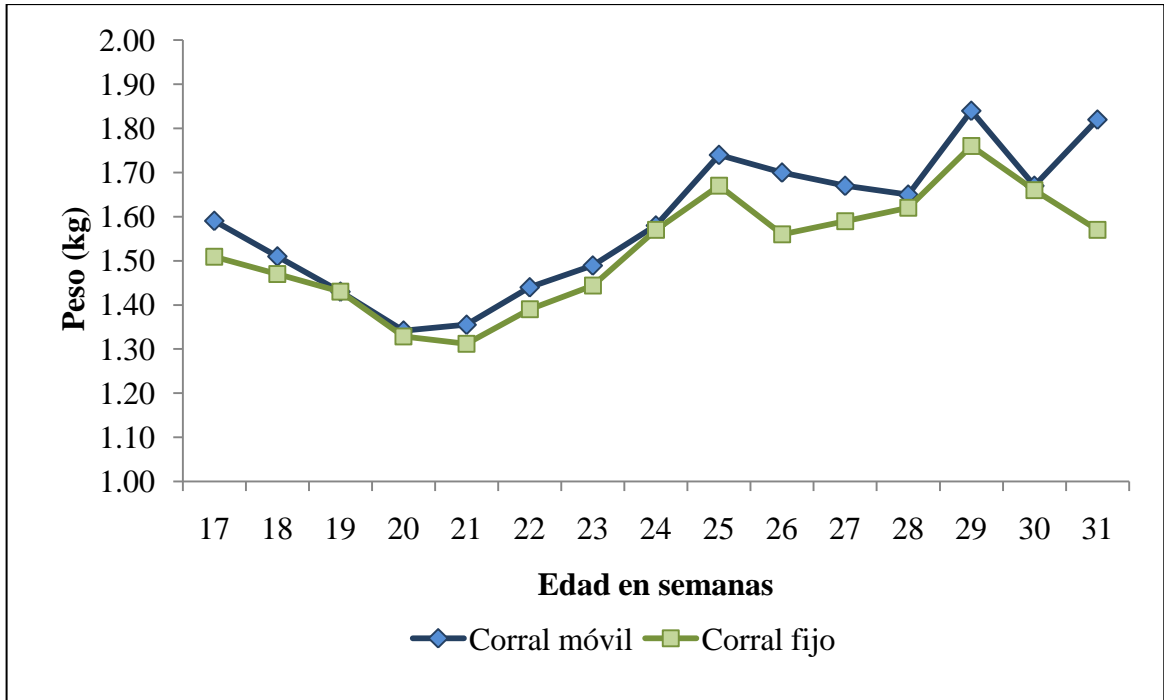


Figura 2. Peso corporal promedio por semana de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo.

