

Alimentación Alternativa de gallinas ponedoras: Utilización de forraje verde hidropónico

Proyecto 739-B2-174

Dra. Catalina Salas Durán
Centro de Investigación en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia,
Universidad de Costa Rica

INTRODUCCIÓN

La dependencia de la alimentación animal costarricense de insumos importados como el maíz y la soya, han disparado los precios de los concentrados y han elevado grandemente los costos de los sistemas productivos. El productor está entonces en constante búsqueda de ingredientes alternativos (y generalmente de menor calidad) para disminuir los costos de su explotación. Adicionalmente, algunos también buscan alimentos que puedan ser extraídos de sus mismas fincas y ser producidos a nivel local.

Una de las alternativas que se ha estudiado es la utilización del forraje verde hidropónico (FVH). El FVH es una tecnología que busca la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas) para producir biomasa vegetal mediante ambientes controlados y una constante producción. El proceso dura un periodo entre los 7 a 15 días, con la intención de obtener un grano germinado con una altura promedio de 25 cm (Elizondo, 2005).

Los resultados para su uso en bovinos son los más significativos y con mayor literatura disponible, especialmente en el ganado lechero. Sin embargo también se encuentran resultados en terneros de engorde, corderos, conejos (producción de pelo y carne), caballos y cuyes (FAO 2001). Para aves de corral, la información disponible es más reducida. En la literatura se reporta que en producciones de pollos, gallinas, patos y gansos el FVH logra sustituir en el 30 al 40% de la dosis de ración de concentrado, con el riesgo asociado de incrementar la presencia de heces líquidas y fermentaciones de la excreta por el uso excesivo del FVH (FAO, 2001). Sin embargo, a la hora de indagar por información de los desempeños de los animales con dicha sustitución, los informes se quedan cortos. Es por esto que se busca realizar una prueba con la sustitución del concentrado en gallinas ponedoras y medir el desempeño de las aves frente a esta fuente alternativa de alimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en la zona de Bella Vista de Guápiles, en la provincia de Limón, Costa Rica. La infraestructura de la granja e invernadero se encuentra entre una plantación de árboles maderables y hortalizas orgánicas.

Instalaciones y equipo para FVH

La finca cuenta con un invernadero a base de metal y plástico, con estantería de madera construida a base de materiales extraídos de la misma finca. Los estantes tienen la misma anchura de las bandejas que se utilizaron, las cuales son las usualmente utilizadas para almácigo (largo 53,5 cm x ancho 27,5 cm x fondo 6 cm). Las bandejas se forraron con plástico negro en el fondo para mantener el agua con la solución nutritiva durante más tiempo (Figura 2). El riego se realizó con un sistema por aspersión equipado con nebulizadores y con una bomba para generar presión al agua. Las soluciones de nutrientes son previamente mezcladas y alimentan el sistema de riego. El timer se ajustó para que el sistema de riego se activara cada hora durante un minuto y bombea la solución a los nebulizadores. El procedimiento completo se detalla más adelante.



Figura 1. Estantería y bandejas utilizadas para el establecimiento de forraje verde hidropónico.

La semilla de maíz orgánico (*Zea mays*) utilizada fue conseguida localmente, estaba recién cosechada y no estuvo expuesta a ningún químico. Las soluciones nutritivas que se adquirieron fueron On 55® y Gadal 55®, las cuales están certificadas orgánicas. La intención de utilizar esas semillas y esas soluciones fue mantener el origen del FVH lo más orgánico posible. Las composiciones nutricionales de las soluciones se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Calidad de las soluciones nutricionales utilizadas.

Nutriente	On 55®	Gadal 55®
N (ppm)	1024	--
P ₂ O ₂ (%)	0,1	--
K ₂ O (%)	1,25	0,012
CaO(%)	0,33	2,38
MgO(%)	0,3	--
S (%)	0,27	4,38
Inertes (%)	97,75	93,23
Traza		
Fe (ppm)	190	35
Cu (ppm)	32	2
Zn (ppm)	1444	24
Mn(ppm)	52	--
Bo (ppm)	67	8

Establecimiento de forraje verde hidropónico

El procedimiento de cultivo utilizado incluye las siguientes etapas (adaptado de Vargas 2008):

1. Selección y pesaje de la semilla. La bandeja fue previamente pesada. Se utilizó para cada bandeja 400 gramos de semilla seca.

