Revisión documental del uso de los forrajes verdes hidropónicos para la alimentación en aves de engorde

Tapuy Grefa Gicela Priscila[1]
agp2017091@uea.edu.ec

Paredes Paredes Darío Javier[1]
Agp2017073@uea.edu.ec

Caicedo Quinche Willan Orlando D. Sc[2]
wcaicedo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agropecuaria (1)

Resumen

La industria avícola es la más desarrollada en el sector agropecuario a nivel del mundo, y es altamente demandante en dietas balanceadas. Recientemente, se está incursionando en nuevas alternativas de alimentación que permitan una sustitución parcial de alimentos convencionales para disminuir el costo de producción. El objetivo de este trabajo fue recopilar información científica sobre investigaciones actualizadas relacionadas con el uso del forraje verde hidropónico en la dieta de los pollos de engorde en sus diferentes etapas o fases de desarrollo. Esta investigación se realizó en base a un análisis crítico mediante el método exploratorio documental con revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias de los principales buscadores como: Google Académico (Google, LLC – Alphabet Inc; USA), Scielo (FAPEST, and BIREME; Brasil), ResearchGate, Redalyc y Latindex. Los resultados obtenidos arrojaron que el arroz, sorgo y maíz poseen un buen contenido nutricional relacionado con la proteína bruta, la fibra detergente acida (FDA) y la fibra detergente neutra (FDN), presentando valores adecuados que permiten un buen aprovechamiento en términos de digestibilidad y el desempeño productivo como una buena ganancia de peso y mayor rendimiento a la canal en la etapa final. Se concluyó que con un nivel inclusión parcial adecuada de estas especies forrajeras entre un 5 y 30 % se puede mejorar los índices productivos de los pollos de engorde, minorando así los costos de producción al no utilizar el concentrado comercial en su totalidad.

Palabras Clave*:* alimentación, aves, forraje verde hidropónico, recurso alternativo.

Abstract

The poultry industry is the most developed in the agricultural sector worldwide and is highly demanding in balanced diets. Recently, new feeding alternatives are being ventured that allow a partial replacement of conventional foods to reduce the cost of production. The objective of this work was to collect scientific information on updated research related to the use of hydroponic green forage in the diet of broilers in their different stages or phases of development. This research was carried out based on a critical analysis using the documentary exploratory method with a bibliographic review of primary and secondary sources from the main search engines such as: Google Scholar (Google, LLC – Alphabet Inc; USA), Scielo (FAPEST and BIREME; Mexico), ResearchGate, Redalyc and Latindex. The results obtained showed that rice, sorghum and corn have a good nutritional content related to crude protein, acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF), presenting adequate values that allow a good use in terms of digestibility. and productive performance such as good weight gains and higher carcass yield in the final stage. It was concluded that with an adequate partial inclusion level of these forage species between 5 and 30%, the productive indexes of broilers can be improved, thus reducing production costs by not using the commercial concentrate in its entirety.

Keywords*:* feeding, birds, hydroponic green fodder, alternative resource.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de aves de engorde a nivel mundial se ha desarrollado y convertido en una de las industrias más tecnificadas dentro del grupo de las actividades pecuarias, por dicha razón día con día se hace muy competitivo (Moragues, 2019). El consumo de carne de pollo mantiene gran aprobación en muchos hogares del país y del mundo, es el alimento de procedencia animal con mayor utilización en las diferentes culturas y sus gastronomías, adquirida por su calidad de nutrientes que aporta al crecimiento, desarrollo y funcionamiento de nuestro organismo, por cultura y su bajo costo de adquisición en la canasta básica familiar (Carrera, Viteri, y Regatto, 2018).

En Ecuador, de acuerdo a la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE, 2021) mencionó que en el país durante el año 2020 el consumo per cápita de carne de pollo promedio por persona fue de 28 kg al año, mientras que en el año 2019 fue mucho más alto el consumo aproximadamente de 30.43 kg esta variación se dio debido a la aparición de la pandemia COVID 19 que afectó bruscamente todos los sectores de producción agraria.

En la actualidad, la industria de la crianza de pollos de engorde y la distribución de alimentos a nivel nacional es manejada en un 60% por la Procesadora Nacional de Alimentos C.A. (PRONACA) y el otro restante que equivale al 40 % se reparte entre las siguientes empresas que se detallan: Grupo Oro, Grupo Anhalzer, Pollo Favorito S.A. (POFASA), Avícola Pradera, Andina, Agoyán, y Ambato, por lo tanto, los costos de producción son manejados por dichas empresas (CONAVE, 2016).

La alimentación de los pollos es uno de los medios fundamentales en la producción, ya que, con una incorporación de una formulación adecuada del alimento, obtenemos resultados de calidad: buena conversión alimenticia, peso final, pigmentación aceptable, un consumo de alimento eficiente y un excelente rendimiento a la canal (Llanos, 2013). El sistema de producción avícola tradicional se trabaja mediante una explotación extensiva donde el ave se alimenta de granos y hierbas en forma directa del suelo o en forma de forraje para su desempeño productivo y se produce con un bajo costo en mano de obra y alimentación (Villanueva et al., 2015).

Según Saguilán et al. (2020) para la elaboración de FVH se utiliza como materia prima

específica; semillas de maíz, sorgo, avena y trigo, las cuales poseen un poder germinativo que oscila entre el 85 – 95%, siendo factibles para la producción de forraje. No obstante, cabe recalcar que para obtener una excelente producción de FVH, se deberá implementar técnicas adecuadas para cubrir los requerimientos del cultivo y así evitar pérdidas económicas.