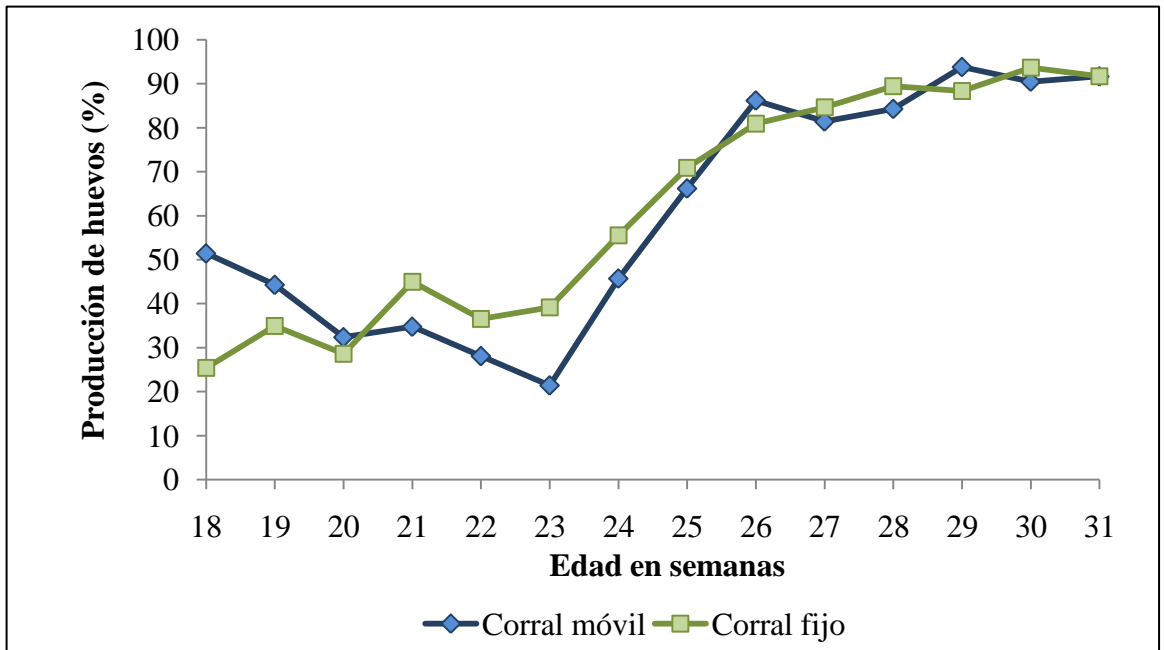


Figura 3. Producción de huevos promedio por semana de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo.

La producción de huevos del corral móvil fue afectado por el consumo de concentrado ya que a medida se incrementó su consumo se observó una tendencia creciente en la producción de huevos (Figura 4). Esto significa que en el 88% de los datos analizados en este sistema tuvo efecto el consumo de concentrado comercial y el 12% depende de otros factores.

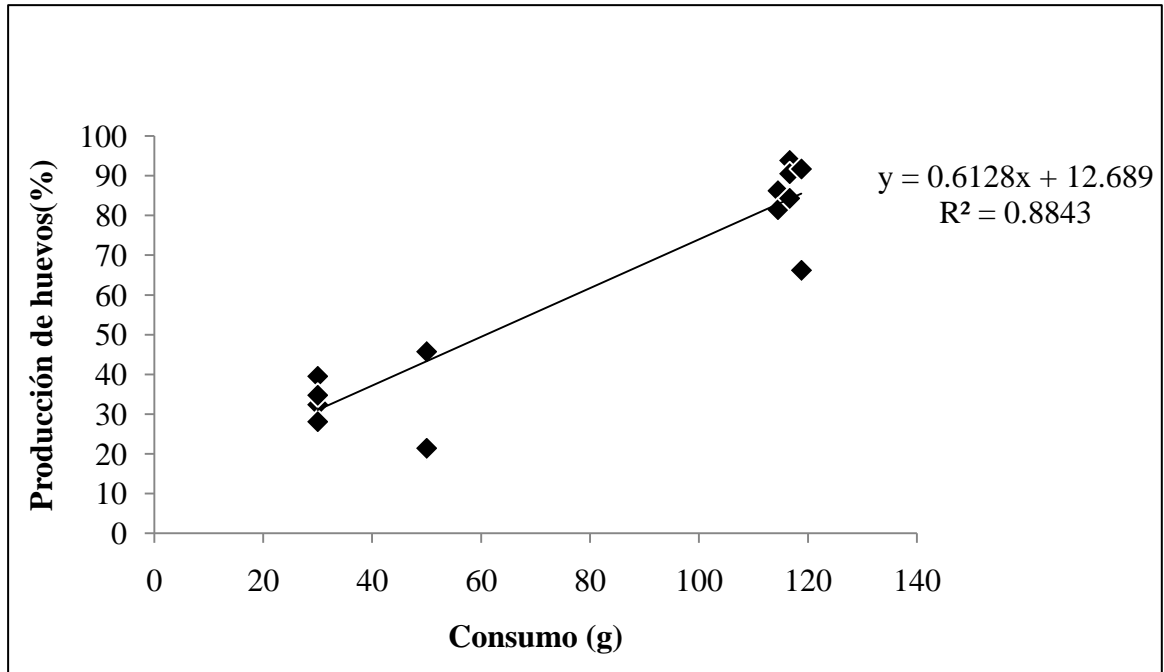


Figura 4. Efecto del consumo de concentrado comercial en la producción de huevos de la línea Hy- Line Brown[®] bajo semipastoreo en el sistema de corral móvil.