2. Prelavado y lavado. En un recipiente hondo se lavó la semilla y las semillas flotantes fueron eliminadas. Posteriormente, se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1% y se dejaron remojar por 10 minutos.
3. Se enjuagó la solución de hipoclorito de sodio y las semillas se dejaron en remojo con agua durante 24 horas.
4. Traslado y germinación: Las semillas se escurrieron y se colocaron en las bandejas y se cubrieron con papel periódico húmedo durante 48 horas.
5. Producción: Una vez enraizado el maíz, se retiró el papel periódico. A partir de este momento se inicia la ferti-irrigación espaciada cada hora con una duración de 60 segundos. Se realiza una combinación de soluciones nutritivas descritas en el Cuadro 1 (5 ml de Gadal 55® y 2,5 ml de On 55®). Se realizó irrigación durante 10 días.
6. Cosecha: Se realizó a los 12 días post colocación en la bandeja, cuando las plántulas alcanzaron los 20 cm de altura aproximadamente.

Instalaciones para las aves

El galerón cuenta con estructuras y nidos de madera obtenidas de la misma finca y techo de láminas de zinc. La granja tiene una capacidad instalada de aproximadamente 600 aves. Los costados de la estructura están completamente sellados con malla, para evitar la entrada de aves silvestres y animales depredadores (Figura 1). El equipo avícola con que cuenta incluye comederos plásticos y bebederos de campana en cantidades adecuadas. Los nidos tienen acceso por la parte exterior de la granja, por lo que la recolección de huevo se hace por fuera de la galera.



Figura 2. Separación de las aves en corrales para darles alimentación según el tratamiento asignado.

El galerón tiene un área separada para bodega de alimento, almacenamiento de huevo y tanque de agua. Para efectos de esta prueba, se realizaron 6 apartos de 2,25 m² cada uno para alojar 60 gallinas en total de acuerdo a su tratamiento. Todas las repeticiones contaron con un comedero y un bebedero de campana y un bloque de nidos con 4 espacios cada uno.

Aves: Manejo y Alimentación

Las aves utilizadas durante el ensayo son de la línea genética ISA Brown, las cuales fueron adquiridas con 17 semanas de edad y listas para iniciar postura. En total se utilizaron 60 aves durante el ensayo. Las aves fueron alimentadas 2 veces al día de manera manual y el huevo se recolectó al menos 2 veces al día. Durante el periodo experimental (20 semanas hasta 40 semanas de edad) se utilizó alimento para ponedora Fase 1 (alimento comercial).

Tratamientos

Una vez que las aves entraron en producción (Semana 20 de edad), se distribuyeron al azar en grupos de 10 aves (6 grupos). Se utilizaron 3 tratamientos con 2 repeticiones cada uno. El tratamiento control, donde las aves fueron alimentadas con alimento balanceado comercial para un consumo por ave de 110 gramos/día. El tratamiento 2 consistió en una restricción de un 25% de la cantidad de alimento balanceado, se les ofreció 83 gramos de alimento y 27g de materia fresca de FVH por ave/día. Para el tratamiento 3 se realizó una restricción del 50%, se les ofreció 55 g de alimento balanceado y 55 g de FVH fresco por ave/día. Durante las primeras 6 semanas del ensayo, a las aves se les ofrecía el FVH durante la alimentación de la mañana y durante la tarde se les proporcionaba el alimento balanceado. El FVH se ofrecía tal como se cosechaba de la bandeja, no se picaba ni se secaba. Debido a los rendimientos observados durante el desarrollo de la prueba, se realizó un cambio en la práctica de alimentación a partir de la semana 31 de edad (ver apartado de Resultados y Discusión). Se incrementó en 5 gramos/ave el alimento balanceado por día para el tratamiento 3, por lo que el porcentaje de sustitución cambió a un 45%. Para todos los corrales alimentados con forraje, las 2 alimentaciones diarias consistieron en proporcionar el 50% de alimento y el 50% del forraje por ofrecer, en cada alimentación.

Durante todo el ensayo de campo se realizó un monitoreo de los parámetros zootécnicos de los lotes; las variables observadas fueron: peso del ave, peso de huevo, cantidad de huevos, conversión alimenticia, mortalidad y porcentaje de postura. Se recolectaron los datos productivos y de mortalidad de manera diaria, y el peso de las aves y peso de huevo de manera semanal. Adicionalmente, se recolectaron de manera aleatoria 5 huevos por repetición cada 5 semanas para realizarles análisis de calidad. Los parámetros evaluados fueron unidades Haugh, grosor de la cáscara, color de la yema y peso de huevo fresco.