Este entorno genera nuevas investigaciones sobre el forraje verde hidropónico con gramíneas que constituyen tecnologías de producción de biomasa vegetal que se obtiene a partir de la germinación crecimiento y desarrollo de semillas como maíz, trigo, cebada, avena. Los forrajes verdes hidropónicos no son solo una alternativa de producción de alimento a base de forraje, si no también, es el aprovechamiento de pequeños espacios para lograr una mayor cantidad de animales tanto de especies menores y mayores mediante la incorporación en la dieta (Zagal et al., 2016).

El estudio de la inclusión del forraje verde hidropónico pretende aportar a la producción avícola, proponiendo nuevas alternativas de suministro con productos que no compitan con la alimentación del ser humano, de manera que las especies forrajeras no son aprovechados por el hombre, pero presentan contenidos de valores nutricionales muy altos. Alcanzando estos valores en un periodo de tiempo corto, generando una gran cantidad de biomasa por unidad de área y de alta calidad nutricional (Sarria y Perdomo, 2018).

El desconocimiento del productor sobre el uso de diferentes alternativas de alimentación de bajos costos, no permiten que se practiquen de manera natural todas estas opciones, dificultando así el desarrollo y crecimiento de los pequeños y medianos productores avícolas. Para ello una de estas alternativas que debe ser investigada es el forraje verde hidropónico que, aunque es una alternativa milenaria, se ha perdido y no se ha venido practicando en la producción de pollos de engorde. Se conoce también que la producción de hidroponía de forrajes es de bajo costo, rápida obtención y accesible para cualquier productor independientemente del lugar en que se trabaje con la producción de pollos de engorde.

Por lo expuesto, el objetivo de este trabajo fue analizar las publicaciones científicas sobre el uso y el efecto de forrajes verde hidropónico en la alimentación de pollos de engorde en el comportamiento productivo.

1. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Tipo o diseño de investigación

El presente trabajo se basó en una investigación no experimental con modalidad documental, dado que el procedimiento implicó la búsqueda, organización, sistematización y análisis de un conjunto de documentos digitales sobre el tema de uso del forraje verde hidropónico en la alimentación para aves de engorde.

Métodos de investigación

Para el estudio se utilizó el método de búsqueda exploratorio documental, para ello se trabajó con la recopilación de información de fuentes secundarios como libros en línea, tesis de pregrado y postgrado, revistas y artículos científicos. Las unidades de análisis fueron todos aquellos documentos sobre el tema, encontrados en las principales bases de datos científicos, tales como: Google académico (Google, LLC, Alphabet Inc; USA), Scielo (FAPESP, and BIREME; Brasil), ResearchGate, Redalyc, Latindex y los repositorios digitales de las universidades del país. Para la recopilación de información se manejó literaturas descritas en inglés y español.

Descriptores para la búsqueda de información

Para el proceso de recolección de información se eligieron los siguientes descriptores: "forraje verde hidropónico", "aves de engorde", "uso del forraje hidropónico", "composición química", "niveles de inclusión", "alternative resource", "hydroponic green fodder" y "comportamiento productivo". Estos descriptores fueron combinados de diversas formas al momento de la exploración con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda.

Criterios de inclusión

Para la investigación se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

a) Palabras claves: peso vivo, conversión alimenticia, trigo, cebada, avena, arroz, vicia, alfalfa, centeno, maíz, requerimientos nutricionales, rendimiento a la canal, alimentación, aves, crecimiento, y engorde

b) Año de publicación: basado en la importancia del tema de investigación se consideró recopilar información actualizada de los últimos 12 años, sin embargo, también fueron revisados aquellos documentos que contaban con rigurosidad científica,

debido a la demanda de las variables a investigar.

Criterios de exclusión

No se tomaron en consideración para el análisis aquellos artículos que no hacían alusión a los núcleos temáticos, aquellos que no se encontraban en revistas indexadas y los trabajos anteriores a los 12 años que se estableció en los criterios de inclusión.

Manejo de la información

El manejo de la base de información se conformó en Microsoft Office Word y Microsoft Office Excel. Se realizó un análisis crítico del comportamiento de los indicadores productivos ganancia de peso, rendimiento a la canal, conversión alimenticia y consumo de alimento.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidroponía del forraje verde

A nivel del mundo, según Paipa, Bernal, Conde, Quijano y Bula (2020) entre las especies vegetales más utilizadas en la producción de forraje verde hidropónico se encuentran el maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y el raigrás (*Lolium multiflorum*), alfalfa (*Medicago sativa*) y vicia (*Vicia sativa*). El forraje verde de estas especies producido mediante el método de la hidroponía se caracteriza por su alta digestibilidad, su excelente calidad nutricional y en definitiva por ser un alimento apto para todo tipo de animales (Gamero, 2015).

Por su parte Caicedo, Fernández, y Cujilema (2020) indican la importancia de la utilización del forraje verde hidropónico como una alternativa novedosa dentro de la alimentación de animales de la granja, por su fácil modo de producir tiende a reducir los costos del alimento, en condiciones ambientales controladas de luz, humedad y temperatura se pude cultivar durante todo el año, requieren poco espacio para producir una gran cantidad de alimento, también manifiesta o presenta altos coeficientes de aprovechamiento de nutrientes en las aves de corral, ganado, cerdos y cuyes. El periodo de obtención del alimento varía de 8 a 15 días sin el uso del suelo y bajo invernaderos. Para alcanzar altas producciones las semillas deben presentar un 90 % de viabilidad previo a la siembra.

Usos del FVH en pollos de engorde

El elevado costo de los concentrados alimenticios es considerado como una limitante en la producción de pollos de engorde, por lo que se ha considerado a los forrajes de hidroponía como una de las alternativas alimenticias en cuanto a cantidad, calidad y precio sin afectar las exigencias nutricionales. El proceso de producción es rentable, económico y no se necesita mano de obra especializada, sobre todo no requiere mucho espacio. Se puede utilizar niveles de inclusión parcial de los concentrados comerciales para disminuir el coste de producción. Para obtener buenos rendimientos en pollos alimentados con forraje verde hidropónico se debe suministrar a partir de la primera semana de vida de las aves (Pasquier y Dávila, 2020).