Similar al corral móvil, la producción de huevos del corral fijo fue afectado por el consumo de concentrado (Figura 5), a medida que se incrementó el consumo de alimento se observó una tendencia creciente en el porcentaje de postura. Esto significa que en el 92% de los datos analizados en este sistema de semipastoreo tuvo efecto el consumo de concentrado comercial y el 8% depende de otros factores.

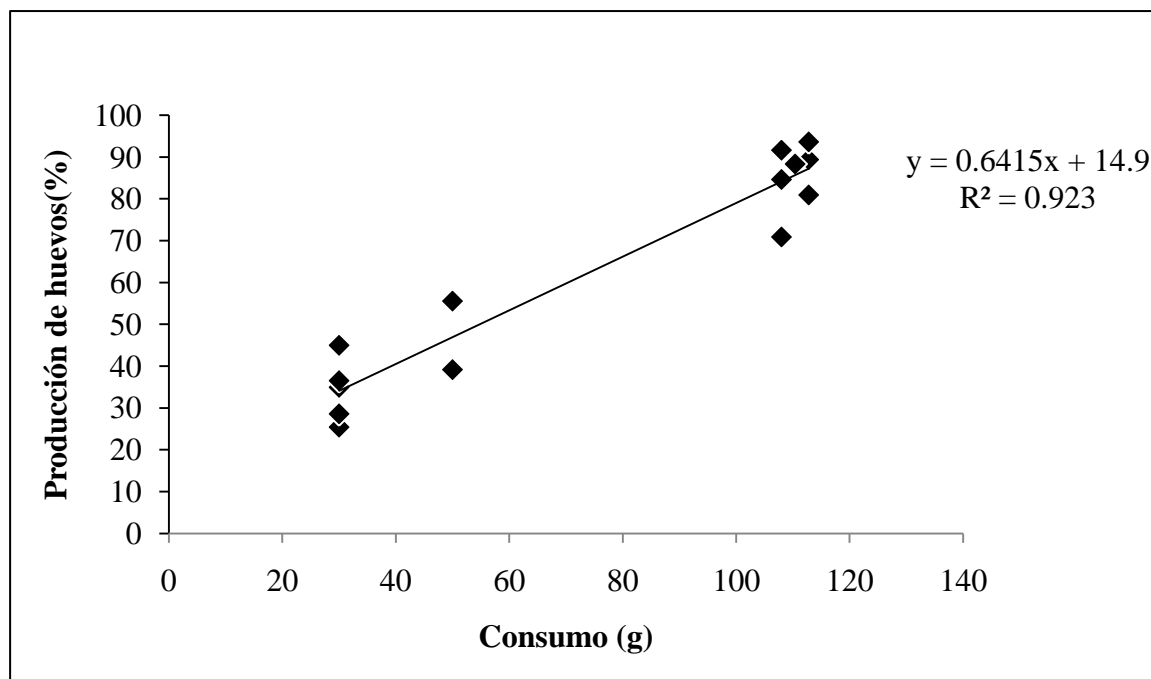


Figura 5. Efecto del consumo de concentrado comercial en la producción de huevos de la línea Hy-Line Brown[®] bajo semipastoreo en el sistema de corral fijo.

Se encontró diferencias estadísticamente significativas para las variables de altura de albúmina y unidades Haugh (Cuadro 3), indicando que el comportamiento en el tiempo para el peso del huevo, pigmentación de la yema, grosor de cáscara fue similar en ambos tratamientos.