Análisis estadístico

Las variables evaluadas serán comparadas entre tratamientos por medio de análisis de varianza con una significancia del 5%. El modelo a utilizar será el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = respuesta asociada a la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = media poblacional.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

e_{ij} = error experimental asociado a la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutricional del forraje verde hidropónico

El establecimiento del FVH se logró satisfactoriamente con resultado de germinación y altura de plántula acorde con lo encontrado en la literatura (Cuadro 2 y Figura 3). El porcentaje mínimo de germinación deber ser mayor o igual a 70-75% (FAO, 2001). Al final de este ensayo, se obtuvieron germinaciones de 90%. Se notó que al disminuir la densidad de las semillas por bandeja y permitir mayor tiempo de crecimiento, se lograron los mejores resultados (Cuadro 2). Las respuestas de rendimiento obtenidas de 1:5,22 coinciden con datos encontrados en la literatura. Vargas (2008) indicó que la relación semilla:material producido para maíz fue de 1:4,3 y para arroz de 1:3,58. En otras referencias se indica que con un kilogramo de semilla se pueden obtener hasta 9 kilogramos de biomasa (Elizondo 2005), donde la calidad de la semilla juega un papel muy importante en el rendimiento de biomasa.

A razón de rendimiento por área, se reportan rendimientos por m^2 que va desde los 16,49 hasta los 33,74 kg (Vargas 2008, Salas-Pérez et al. 2010) con edades de corta desde los 12 hasta los 20 días. En este ensayo se lograron rendimientos por m^2 de alrededor de 14 kg a los 12 días.



Figura 3. Plántulas maduras con aproximadamente 20 cm de altura y otras bandejas con maíz de diferentes edades.

Cuadro 2. Resultados de germinación y rendimientos del FVH de acuerdo a cantidad de semilla por bandeja y días de germinación.

Cant. Semilla (g/bandeja)	Días de crec.	Biomasa final(g/bandeja)	Altura (cm)	% Germinación	Rend. kgbiomasa/kg semilla*
650	13	2.800	25	75	4,3
300	8	950	21	56	3,17
300	8	1.000	23	67	3,33
400	12	2.087	22	90	5,22

*Rendimiento reportado para biomasa fresca

Durante el ensayo se tomaron muestras de forraje y se enviaron al laboratorio del Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA) de la Universidad de Costa Rica para su posterior análisis. Los resultados arrojados por el laboratorio se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de análisis de calidad nutricional del FVH.

Ensayo	Base fresca	Base seca
% Materiaseca 60°C	15,30	--
% Humedadporestufa	86,02	--
% ExtractoLibreNitrógeno	8,36	59,80
% Cenizas	0,52	3,70
% Extractoetéreo (grasa)	0,78	5,60
% Proteínacruda	2,32	16,60
% Fibracruda	2,00	14,30
Calcio ppm	172	1231
Fósforo ppm	679	4.856

El rendimiento encontrado para materia seca (MS) es mayor al reportado por Vargas (2008) quien indica que rendimientos de MS de 11,54% a los 20 días, Salas-Pérez et al. (2010) coinciden con el presente

resultado pues reportan desde 15 hasta 21% de MS con edades de corta desde 12 hasta 16 días. Sin embargo, otros valores reportados en la literatura indican rendimientos entre 20 y 30% de MS (Carballo 2000, FAO 2001, Elizondo 2005, Müller et al. 2005).

Los presentes resultados arrojan contenidos de proteína intermedios respecto a lo que presenta la literatura. En cuanto a la proteína cruda (PC), Vargas (2008) reporta 9,61% en base seca a los 20 días y Salas-Pérez et al. (2010) reportan desde 10,63% hasta 15,04% de PC con edades de corta desde 12 hasta 16 días. Por su parte, Carballido (2005) reporta 18,8% de PC para maíz con edad de cosecha de 12 días. Los presentes resultados se apegan a que el contenido de nitrógeno en los materiales hidropónicos es mayor entre más joven es el cultivo (10 días) (Müller, et al. 2005). Por otra parte, para extracto etéreo, el presente ensayo reporta contenidos de grasa de 5,6% por encima de lo indicado en la literatura de 1,9% hasta 3,36% para edades de corta desde 12 hasta 16 días (Salas-Pérez et al. 2010).