Composición química de las principales especies forrajeras utilizados en la hidroponía

San Miguel (2006) citado por Carrasco y Espinoza, (2016) mencionan que a través de los análisis bromatológicos de cada una de las especies se estudia el valor nutricional de los alimentos, dentro de los análisis se determina la calidad y cantidad de los principios inmediatos de la que se compone un alimento. La determinación de estos componentes es una labor muy compleja, por ello se han empleado técnicas analíticas más sencillas que determinan y valoran no los principios inmediatos si no los llamados principios nutritivos, que son más fáciles de extraer y cuantificar.

Contreras (2015) mencionó que, en el proceso de germinación las semillas sufren una serie de cambios, los cuales permiten a las plántulas de manera inmediata realizar el proceso de la fotosíntesis captando la energía de la luz solar y mediante un mecanismo de crecimiento acelerado desarrollan su parte radicular y aérea en muy poco contenido de fibra y altos contenidos de aminoácidos en forma libre, y que por lo tanto es aprovechado fácilmente por los animales de diferentes especies.

Valores nutricionales del forraje verde hidropónico

Según Tafur (2017) mencionó que debido a que en la actualidad existe desconocimiento y falta de ensayos a campo abierto sobre los beneficios que ofrece el forraje verde hidropónico dentro de la alimentación animal, es importante y necesario realizar el estudio y evaluación de la composición nutricional de las especies utilizadas en este sistema. Por lo tanto, en la tabla 1, se muestran los análisis bromatológicos de las principales especies de gramíneas y leguminosas que se pueden suministrar en la dieta de aves de engorde,

resaltando los mejores resultados en cuanto a proteína bruta en la vicia sativa 23.60%, arroz 22.74%, alfalfa 20.20%, y sorgo 15.41%, similares valores presentaron estudios realizados por López y Mcfield (2013) y Acosta, Lima, Castro, Avellaneda y Suarez (2016) rangos estimados del FVH de 13.5 y 19.2 % estableciéndose como forrajes de óptima calidad proteica. Van Soest (1994) citado por Soto y Ramírez (2018) indicó que el contenido mínimo de proteína bruta en un forraje verde hidropónico se sitúa alrededor del 7 %. Sin embargo, Pérez (2013) también señaló que es sustancial tener en cuenta aquellos valores, pertenecientes a los parámetros de Fibra de Detergente Ácida (FDA), Fibra de Detergente Neutra (FDN), Energía Metabolizable y Materia Seca, ya que están relacionados con el consumo voluntario del forraje y una adecuada digestibilidad por parte del animal.

La Fibra Detergente Neutra (FDN) representa el componente potencialmente digerible de los forrajes y la Fibra Detergente Ácida (FDA) es la fracción insoluble de la fibra cruda, y un factor importante para una adecuada fermentación en el sistema digestivo (Soto y Ramírez, 2018).

En la tabla se presentan valores de Fibra de Detergente Neutra en un rango de 32.92 – 65.95 %, catalogándose fuera de los rangos estimados por Salas et al (2012): 42.1 – 57.8 %. Al respecto, López y Mcfield (2013) mencionaron que valores superiores al 55% de FDN reducen la digestibilidad del forraje. Por lo tanto, las especies de trigo, avena, sorgo, arroz, vicia y alfalfa se encuentran en valores inferiores al 55%, a diferencia de la cebada que contiene un valor muy elevado, lo que podría afectar la calidad del forraje. Los valores de la Fibra de Detergente Ácida encontrados entre 20.10 – 27 % de las diferentes especies de la tabla se ubican dentro del rango reportado por Maldonado, Álvarez, Acevedo y Ríos (2013): 19 – 27 %. El Extracto Etéreo también denominado como grasa en la tabla posee un rango estimado de 2.30 – 8.44 %, mientras que autores como Soto y Ramírez (2018) reportan rangos de 6.87 – 7.95 % en especies de gramíneas. En cuanto a la ceniza, López y Mcfield (2013) reportan valores de 3.6 a 6.9 %, por lo que se puede evidenciar en la tabla valores superiores al 12 % de ceniza en leguminosas y 9.70 % en las gramíneas.

Tabla 1. Componentes químicos nutricionales del forraje verde hidropónico de las principales gramíneas y leguminosas.

Especie	Nutrientes									Referencias
	MS, %	FB, %	PB, %	ELN, %	EE, %	EM, Mcal/kg	FDN, %	FDA, %	Ceniza, %	
Maíz	18,25	10,00	14,56	68,47	4,67	3,22	-	-	2,83	Kide et al (2015)
Cebada	16,12	16,30	13,50	62,90	2,55	2,70	65,95	-	4,80	Morales et al (2009)
Trigo	16,20	17,86	13,10	-	2,30	-	50,20	26,30	-	Cerrillo et al (2012)
Sorgo	11,71	11,03	15,41	58.44	8,44	-	46,04	20,46	3,00	Sriagtula (2021)
Avena	18,50	-	14,48	-	6,80	2,20	45,70	20,10	-	Ccente y Juño (2016)
Arroz	20,19	34,59	22,74	-	2,76	2,36	51,49	24,67	9,17	Eslava (2021)
Alfalfa	20,00	-	20,20	-	3,90	-	43,40	36,40	9.70	Treviño y Caballero (2011)
Vicia	23,3	-	23,60	-	5,40	-	32,92	27,00	12,00	González et al (2011)

Inclusión

Según Sarria y Perdomo (2018) afirman que los niveles de las inclusiones del forraje verde hidropónico en la alimentación de los pollos Broilers son variados. Algunos estudios incluyen entre 5 y 10%, mientras que en otros casos son superiores al 20 % y llegan hasta 35 %. Es importante recalcar que, aunque es un alimento muy rico en contenido nutricional también presentan concentraciones de fibra elevadas que pueden ocasionar deposición blanda en pollos de engorde afectando su buen desarrollo, incluso hasta alcanzar la mortalidad.