Peso del huevo (g). El peso promedio del huevo incrementa a medida que las aves crecen. Se estima que se encuentre en un rango de 46.2 - 61.3g a las 18 - 31 semanas de edad (Hy-Line Internacional 2009). No se encontró diferencia entre los tratamientos para el peso del huevo (Cuadro 3); los resultados encontrados concuerdan con los reportados por Aguilar (2001) quien obtuvo un peso promedio de huevo de 50.8g, utilizando un raza mejorada resultante del cruzamiento de hembras Redbro M[®] con machos Redbro[®], S88 N[®], Redbro Cou Nu[®], Colorpac[®] en sistemas de semiconfinamiento alimentadas con concentrado casero (maíz, semilla de gandul, cáscara de huevo y sal común) y pastoreo.

Altura de albúmina (mm). Se encontró diferencias entre los tratamientos (Cuadro 3) con una altura de albúmina para el corral fijo de 10.85% superior al corral móvil. Hubo diferencias entre los tratamientos para la semana 24 y 27 (Cuadro 4).

Unidades Haugh. Se encontró diferencias entre los tratamientos (Cuadro 3) con unidades Haugh para el corral fijo de un 4.65% superior al corral móvil. Se establece un rango de 97.2 - 93.3 unidades Haugh para esta línea a partir de la semana 21 hasta la 30 de edad (Hy-Line Internacional 2009).

Muñoz y Vellojín (2002) utilizando las ponedoras de la línea Sex Link negra y la línea Isa Brown en un sistema de carreta móvil, con una alimentación promedio de 70g/ave y pastoreo reportaron unidades Haugh de 77.57. Barrantes *et al.* (2006) al comparar la calidad de los huevos producidos bajo pastoreo con los convencionales, determinó que no había diferencia en el grosor de la cáscara y las unidades Haugh. Según Roche (2000) este parámetro depende de la frescura del huevo en el momento de la prueba. Para la semana 24 y 27 se encontró diferencias entre los tratamientos (Cuadro 5) siendo el corral fijo el que presentó mayores unidades Haugh.

Pigmentación de la yema (escala de Roche). No se encontró diferencias entre los tratamientos (Cuadro 3). Esto posiblemente se debe a que la alimentación fue similar para ambos tratamientos. Según Blas y González (1991) la alimentación influye en la composición de la yema, por lo tanto, manipulando la nutrición se puede modificar su estructura y pigmentación. Estos resultados no concuerdan con lo encontrado por Muñoz y Vellojin (2002) quienes obtuvieron una pigmentación de yema de 10.64 (escala de Roche). Esto posiblemente se debe a que las aves tenían una alimentación diferente.

Grosor de la cáscara (μm). No se encontró diferencias entre los tratamientos (Cuadro 3). Esto indicó que el grosor de la cáscara del huevo no fue afectado por estos sistemas de producción. Estos resultados son similares a los reportados por Muñoz y Vellojin (2002) quienes encontraron un grosor de cáscara de 0.38 (μm).

Cuadro 3. Calidad física del huevo fresco de la línea de Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo.

Tratamiento	PH ¹ (g)	AA ² (mm)	UH ³	PY ⁴ (Roche)	GC ⁵ (μm)
Corral móvil	51.99 \pm 5.90	8.20 ^a \pm 1.55	91.98 ^a \pm 7.47	8.83 \pm 2.48	0.35 \pm 0.03
Corral fijo	52.27 \pm 6.37	9.09 ^b \pm 1.82	96.26 ^b \pm 8.73	8.86 \pm 2.33	0.34 \pm 0.02
CV	7.77	15.49	7.12	9.57	7.83
P	0.07	0.00	0.00	0.05	0.11

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

¹PH = Peso del huevo

²AA = Altura de albúmina

³UH = Unidades Haugh

⁴PY = Pigmentación de la yema

⁵GC = Grosor de cáscara en micrómetros

CV = Coeficiente de variación

P = Probabilidad

Cuadro 4. Altura de la albúmina (mm) de huevos de la línea Hy-Line Brown® bajo semipastoreo a partir de la semana 21 hasta la 30 de edad.