Adicionalmente, se verificó el contenido nutricional de alimento balanceado utilizado, para lo cual se tomó una muestra y se envió a analizar. El Cuadro 4 muestra los resultados del análisis del alimento balanceado utilizado durante el ensayo. Los resultados se apegan a las especificaciones de la etiqueta del producto y a los requerimientos de las aves.

Cuadro 4. Análisis del alimento utilizado en la granja avícola Bella Vista.

Alimento	% PC	% Humedad	% Grasa	% Fibra	% Ca	% P	% Na
Ponedora Fase 1	17,99	11,13	4,8	2,28	3,91	0,57	0,19

Resultados del ensayo biológico

En la Figura 4 se muestran las curvas de producción para los 3 tratamientos y el esperado para la línea genética utilizada. Como se puede observar, a partir de la semana 25 las aves sufrieron una disminución en su producción. Las aves que fueron alimentadas con FVH pudieron mantener su porcentaje de postura durante las primeras semanas luego de la sustitución, sin embargo, utilizaron reservas corporales para cumplir con los requerimientos productivos y por lo tanto bajaron significativamente de peso para la semana 25 de edad (Cuadro 5). Debido a que los bajos rendimientos se mantuvieron por más de 5 semanas, se decidió realizar un cambio en las prácticas de alimentación. Al inicio del

experimento, las aves que consumían forraje se les alimentaba en la mañana con forraje y en la tarde con concentrado. Esto con la intención de que las aves consumieran el forraje. Sin embargo, debido a los bajos rendimientos, a partir de la semana 31 de edad se realizó un cambio, se les ofrecía un 50% del forraje y un 50% del concentrado en cada comida del día. Adicionalmente, al grupo de 50% de sustitución con FVH se le aumentó el concentrado en 5 gramos para proveer a las aves con más nutrientes. Gracias al cambio en el régimen de alimentación, las aves lograron recuperar sus rendimientos y ganaron peso (Cuadro 5). Hacia las últimas semanas del ensayo se observó que las aves consumiendo forraje en ambos tratamientos lograron acercarse a los esperados por la casa genética. Adicionalmente, durante el desarrollo del ensayo no se presentaron mortalidades atribuibles a las dietas. Se eliminó un ave por selección en uno de los apartos de 25% de sustitución porque se golpeó una pata y tuvo que ser eutanasiada.