En la tabla 2, se presentan los niveles de inclusión del maíz, es la especie más utilizada en el sistema del forraje verde hidropónico para la alimentación de pollos de engorde. Hernández, Masís, Suazo y Borge, (2020) presentan inclusiones de 20, 30 y 40 % para las diferentes semanas de la etapa de producción y una ración especifica por cada 10 pollos.

Tabla: 2. Raciones y programaciones por semana de FVH con diferentes niveles de inclusión

Inclusión	**Semana**	**Ración recomendada por cada 10 pollos (g)**	**Kg**
20%	1	254,24	0.25
	2	699,16	0.70
	3	1144,08	1.14
	4	1589,00	1.59
	5	2033,92	2.03
	6	2478,84	2.48
30%	1	2478,84	0.38
	2	1048,74	1.05
	3	1716,12	1.72
	4	2383,50	2.38
	5	3050.88	3.05

	6	3718.26	3.72
40%	1	508.48	0.51
	2	1398.32	1.40
	3	2288.16	2.29
	4	3178.00	3.18
	5	4067.84	4.07
	6	4957.68	4.96

Fuente: Adaptado de (Hernández et al., 2020)

Comportamiento productivo de los pollos de engorde alimentados con el forraje verde hidropónico

En la tabla 3, se detallan los datos recopilados de los estudios realizados por diferentes autores sobre el comportamiento productivo de los pollos de engorde alimentados a base de forraje verde hidropónico de maíz y avena más balanceado comercial en las diferentes etapas del desarrollo del pollo parrillero, se presenta información relevante como por ejemplo los niveles de inclusión aplicado, los días de la duración del tiramiento, la etapa del desarrollo en la que se realizó el estudio, el peso inicial (kg), el peso final (kg), ganancia de peso (kg), conversión alimenticia (kg/kg), rendimiento a la canal (%) y consumo de alimento (%).

En la etapa de inicio en los pollos de engorde que recibieron un 30 % de inclusión de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) más el balanceado comercial se obtuvo un mayor peso final de 2569 g, una ganancia de peso media diaria de 46.2 g y una eficiente conversión alimenticia de 1.64. Los datos de la ganancia media diaria de peso anteriormente mencionados son superiores a los de la guía de manejo de Vantres (2018) con 58 g al día 28 de la evaluación con 100% de concentrado comercial, por otro lado, Mashianda (2018), en su investigación con la inclusión de harina de maní forrajero con niveles de 5, 20 y 15%, sus valores son inferiores en donde el 5% alcanzó el promedio más alto con 45 g, seguido del 10% con 42 g. Además, De los Milagros y Borge (2019) obtuvieron resultados superiores a los presentados en este estudio, reportando una ganancia media diaria (GMD) de 82,3 g con 100% de concentrado comercial purina, una ganancia de 69,2 g con 20% de forraje verde

hidropónico de maíz más balaceado comercial y la más baja presentó una ganancia media de 58,3 g con una inclusión de 30% de FVH de maíz más el concentrado comercial.

La incorporación del forraje verde hidropónico de avena al 25% de nivel de inclusión en la eta de engorde de los pollos broiler, ha permitido un mejoramiento en las siguientes características como: un rendimiento a la canal de 70,53, una conversión alimentaria de 2,18, un peso final de 2545 g y una ganancia media diaria de 56.9 g. Po lo tanto el rendimiento al canal establecido en la tabla 3 de la especie forrajera de avena hidropónica se encuentran dentro del rango establecido por Hernández et al., (2020) en la que sostienen que el pollo sin viseras y desangrado, puede alcanzar entre el 70 y 75 % de rendimiento, lo que significa que si el pollo vivo antes de la matanza logra pesar 2.5 kg, después del eviscerado quedaran libre 1.87 kg de carne, concordándose con Solano (2021) que la inclusión al 5% de forraje verde hidropónico de maíz en pollos camperos tuvo un mejor resultado de 74 % de rendimiento a la canal con respecto a otros niveles de inclusión de 10 y 15% (71.32 y 64.95 %).

De la misma manera en la etapa de engorde de los pollos broiler con la inclusión de 5% de forraje verde hidropónico de maíz se alcanzó los siguientes resultados: un excelente rendimiento a la canal de 75.17%, una ganancia media diaria de 69.1 g, la conversión alimenticia de 2.45 y un peso final de 2803 g. Por su parte Zeledón (2017) obtuvo valores de ganancia media diaria (GMD), inferiores al presente estudio, de 57.2 g utilizando el 100% de concentrado comercial el Granjero, de 46.7 g con inclusión de 5% de harina de raíz de yuca más 10% de harina de follaje de la yuca. Valores aún más bajos de 29.7 g presentaron Bustamante y Rivera (2017) en una dieta mixta de pastero por la mañana y suministro de balanceado comercial por la tarde.

Pasquier y Dávila (2020) reportaron valores de conversión alimentaria más eficientes respecto a los presentados en la tabla 3 con 1.24 kg de alimento y 30 % de inclusión de FVH para aumentar un kilo de peso, de 1.40 kg de alimento al 40 % de forraje verde hidropónico y, 1.64 kg de alimento al 50% de forraje hidropónico de maíz.

Tabla 3. Comportamiento productivo de pollos broiler con inclusión de diferentes niveles de porcentaje de FVH en sus diferentes etapas de producción.