Tratamiento	Edad (semanas)			
	21	24	27	30
Corral móvil	7.59 ^(x) ± 1.06	7.88 ^{a(x)} ± 1.98	9.35 ^{a(y)} ± 1.38	7.96 ^(x) ± 1.08
Corral fijo	7.14 ^(y) ± 1.35	10.64 ^{b(x)} ± 0.94	10.01 ^{b(x)} ± 0.99	8.57 ^(y) ± 1.56
CV	16.58	16.75	12.46	16.30

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

Las letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

CV = Coeficiente de variación

Interacción tratamiento × tiempo

Cuadro 5. Unidades Haugh de huevos de la línea Hy-Line Brown® bajo semipastoreo a partir de la semana 21 hasta la 30 de edad.

Tratamiento	Edad (semanas)			
	21	24	27	30
Corral móvil	90.69 ^(x) ± 5.27	91.04 ^{a(x)} ± 10.15	96.67 ^{a(y)} ± 5.98	89.51 ^(x) ± 5.97
Corral fijo	88.32 ^(y) ± 7.16	103.41 ^{b(x)} ± 4.25	101.06 ^{b(x)} ± 4.86	92.34 ^(y) ± 7.99
CV	7.03	8.01	5.51	7.76

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

Las letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente entre sí ($p \leq 0.05$)

CV = Coeficiente de variación

Interacción tratamiento × tiempo

En los huevos almacenados durante 21 días a temperatura ambiente se encontró diferencias entre los tratamientos para las variables de pigmentación de la yema y grosor de la cáscara. Sin embargo, no hubo diferencias para el peso del huevo, altura de la albúmina y unidades Haugh (Cuadro 6).

Peso del huevo (g). Se encontró una reducción en el peso del huevo de 5.9% para el corral móvil y un 8.6% para el corral fijo (Cuadro 6) en comparación al análisis donde se utilizó huevos frescos (Cuadro 3). Hubo diferencias entre los tratamientos para el peso de los huevos almacenados a temperatura ambiente durante 21 días (Cuadro 7). Estos resultados no coinciden con los encontrados por Carranco *et al.* (2011) quienes obtuvieron una disminución en el peso de huevos convencionales de 10% por un periodo de almacenamiento de 30 días a una temperatura de 20°C.

Altura de la albúmina (mm). Se encontró una reducción de 52.20% para el corral móvil y 59.29% para corral fijo en los huevos almacenados durante 21 días (Cuadro 6), comparado con los huevos frescos (Cuadro 3).

La estabilidad de la albúmina se rompe fácilmente por cambios de temperatura a largo plazo de almacenamiento porque se lleva a cabo una disociación entre Lisozima y Ovomucina que son las responsables del aspecto gelatinoso de la albúmina (Carranco *et al.* 2011).

Unidades Haugh. Se encontró una reducción de 38.42% para el corral móvil y 39% para el corral fijo en los huevos almacenados durante 21 días (Cuadro 6) comparado con los huevos frescos (Cuadro 3). Las unidades Haugh es una medida internacional para determinar calidad de huevos y depende de la frescura del huevo (Carranco *et al.* 2011).

Pigmentación de la yema (escala de Roche) y Grosor de cáscara (μm). Se encontró diferencias entre los tratamientos para la semana 24 y 27 de edad (Cuadro 8). Hubo diferencias entre los tratamientos en el grosor de cáscara para la semana 27 de edad, siendo el tratamiento de corral móvil el que presentó el mayor grosor de cáscara (Cuadro 9).

Cuadro 6. Calidad física de huevos de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.