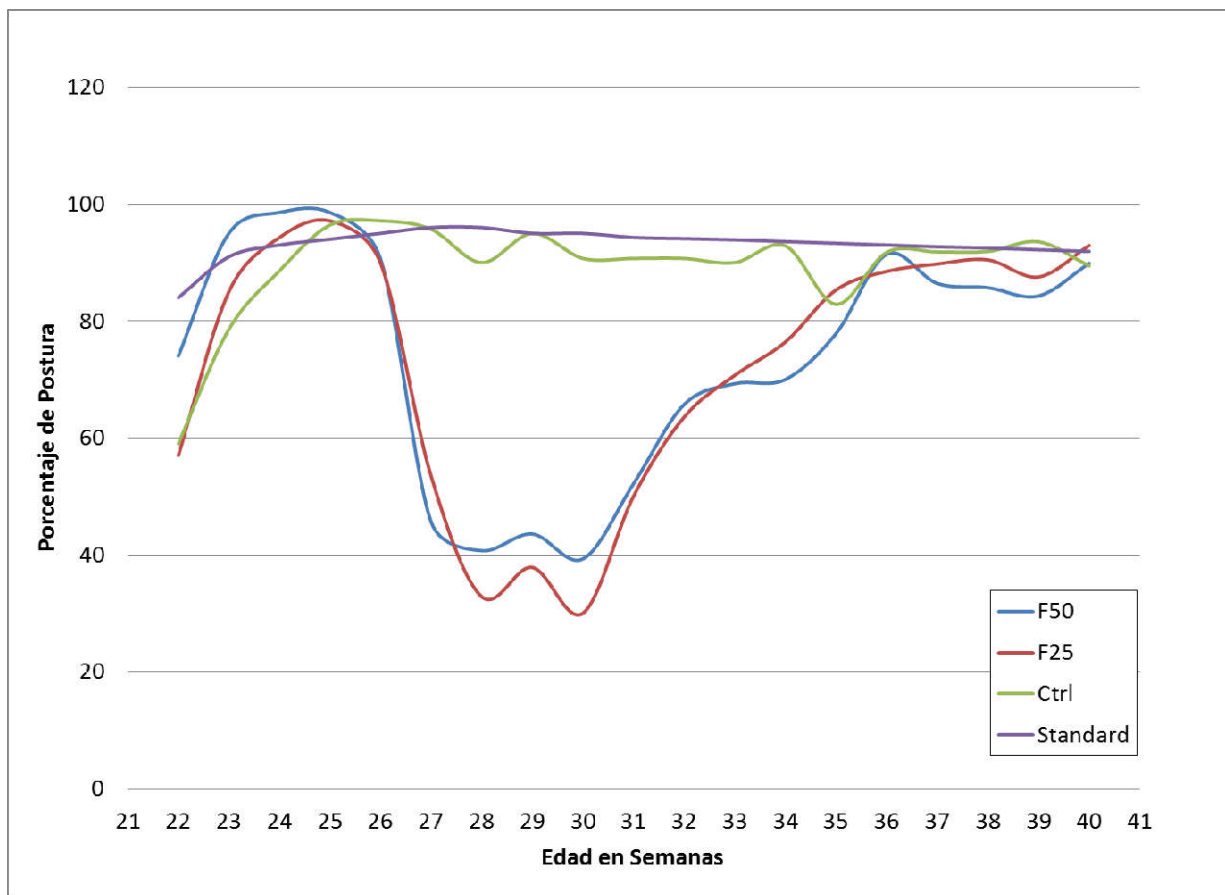


Figura 4. Porcentajes de postura para aves alimentadas 100% con concentrado, 25% con FVH y 50% con FVH.

El Cuadro 5 también muestra que se presentó una pérdida de peso de huevo a la semana 30 de edad. Esto concuerda con los menores rendimientos de las aves y una pérdida de condición corporal en las gallinas que fueron alimentadas con FVH. El peso del ave afecta proporcionalmente el peso del huevo. Se logra observar que una vez que se realizó el cambio en la práctica de alimentación, las aves recuperaron condición y lograron pesos de huevo iguales al tratamiento control.

La interpretación de la conversión alimenticia debe hacerse con cuidado (Cuadro 5). El consumo de alimento para los grupos alimentados con FVH se calculó sumando el alimento ofrecido por ave más la materia seca de FVH (según los resultados del Cuadro 3) ofrecida por día. Para la semana 25, la mejor conversión alimenticia la presentan las aves alimentadas con 25% de FVH. Al llegar a la semana 30 de edad, hay un efecto negativo sobre la conversión para las aves consumiendo FVH; la combinación de una baja producción con un menor peso de huevo provoca conversiones alimenticias muy altas. Una vez que se logra estabilizar a las aves, durante las semanas 35 a 40, las aves que se alimentaron con 50% (45%) de sustitución tienen la mejor conversión entre los grupos. Los resultados durante las últimas semanas del ensayo dan un indicio de buenos rendimientos por parte de las aves con un 50% (45%) de sustitución.

Cuadro 5. Parámetros productivos aves alimentadas 100% con concentrado, 25% con FVH y 50% con FVH.

Edad del ave	% Producción	Peso del ave (kg)	Peso de huevo (g)	Conversión alimenticia
20 semanas				
- Control	59,00	1,750	58,40 ^b	3,64
- 25% sustitución	57,00	1,720	54,80 ^{ab}	3,60
- 50% sustitución	74,00	1,715	52,00 ^b	2,90
25 semanas				
- Control	96,45	1,745 ^b	60,60	1,89 ^{ab}
- 25% sustitución	97,15	1,565 ^{ab}	61,67	1,78 ^a
- 50% sustitución	98,55	1,485 ^a	55,60	1,94 ^b
30 semanas				
- Control	90,70 ^c	1,725 ^c	60,80 ^b	2,02 ^a
- 25% sustitución	30,00 ^a	1,585 ^b	58,60 ^{ab}	3,26 ^b
- 50% sustitución	39,25 ^b	1,500 ^c	55,20 ^a	4,86 ^c
35 semanas				
- Control	82,85	1,725 ^{ab}	60,80	2,37 ^b
- 25% sustitución	85,35	1,730 ^b	61,00	1,83 ^a
- 50% sustitución	77,90	1,635 ^a	56,00	1,59 ^a
40 semanas				
- Control	94,65	1,785	60,20	2,05 ^c
- 25% sustitución	96,50	1,710	59,40	1,64 ^b
- 50% sustitución	93,35	1,705	56,50	1,29 ^a