Especie	Niveles de inclusión, %	Tratamiento en días	Etapa	Peso inicial, g	Peso final, g	GMD, g	Conversión alimenticia, kg/kg	Rendimiento a la canal, %	Consumo de alimento, kg/día	Referencias
FVH maíz	30	8 - 20	Inicio	513,5	2569	46,2	1,64	71,31	0,88	Mendoza y González, (2020)
FVH maíz	5	27	Engorde	1836,7	2803	69,1	2,45	75,17	2,35	Quimi, (2021)
FVH maíz	30	27	Engorde	1789	3290	67,1	-	71,32	-	Mendoza y González, (2020)
FVH avena	25	28	Engorde	1237,4	2545	56,9	2,18	70,53	-	Sáenz, (2018)

3. CONCLUSIONES

- La sustitución parcial del concentrado comercial por el forraje verde hidropónico constituye una alternativa para uso en la alimentación de los pollos. Los forrajes verde hidropónicos a base de gramíneas y leguminosas presentan un estado de desarrollo temprano (8 a 21 días), excelente cantidad y calidad nutricional en cuanto a materia seca, proteína bruta, fibra bruta, extracto etéreo, FDA, FDN, energía metabolizable y la ceniza que son aprovechados por las aves.
- La inclusión del forraje verde hidropónico a niveles entre 5 y 30 % favorece al comportamiento productivo de las aves, logrando mejorar la ganancia diaria de peso, conversión alimentaria, consumo de alimento y rendimiento a la canal.
- El nivel máximo de inclusión en la alimentación de las aves de acuerdo a los estudios realizados por los distintos autores es recomendado hasta el 40 % de FVH, ya que al sobre pasar este valor se podría alterar el comportamiento productivo causando pérdidas en la productividad.

4. REFERENCIAS

Acosta, N., Lima, R., Castro, A., Avellaneda, J. y Suárez, Y. (2016). Evaluación de diferentes sistemas de producción de biomasa hidropónica de maíz. Centro Agrícola. 43 (4):57-66. Recuperado de http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n4/cag08416.pdf

Beltrano, J. y Giménez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía.* Recuperado de https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/414/381/1316-1

Bustamante, A. y Rivera, V. (2017). *Comportamiento productivo y económico de la línea de pollo de engorde RR bajo dos sistemas de manejo comunidad el Quebracho, Mozonte Nueva Segovia 2016.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/3618/1/tne16b982.pdf

Caicedo, W., Fernández, C. y Cujilema, M. (2020). Hydroponic green forage an alternative for feeding animals of zootechnical interest on a small and medium scale. Recuperado de https://sciforum.net/manuscripts/11238/manuscript.pdf

Carrasco, D. y Espinoza, A. (2016). *Efecto de los cereales forrajes hidropónicos y los diferentes tiempos de cosecha sobre la composición química bromatológica y parámetros productivos.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Huancavelica). Recuperado de http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1164

Carrera, A., Viteri, M. y Regatto, B. (2018). Estudio de mercado sobre la caracterización de los consumidores de carne de pollo en la zona urbana del Cantón Milagro. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, *2*(1), 1-10. Recuperado de https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/05/consumidores-carne-pollo.html

Ccente, J. y Juño, R. (2016). *Efecto del forraje verde hidropónico de avena, cebada y trigo en el crecimiento y engorde de cuyes* (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Huancavelica). Recuperado de http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1156

Cerrillo, M., Juárez, A., Rivera, J., Guerrero, M., Ramírez, R. y Bernal, H. (2012). Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. *Interciencia*, *37*(12), 906-913. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/339/33925592007.pdf

Contreras, J., Tunque, M. y Cordero, A. (2015). Rendimiento hidropónico de la arveja con cebada y trigo en la producción de germinados. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, *26*(1), 9-19. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172015000100002

Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, (2016). *La industria avícola ecuatoriana.* Recuperado de https://www.conave.org/

Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, (2021). Estadísticas del sector avícola. Recuperado de https://www.conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/

De los Milagros, C. y Borge, M. (2019). *Evaluación de la inclusión de forraje verde hidropónico a base de maíz (Zea mays) en pollos de engorde en el Centro de prácticas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, durante el período noviembre a diciembre 2018.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnl02d812i.pdf

Eslava, A. (2021). *Evaluación del forraje verde hidropónico de arroz (Oryza sativa) como alternativa para alimentación animal.* (Trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander). Recuperado de https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/4374/1630568.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gamero, C. (2015). *Evaluación de gramíneas y leguminosas de trópico alto en cultivo hidropónico como alternativa de producción orgánica para la nutrición animal.* (Trabajo de grado, Universidad de la Salle). Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1214&context=zootecnia

González, G., Jimeno, Z., y Ballesteros, G. (2011). Digestibilidad e ingestión voluntaria de veza común (Vicia sativa L) y alfalfa (Medicago sativa L.) en corderos. *Pastos*, *5*(2), 475-479. Recuperado de http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1461

Hernández, M., Masís, R., Suazo, R. y Borge, M. (2020). *Uso del forraje verde hidropónico en pollos de engorde* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/4176/1/NL02M261.pdf

Juárez, L., Morales, R., Sandoval, V., Gómez, D., Cruz, C., Juárez, R., Aguirre, O., Gelacio, A., y Ortiz, C. (2013). Producción de forraje verde hidropónico. *Revista fuente nueva época*, *4*(13), 4-12. Recuperado de http://dspace.uan.mx:8080/bitstream/123456789/2126/1/Produccion%20de%20forraje%20verde%20hidroponico.pdf

Kide, W., Desai, B. & Kumar, S. (2015). Nutritional improvement and economic value of hydroponically sprouted maize fodder. *Life Sciences International Research Jo*urnal, *2*(2), 76-79. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299599166_Nutritional_improvement_and_economic_value_of_hydroponically_sprouted_maize_fodder