Tratamiento	PH ¹ (g)	AA ² (mm)	UH ³	PY ⁴ (Roche)	GC ⁵ (μm)
Corral móvil	48.92 \pm 6.18	3.92 \pm 2.02	56.64 \pm 23.86	7.71 ^a \pm 1.25	0.37 ^a \pm 0.03
Corrales fijo	47.75 \pm 4.77	3.70 \pm 1.53	58.67 \pm 18.53	7.93 ^b \pm 1.04	0.35 ^b \pm 0.03
CV	7.12	38.19	29.10	12.46	8.75
P	0.02	0.40	0.36	0.01	0.04

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí (($p \leq 0.05$))

¹PH = Peso del huevo

²AA = Altura de albúmina

³UH = Unidades Haugh

⁴PY = Pigmentación de la yema

⁵GC = Grosor de cáscara

CV = Coeficiente de variación

P = Probabilidad

Cuadro 7. Efecto del tiempo en el peso del huevo (g) de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.

Tratamiento	Edad (semanas)		
	24	27	30
Corral móvil	44.52 ^(x) ± 1.69	46.27 ^(x) ± 2.96	55.96 ^{a(y)} ± 5.23
Corral fijo	43.60 ^(x) ± 3.53	47.47 ^(y) ± 2.77	52.18 ^{b(z)} ± 3.43
CV	6.29	6.12	8.18

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

Las letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

CV = Coeficiente de variación

Interacción tratamiento × tiempo

Cuadro 8. Efecto del tiempo en la pigmentación de la yema (escala de Roche) de huevos de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.

Tratamiento	Edad (semanas)		
	24	27	30
Corral móvil	8.93 ^{a(x)} ± 0.70	7.73 ^{b(y)} ± 0.88	6.46 ^(z) ± 0.63
Corral fijo	8.26 ^{b(x)} ± 0.70	8.73 ^{a(x)} ± 1.62	6.80 ^(y) ± 0.94
CV	8.18	5.18	12.13

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

Las letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

CV = Coeficiente de variación

Interacción tratamiento × tiempo

Cuadro 9. Efecto del tiempo en el grosor de cáscara (µm) de huevos de la línea Hy-Line Brown[®] bajo dos sistemas de semipastoreo almacenados a temperatura ambiente durante 21 días.

Tratamiento	Edad (semanas)		
	24	27	30
Corral móvil	0.35 ^(x) ± 0.01	0.39 ^{a(y)} ± 0.02	0.35 ^(x) ± 0.04
Corral fijo	0.35 ^(x) ± 0.02	0.37 ^{b(x)} ± 0.03	0.33 ^(y) ± 0.03
CV	6.78	7.54	11.50

Las letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

Las letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente entre sí (p≤0.05)

CV = Coeficiente de variación

Interacción tratamiento × tiempo

4. CONCLUSIONES

- Bajo condiciones de semipastoreo utilizando sistemas rotacionales el ave reduce su estrés, canibalismo, porcentaje de mortalidad y morbilidad.
- El semipastoreo rotacional con corral fijo, es una alternativa de fácil acceso y manejo para producción de huevos. Permite que las aves tengan acceso a pastura fresca. Este sistema les brinda a las aves un mayor confort, también ofrece condiciones adecuadas para la seguridad de las aves.
- Los parámetros productivos: consumo de alimento, peso corporal, producción de huevos no se vieron afectados por los sistemas de semipastoreo utilizados, sin embargo, se atribuye un efecto en su comportamiento productivo a la restricción de alimento aplicado de la semana 17 - 23 de edad.
- Los huevos frescos obtenidos en el sistema de semipastoreo fijo presentaron mejores características de calidad física.
- La calidad física de los huevos disminuyó con un periodo de almacenamiento de 21 días a temperatura ambiente

5. RECOMENDACIONES

- Efectuar nuevamente el estudio utilizando repeticiones para cada tratamiento con un periodo mayor de evaluación que permita obtener mayor variabilidad en los datos.
- Realizar cambios en el diseño del corral móvil, utilizando materiales para su construcción que facilite su manejo.
- Realizar análisis bromatológico de la dieta complementaria que nos permita determinar su aporte nutricional.
- Realizar un estudio para determinar el consumo de pasto, obteniendo la carga animal y realizar un uso eficiente del área de pastoreo.