Por otra parte, se observan pocos efectos del cambio de dieta sobre las características del huevo. El Cuadro 6 muestra que no se presentaron diferencias para índice morfológico, color de yema y unidades

Haugh. El índice morfológico es un indicador de la forma del huevo, índices mayores de 76% se consideran huevos redondos que son difíciles de introducir en los empaques preformados e índices menores de 76% se consideran huevos alargados que son más expuestos a daños mecánicos (Navarro 2000 y Periago 2012); por lo tanto la forma ideal para el huevo de gallina corresponde a un índice morfológico de 74%. En el Cuadro 6 se puede observar que la mayoría de los índices morfológicos obtenidos se acercan a 76%, sin embargo, en el campo no se observaron dificultades para almacenarlos y embalarlos adecuadamente.

Las unidades Haugh (UH) son indicadores de la calidad interna del huevo, por lo que a mayor valor de UH, mayor es la calidad interna del huevo. En el Cuadro 6 se puede observar que los promedios de UH muestran calidades excelentes (mayores de 90) según la clasificación descrita por Periago (2012), esto se justifica en gran parte por que los huevos utilizados para esta medición son frescos. La dieta no tuvo un efecto significativo sobre este parámetro.

En cuanto al color de la yema, la intensidad de color de la yema no influye sobre la comestibilidad del huevo, por lo que en Costa Rica se aceptan con colores que van de amarillo a anaranjado (Reglamento Técnico RTCR 397:2006). Se utilizó la escala de DSM para medir el color, la cual contempla una clasificación en 15 categorías diferentes según la intensidad del color de la yema, desde el amarillo leve hasta el naranja intenso. El costarricense promedio tiende a gustar los huevos que se encuentran entre 10 y 11 en la escala. Lo anterior concuerda con los colores obtenidos para el presente ensayo.

Durante las semanas 20 y 35 se logra ver una leve mejora significativa en el grosor del cascarón, sin embargo no es una tendencia que se mantiene a lo largo del experimento. Adicionalmente, los grosores obtenidos se encuentran dentro de la media esperada de grosor de cáscara para gallinas ponedoras.

Los resultados anteriores están justificados porque el FVH se ofrece tierno a los animales, es una plántula muy rica en vitaminas, especialmente la A y E, tiene grandes cantidades de carotenoides, cuyo contenido puede variar de 250 a 350 mg por kg de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo, alta digestibilidad, puesto que la presencia de lignina y celulosa es escasa, además es muy apetecible (Valdivia, 1996, citado por Rodríguez et al., 2003). Por lo tanto, fue de alta aceptación por las aves y no generó efectos negativos en la calidad del huevo.

Cuadro 6. Parámetros de calidad de huevos de aves alimentadas 100% con concentrado, 25% con FVH y 50% con FVH.

Edad del ave	Índice morfológico	Color yema (escala Roche)	Grosor de cáscara (mm)	Unidades Haugh (UH)
20 semanas				
- Control	78,39	10,40	0,464 ^a	99,18
- 25% sustitución	77,87	10,40	0,532 ^b	103,44
- 50% sustitución	77,18	10,60	0,544 ^b	98,19
25 semanas				
- Control	78,62	10,60	0,566	103,02
- 25% sustitución	75,57	10,67	0,524	104,33
- 50% sustitución	75,10	10,60	0,507	103,70
30 semanas				
- Control	76,80	10,80	0,468	101,18
- 25% sustitución	77,36	10,20	0,494	104,56
- 50% sustitución	79,28	10,60	0,485	102,48
35 semanas				
- Control	77,42	10,00	0,475 ^a	94,97
- 25% sustitución	78,16	10,00	0,482 ^a	95,07
- 50% sustitución	78,56	9,40	0,641 ^b	98,72
40 semanas				
- Control	78,25	10,20	0,481	98,14
- 25% sustitución	77,62	10,80	0,504	99,65
- 50% sustitución	77,83	10,40	0,527	101,23

^{a,b} Letras diferentes en las misma columna indica diferencias significativas (P<0,05)

Análisis de costos

Con base en esta prueba piloto, se realizó una estructura de costos para la producción de forraje hidropónico. Para el cálculo de los costos de producción de 1 kg de forraje en base fresca se utilizaron los siguientes parámetros:

- Costo de la semilla
- Mano de obra
- Costos de agua y electricidad
- Costo de soluciones nutritivas
- Otros insumos (papel periódico, cloro)

El costo obtenido por kg de forraje verde hidropónico fue de 493 colones. Este costo es similar al reportado por Romero et al. (2009) quienes reportan un costo por kilogramo de \$1,09. Considerando que el alimento balanceado estaba siendo adquirido a nivel local a un costo de 293 colones/kg, no se logró el objetivo de reducir los costos de producción de la granja. Adicionalmente, por tratarse de una cantidad pequeña de huevos, los mismos eran vendidos a nivel local con el mismo precio que el huevo comercial, lo que también perjudica las ganancias del productor. Su intención es presentar el huevo al mercado con un valor agregado para obtener más beneficios económicos, sin embargo, es poco probable que logre recuperar lo invertido al aumentar el precio del huevo. Una de las soluciones propuestas es intentar realizar las propias mezclas de soluciones nutritivas y tratar de bajar costos.

CONCLUSIONES

El establecimiento de un sistema de producción de FVH es viable en la zona Atlántica del país. Se debe tomar precaución respecto al efecto negativo de las temperaturas ambientales, dentro del invernadero, mayores a los 26°C. Adicionalmente, la irrigación excesiva provoca daño en las plántulas, por lo que el sistema de riego debe ser adecuadamente controlado.

El FVH es una alternativa de sustitución parcial de alimentación en gallinas ponedoras. El uso de FVH en ponedoras comerciales de 20 a 40 semanas de edad en un porcentaje de sustitución del concentrado de hasta un 45%, no afecta los rendimientos zootécnicos. Sin embargo, los resultados indican que, no sólo el contenido nutricional, sino que la práctica de alimentación también hace una gran diferencia en los resultados zootécnicos de las aves.

El uso de FVH en ponedoras comerciales de 20 a 40 semanas de edad en un porcentaje de sustitución del concentrado de hasta un 45%, no afecta las características de calidad del huevo (índice morfológico, color de yema, grosor de cáscara y unidades Haugh).

Por la estructura de costos, la implementación de este tipo de alimentación en este caso no logró disminuir los costos de producción.

REFERENCIAS

- Carballido, C. 2005. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios: Forraje verde hidropónico (en línea). Chile. Disponible en: <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/88>
- Carballo, C. 2000. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal (en línea). Culiacán, México. Disponible en: <http://www.Xoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm>
- Elizondo, J. 2005. Forraje verde hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal. Revista ECAG Informa (32): 36-39
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT). 2001. Manual Técnico. Forraje verde hidropónico. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile
- Müller, L.; Manfron, P.; Santos, O.; Medeiros, S.; Haut V.; Doraudo, D.; Binotto, E.; Bandeira, A. 2005. Producción y composición bromatológica de forraje hidropónico de maíz (*Zea Mays L.*) con diferentes densidades de siembra y días de cosecha. Brasil. Zootecnia Tropical 23(2): 105-119.
- Navarro M. G. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis presentada para optar por el grado de Licenciado en Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Periago M. J. 2012. Práctica: Higiene, inspección y control de huevos de consumo. Universidad de Murcia, España. Consultado en junio del 2012. Disponible en: http://ocw.um.es/cc-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimenta_rio-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf
- Reglamento Técnico RTCR 397:2006 Huevos Frescos o Refrigerados de Gallina para consumo humano N° 33115. República de Costa Rica.
- Rodríguez Ramírez, H. E. C. Rodríguez M., A. Flores M., I. Sánchez E. y A. Grado A.(2003). Utilización del forraje verde hidropónico como suplemento para vacaslactantes durante la sequía. Hidroponía. Lo más cerca del futuro: 147-149.

Romero, M.E.; Córdova, G.; y Hernández, E.O. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Acta Universitaria Vol. 19 no. 2 Mayo-Agosto 2009. Universidad de Guanajuato. México.

Salas-Pérez, L.; Preciado-Rangel, P.; Esparza-Rivera, J.R.; Álvarez-Reyna, V.P.; Palomo-Gil, A.; Rodríguez-Dimas, N. y Márquez-Hernández, C. 2010. Rendimiento y calidad de forraje hidropónico producido bajo fertilización orgánica. Terra Latinoamericana 28: 355-360.

Vargas, C.F. 2008. Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. Agronomía Mesoamericana 19 (2): 233-240