Llanos, J. (2013). *Evaluación de un alimento balanceado comercial frente a un alimento alternativo a base de forrajes y suplementos en la alimentación de pollo de engorde en la etapa de levante y engorde.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD). Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18238/1128185969.pdf?sequence=3&isAllowed=y

López, P. y Mcfield, S. (2013). *Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays) variedad NB6, en un invernadero no tradicional*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/2751/1/tnf04l864l.pdf

Maldonado, R.; Álvarez, M.; Acevedo, C. y Ríos, E. (2013). Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. *Revista Chapingo. Serie Horticultura, 19* (2), 211- 223. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/609/60927902007.pdf

Mashianda, C. (2018). *Evaluación del efecto de la inclusión de harina de Arachis pintoi (maní forrajero), en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona.* (Trabajo de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8529/1/17T1540.pdf

Mendoza, J. y González, A. (2020). *Evaluación de dos concentrados con inclusión de forraje verde hidropónico a base de maíz (Zea mays) en pollos de engorde de la Finca Holanda, Comarca La Lagartera, Camoapa-Boaco, de enero a marzo 2020*. (Trabajo Doctoral, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/4196/1/tnl02m539e.pdf

Moragues, R. (2019). *Desarrollo de estrategias de manejo para reducir el uso de antibióticos en pollos de engorde (broilers).* (Trabajo de grado, Universidad Politécnica de Valencia). Recuperado de https://riunet.upv.es/handle/10251/133849

Morales, M., Fuente, B., Juárez, M. y Ávila, E. (2009). Short communication: Effect of substituting hydroponic green barley forage for a commercial feed on performance of growing rabbits. *World Rabbit Science, 17*(1), 35-38. doi:10.4995/wrs.2009.668

Moya, H. (2020). *Producción de forraje verde hidropónico para la alimentación complementaria de ganado lechero en el municipio de Mizque* (Trabajo de grado, Universidad Mayor de San Simón). Recuperado de http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/17811/1/TRABAJO%20FINAL%20HIRALIO%20MOYA%20Mizque.pdf

Paipa, L., Bernal, L., Conde, A., Quijano, N. y Bula, K. (2020). El forraje verde hidropónico: una alternativa sostenible en tiempos de cambio climático. *Ámbito Investigativo, 5*(2), 1-13. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1107&context=ai

Pasquier, A. y Dávila, M. (2020). *Evaluación del forraje verde hidropónico como sustitución parcial de concentrado en pollos de engorde del centro de prácticas San Isidro Labrador de la UNA* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/4204/1/tnl02p284.pdf

Pérez, A. (2013). *Digestibilidad in vitro de maíz y sorgo cultivados en condiciones de hidroponía*. (Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). Recuperado de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4528

Pilatuña, J. (2018). *Evaluación del trigo tropical (Coix lacryma jobi) sobre los índices productivos y calidad de la carne en pollos de engorde* (Trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28477/1/Tesis%20144%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20594.pdf

Quimi, F. (2021). *Comportamiento productivo de pollos de engorde con la inclusión de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz en la alimentación* (Trabajo de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Recuperado de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6358/1/UPSE-TIA-2021-0075.pdf

Sáenz, A. (2018). *Producción sostenible de pollo de engorde utilizando forraje verde hidropónico a base de avena (Avena sativa L.) en el Municipio de Sachica Boyacá.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y Adistancia-UNAD). Recuperado de https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21616/1055670072.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saguilán, P., Aguirre, H., Martínez, R., Vásquez, A., Peralta, M. y Monter, M. (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11* (24), 247- 253. DOI: https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2375

Salas, L., Esparza, J., Preciado, P., Álvarez, V., Meza, J., Velázquez, J. y Murillo, M. (2012). Rendimiento, calidad nutricional, contenido fenólico y capacidad antioxidante de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays) producido en invernadero bajo fertilización orgánica. *Interciencia*, *37*(3), 215-220. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/339/33922725009.pdf

Sarria, T. y Perdomo, J. (2018). *Utilización del forraje verde hidropónico en la dieta de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y la Morfometría intestinal*. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA29&dq=inclusion+de+forraje+verde+hidroponico+y+sus+parametros+productivos&ots=iRDFOQK9F1&sig=hzgCEgP7M2e1xNw7P2KCUu9QelA#v=onepage&q=inclusion%20de%20forraje%20verde%20hidroponico%20y%20sus%20parametros%20productivos&f=false

Solano, F. (2021). *Efecto de la calidad de la canal y morfométrico del tracto gastrointestinal de pollos de engorde con la alimentación de diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz* (Trabajo de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Recuperado de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6356/1/UPSE-TIA-

2021-0076.pdf

Soto, F. y Ramírez, C. (2018). Efecto de la nutrición mineral en el rendimiento y las características bromatológicas del forraje verde hidropónico de maíz. *Pastos y Forrajes*, *41*(2), 106-113. Recuperado de http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n2/pyf04218.pdf

Sriagtula, I., Martaguri, I., Sowmen, S. y Surmiati. (2021). Evaluation of nutrient solution dose and harvest time on forage sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) in hydroponic fodder System. Paper presented at 2nd International Conference on Animal Production for Food Sustainability 2021 of the Andalas University, Padang. doi:10.1088/1755-1315/888/1/012068

Tafur, N. (2017). *Forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) obtenido con purines modificadores de tres especies animales*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Recuperado de https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3607

Tomalá, F. (2021). *Producción de forraje verde hidropónico bajo la aplicación de biofertilizantes* (Trabajo de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena). Recuperado de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5694/1/UPSE-TIA-2021-0013.pdf

Treviño, J., y Caballero, R. (2011). Estudio comparado de la composición químico-bromatológica y digestibilidad de diferentes cultivares de alfalfa (Medicago sativa, L.). *Pastos*, *6*(1), 173-183. Recuperado de http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/719