6. LITERATURA CITADA

Aguilar, D. 2001. Evaluación de dos dietas en gallinas criollas y mejoradas en semi confinamiento, sobre la postura en el municipio de Yuscarán, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 20 p.

Barnett, J.L.; Newman, E.A. 1997. Review of welfare research in the laying hen and management implications for the Australian egg industry. *Australian Journal of Agricultural Research* 48(4):385–402.

Barrantes, A.; Viquez, C.; Taylor, R.; Botero, R.; Okumoto, S. 2006. Análisis de la capacidad productiva y adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (Sex Link e Isa Brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo. *Tierra Tropical* 2(2):121-128.

Berrío, M.; Cardona G. 2001. Evaluación productiva de una dieta alternativa como reemplazo parcial de concentrado comercial en aves de postura. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia 18 p.

Blas, C.; Gonzales, G. 1991. *Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras*. Editorial Aedos. Madrid, España. 263 p.

Carranco, M.; de la Concepción, M.; Silvia, C.; Ramírez, R.; Sanginés, L.; Fuente, B.; Ávila, E.; Gil, F. 2011. Harina de crustáceos en raciones de gallinas ponedoras. Efecto en la calidad física del huevo almacenado en distintas condiciones. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2):177-181.

Castañeda, C. 2011. Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-Line Brown Hy-Line Brown® en tres modelos de producción piso, jaula y pastoreo. Universidad de la Salle. Bogotá, Cundinamarca, Colombia (en línea). Consultado el 5 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/gallinas-ponedoras-3426/124-p0.htm>

Castello, J.A.; Roca, F.L.; Campo, J.L.; Piñas, F.O. 1985. *Biología de la gallina*. Ed. Tecnograf, S.A. Barcelona, España. 307 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT) 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares: manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe (en línea). Consultado el 23 de junio de 2011. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/v5290s/v5290s00.htm#topofpage>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT). 2003. Cría de aves de corral, un salvavidas para campesinos pobres (en línea). Consultado el 10 de agosto de 2011. Disponible en:
<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/13201-es.html>.

Hernández, O.; Ríos, G.; Huerta, N.; Aguirre, J. 1992. Efecto de dos densidades de gallinas en jaulas sobre la producción de huevos. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela 9(4):271 - 280.

Hy-Line International. 2009. Hy-Line variedad Brown, guía de manejo comercial. Hy-Line International. Iowa, Estados Unidos. 41 p.

Leeson, S.; Summers, J.D. 1991. Feeding programs for egg laying stock. In: Commercial poultry nutrition. University Books. Ontario, Canadá. pp. 67 - 137.

Muñoz, J.; Vellojin, J. 2002. Diseño y evaluación de un sistema de producción de huevos con gallinas bajo pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Ing. Agrónomo. Guácimo, Costa Rica Universidad EARTH. 49 p.

North, O.; Bell, D. 1993. Manual de producción avícola. Ana Felicitas Martínez Haro (Trad). El Manual Moderno. 3 ed. México DF. 829 p.

Rahman, M.; Sorensen, P; Askov, H.; Dolber, F. 1997. Exotic hens under semiscavenging conditions in Bangladesh. Livestock Research for Rural Development 9(3).

Roche. 2000. Programa de monitoreo de calidad de huevo. Roche Vitaminas, S.A. Madrid España. 47 p.

Salatin, J. 1999. Pasture poultry profits. Polyface Inc. Virginia, US. 371 p.

S.A.S. 2009. S.A.S. users Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary, NC, USA.

Walker, A.W; Hughes, B.O. 1998. Egg shell colour is affected by laying cage design. British Poultry Science 39:696-699.

7. ANEXOS

Anexo 1. Sistema de corral móvil.



Anexo 2. Sistema de corral fijo.