Vantres. (2018). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500. Recuperado de https://www.cobb-vantress.com/assets/CobbFiles/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf

Villanueva et al. (2015). Manual de producción y manejo de aves de patio. Recuperado de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8001/Manual_de_producion_manejo_aves_de_patio.pdf?sequence=1

Zagal, T. M., Martínez, G. S., Salgado, M. S., Escalera, V. F., Peña, P. B., y Carrillo, D. F. (2016). Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Revista abanico*, *6*(1), 29–34. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029

Zeledón, A. (2017). *Evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (Manihot esculenta), en la alimentación de pollos de engorde.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/3534/1/tnl02z49e.pdf

5. ANEXO

5.1. MARCO TEÓRICO

Origen y evolución de la hidroponía

Los aztecas fueron la primera cultura en territorio americano en utilizar la agricultura hidropónica como sistema de producción y de supervivencia, por medio de los llamados Jardines Flotantes. Los aztecas de Centro América fueron obligados a ubicarse hacia la orilla pantanosa del Lago Tenochtitlán, situado en el gran valle central de lo cual es en la actualidad México, y estas poblaciones maltratadas por sus vecinos más poderosos, que les negaron tierra cultivable, sobrevivieron desarrollando innovadoras maneras de cultivo de plantas en medios liquido como has sido el área del Lago Tenochtitlán (Beltrano y Giménez, 2015).



Figura 1. Beltrano y Giménez (2015).

Concepto de hidroponía

Hidroponía, es un grupo de técnicas que posibilita el cultivo de plantas en un medio independiente La hidroponía facilita en construcciones primordiales o complicadas generar plantas en terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etcétera. A partir de ello se desarrollan sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes. Hidroponía deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo que significa trabajo en el agua, no obstante, actualmente se usa para referirse al cultivo sin suelo. La hidroponía es un instrumento que posibilita el cultivo de plantas sin suelo, o sea sin tierra (Beltrano y Giménez, 2015).

Importancia

Moya (2018) mencionó que la importancia de la producción de FVH radica

principalmente en que soluciona el problema de tenencia y disponibilidad de la tierra o finca para fines agropecuarios. En los estudios realizaos los productores en chile han estimado que en un área 170m2 de instalaciones con bandejas en 4 pisos para el FVH de cebada, equivalen a la producción de forma convencional de 5 hectáreas de cebada de corte. Denotándose que el uso de FVH abarca diversos pudiéndose utilizar como alimento para el ganado de leche, caballos, terneros, gallinas ponedoras, pollos de engorde, cerdos, conejos y cuyes. A demás, la hidroponía favorece a satisfacer la necesidad biológica indispensable que es el factor alimentación, especialmente en lugares carentes de suelo y contribuye a la generación de ingresos económicos, mejora las condiciones de vida económica para las familias productoras.

Factores que influyen en la producción de FVH

Según Tomalá (2021) en todos los sistemas de producción vegetal, existen una serie de factores que pueden influir en el proceso de producción como es en el caso del forraje verde hidropónico, a continuación, se detallan factores como humedad, temperatura, iluminación, aireación y la calidad de la semilla.

- ✓ ***Temperatura***

  La temperatura es uno de los parámetros más importantes en el desarrollo y producción de forraje verde hidropónico ya que requiere un control especifico de temperatura adecuada para el rendimiento de forrajes a base de leguminosas y gramíneas esta entre 21 y 29 grados centígrados.

- ✓ ***Humedad***

  La humedad relativa en el invernadero es muy importante debe estar al menos del 70%, humedades por encima del 90 % puede cuásar problemas fitosanitarios en los forrajes causando enfermedades que a la larga sean difíciles de erradicar

  La implementación de invernaderos con el 50 % de sombra y el 50 % de luz es lo fundamental para producir FVH.

- ✓ ***Iluminación***

  La luz es el factor fundamental ya que de este dependerá la fotosíntesis que realice los forrajes hidropónicos sin luz se verá afectado el crecimiento y desarrollo de estos forrajes

La implementación de invernaderos con el 50 % de sombra y el 50 % de luz es lo fundamental para producir FVH.

- ✓ ***Aireación***

  La variable aireación es esencial para el intercambio de gases y debe ser adecuada para el lugar en el que se vaya a construir los invernaderos.

Proceso de producción de forraje verde hidropónicos

El proceso de producción del FVH se lleva de la siguiente manera:

Selección de la semilla

Se debe utilizar semilla de origen conocido, de buena calidad, adaptadas adecuadamente a las condiciones locales, disponibles y debe ser de probada germinación y rendimiento. Se puede emplear semillas de cereales que se producen a nivel local y que se encuentren a fácil alcance. Dichas semillas se deben encontrar libres de todo material físico como piedras, paja, tierra, semillas partidas que podrían ser un medio de contaminación, semillas de otras plantas y principalmente saber que no hayan sido tratadas con productos agroquímicos. En tal sentido, se debe evitar el empleo de semillas que se destinan certificadas puesto que tienen un tratamiento que incluye agroquímicos, si bien esto favorece la germinación, tiene un inconveniente, los residuos de pesticidas pueden generar problemas en la alimentación. De manera segura se sugiere sembrar la F2 de esas semillas, es decir, la semilla que se cosecha de las semillas híbridas (Juárez et al., 2013).

Lavado y desinfección de semillas

Se deben lavar y desinfectar las semillas, con una solución recomendada de hipoclorito de sodio al 1% (10 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua). Este procedimiento tiene por objeto eliminar hongos y bacterias contaminantes, dejarlas limpias, liberarlas de residuos. El tiempo que se aplica en las semillas la solución de hipoclorito, debe ser mayor a 30 segundos ni sobrepasar los tres minutos sugeridos. Sumergirlos por más tiempo en la solución desinfectante puede afectar la viabilidad de las mismas causando importantes pérdidas de tiempo y dinero. Termina de lavar se procede a enjuagar las semillas de manera cuidadosa con agua limpia (Juárez et al., 2013).

Pre-germinación

Principalmente consiste en sumergir de manera completa las semillas por un lapso de

tiempo no mayor a 24 horas para lograr un completo proceso de imbibición. Este tiempo se divide en 2 periodos de 12 horas cada uno. A las 12 primeras horas de estar las semillas sumergidas se sacan para escurrirlas durante 1 hora. Posteriormente, se sumergen nuevamente por 12 horas, para por ultimo escurrirlas una vez más. Mediante este fácil método se estimula la rápida germinación de la semilla. Esta etapa asegura un crecimiento inicial uniforme del FVH. El cambio del agua cada 12 horas facilita y ayuda a una mejor oxigenación de las semillas (Juárez et al., 2013).

Siembra y densidad

Las densidades adecuadas por metro cuadrado varían entre 2.2 a 3.4 kg de semillas de cualquier especie que se esté manejando. Para la siembra, se distribuirá una delgada capa de semillas pre germinadas, la cual no debe ser mayor a 1.5 cm de altura o espesor (Juárez et al., 2013).

Geminación

Después de la siembra, las semillas se cubren con papel de periódico para poder crear medios o condiciones de semioscuridad y se debe proporcionar agua para mojar con la finalidad de crear una alta humedad y temperaturas óptimas que favorezcan a la germinación y el crecimiento inicial. Determinada la germinación de las semillas se retira el papel (Juarez et al., 2013).

Riego en las bandejas

El riego en las bandejas de crecimiento del FVH puede realizarse mediante un micro aspersor, una botella rociadora o con una bomba aspersor portátil (mochila de mano). No se recomienda regar en exceso ya que provocan asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones que pueden causar inclusive la pérdida total del cultivo. Al inicio (primeros 4 días), no deben aplicarse más de 0.5 litros de agua por metro cuadrado por día hasta llegar a un promedio de 0.9 a 1.5 litros por metro cuadrado. El volumen de agua de riego se aplicará según las necesidades hídricas de la planta o el cultivo y a las condiciones ambientales del invernadero. Es difícil sugerir la cantidad exacta de agua de riego para cada especie de FVH, ya que depende del tipo de infraestructura de producción disponible. Es importante recordar que la cantidad de agua debe regarse varias veces al día. El riego diario debe dividirse en 6-9 ciclos de riego en

2 minutos (Juárez et al., 2013).

Fertilización

Se emplean diferentes tipos de fertilizantes químicos, orgánicos, y biológicos que actúan de diferente forma en la parte radical y follar en dependencia de los recursos de los productores la aplicación de fertilizantes se realiza del 8vo al 13avo día. Sin embrago se han utilizado diferentes tipos de fertilizantes que han dado efectos muy importantes en la producción de FVH como el uso de sustancias nutritivas 12-30-10 y 15-15-15 (Juárez et al., 2013).

Si se aplica o no los fertilizantes no se verá afectado el objetivo de la producción de forraje de hidroponía, ya está en manos del productor y el recurso con el que cuenta, esto se lo puede realizar con la finalidad aumentar en mayor cantidad su volumen de forraje (Hernández, Masís, Suazo y Borge, 2020).

Cosecha

Se cosecha el Forraje Verde Hidropónico en diferentes etapas de crecimiento entre 10,12 y 15 días donde estos pueden llegar alcanzar a alcanzar una altura aproximada de 20 a 25 cm después de la germinación. No se puede dejar pasar más tiempo por su contenido nutricional disminuye (Hernández et al., 2020).

Generalidades del pollo de engorde

Los pollos parrilleros o llamados pollos de engorde son una especie de animales mejoradas genéticamente para la producción de carne en un menor tiempo posible a diferencia de aves acriollas que requieren mayor tiempo, en condiciones óptimas y de buen manejo se puede alcanzar de 1.135 a 2.585 g de peso vivo en 42 días, la mayor parte de rendimiento de carne de esta ave es la pechuga y poseen una excelente conversión alimenticia (Pilatuña, 2018).

Requerimientos nutricionales de los pollos

Tabla 1**.** *Requerimientos nutricionales del pollo de engorde*

Requerimientos	Unidad/medida	Inicio	Crecimiento	Finalización

Proteína	%	202-22	19-20	17-19
Energía (EM)	Kcal/kg	2980	3108	3203
Fibra	%	2.5-4	3.0-5	3.0-5
Grasa	%	5.0-7	5.0-7	5.0-7
Lisina	%	1.15	1.05	1.00
Metionina	%	0.45	0.42	0.39
Met + Cist	%	0.98	0.89	0.78
Triptófano	%	0.20	0.19	0.18
Treonina	%	0.75	0.70	0.65
Arginina	%	1.38	1.25	1.08
Valina	%	1.00	0.91	0.77
Fósforo	%	0.38	0.35	0.30
Sodio	%	0.16-0.23	0.16-0.23	0.15-0.23
Cloruro	%	0.17-0.35	0.16-0.35	0.15-0.23
Potasio	%	0.60-0.95	0.60-0.85	0.60-0.80

Fuente: Adaptado de Pilatuna (2018)

Suministro del FVH en los pollos

Hernández et al. (2020) indicó que los forrajes de hidroponía se pueden emplearse en varias especies como bovino, ovinos, caprinos, gallinas y pollos de engorde, en todo ello puede significar una eficiencia de ganancia en los indicadores productivos como en el peso, evidentemente gracias a que aporta entre 12.8 y 13% de proteína cruda y otros valores nutricionales en conjunto a otros alimentos que equilibren la dieta.