

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 1 de 34

21.1.

FECHA	martes, 2 de mayo de 2023
--------------	---------------------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Sede Fusagasugá
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Zootecnia

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Mateus Puentes	Arly Viviana	1012432613

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Lopez Alberto	Jhon Mario

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 2 de 34

TÍTULO DEL DOCUMENTO

Implementación de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en pollos de engorde de la línea Ross 308

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN

INDICADORES	NÚMERO
ISBN	
ISSN	
ISMN	

AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
02/05/2023	20

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. Avícola	Poultr
2. Consumo	Consumption
3. Producción	Production
4. Economía	Economics
5. Alternativa	Alternative
6. Hidroponía	Hydroponics

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

- Carballo, C.R. Ganadería Holística. Culiacán, México. (2000)
- Villacís Macías, V. H.. Alimentación de pollos campero con forraje verde hidropónico maíz en la zona de Los Ríos (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).(2021)
- Hidalgo G. Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con Diferentes Dosis de Siembra para las Etapas de Crecimiento y Engorde de Cuyes. (s/f). (2007)<https://1library.co/document/yr30wevy-evaluacion-forraje-hidroponico-cebada-diferentes-siembra-crecimiento-engorde.html>

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 3 de 34

4. Beltrán, M. J. B., Rojas, Y. F., Novoa, D. M. T., & Martínez, D. E. C.. Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial-municipio de Cáqueza–Cundinamarca. *Agricolae & Habitat*, 2(1).(2019)
5. Ramírez López, A. D. Manejo de impactos ambientales generados por las granjas de pollo de engorde en Colombia.(2021)
6. Molina, A., Olmedo, M, and Trumpp, A. Análisis de factibilidad de Forraje Verde Hidroponico en dietas de novillos para producción de carne de calidad diferenciada, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina, pp: 40. (2018)<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/11298>
7. Mejía-Castillo HJ, Orellana Núñez, F. S. (2019). Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.* 2019, 5(9), 1103–20. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i9.7947>
8. Chavarria-Torrez, A., Castillo-Castro SS. El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.* 20184(8), 1032–1039. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
9. Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (n.d.). Cultivo en hidroponía.
10. Verdegen .Que es la hidroponía. [Mensaje en un blog].Recuperado de (2017) <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/ventajas-dela-hidroponia/>.
11. Ccahuana Condori, R. Soluciones nutritivas y biol en producción de fresa (Fragaria ananassa Duch) mediante sistema hidropónico recirculante NFT en K'ayra–Cusco.(2019)
12. Tarrillo Olivas h. Producción de forraje verde hidropónico en Arequipa – Perú. Consultado el 3 de marzo. 2014
13. INTA. 2018. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cultivos Hidropónicos. (En línea). EC. Consultado, 29 de jul. 2020. Formato PDF. Disponible enhttps://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_cartilla_suelos__hidroponia.pdf
14. Beltrano y Daniel O. Gimenez J. Cultivo en hidroponía [Internet]. Edu.ar. [citado el 18 de abril de 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1#:~:text=Un%20cultivo%20hidrop%C3%B3nico%20es%20un,del%20agua%20y%20soluci%C3%B3n%20nutritiva.
15. Tafur Chapoñan, N. R. Forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) obtenido con purines modificados de tres especies animales. (2019).
16. Pelaez, X. Forraje Verde Hidropónico como suplementación en la alimentación en zona de semidesierto(2019).

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 4 de 34

17. López, A. D. Manejo de impactos ambientales generados por las granjas de pollo de engorde en Colombia (2021).
18. Crispo, M, Stoute, S., Hauck, R, Egaña-Labrin, S, Senties-Cué, CG., Cooper, G., . . . Gallardo, R. Partial Molecular Characterization and Pathogenicity Study of an Avian Reovirus Causing Tenosynovitis in Commercial Broilers. Avian Diseases. 2019, 452-460. doi:10.1637/12013-121418-Reg.1.
19. Candia, Liz. Evaluación de la calidad nutritiva de forraje verde de cebada *Hordeum vulgare* hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de *Cavia porcellus* a dos concentraciones. Salud tecnol. vet. 2 (1):55-62, 2014.
20. Castellanos Fúquene .Producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina. Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. AM 2020, 84 p.
21. Nunes, G. F., La sostenibilidad de la industria avícola, La Habana, Cuba (2009)
22. Méndez, A y González Duarte VCEvaluación de dos fertilizantes orgánicos en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en el Centro de Prácticas San Isidro de la universidad nacional agraria sede Camoapa (tesis de pregrado.) Universidad Nacional Agraria, Camoapa, Nicaragua. (2018).
23. Duarte C, Borge Lopez, M I. Evaluacion de la inclusion de forraje verde hidroponico a base de maíz (*Zea mays*) en pollos de engorde en el Centro de Practicas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, durante el periodo noviembre a diciembre 2018, (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria
24. Edwin Candelario Romero Alfaro. Alimentación de pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus* L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench], Santa Clara, San Vicente, 2018. [Citado el 12 de julio 2021].
25. Juarez Lopez, Morales Rodriguez, , Sandoval Villa , Gomez Danes, Cruz Crespo, Juarez Josete & Caton, (2013). Producción de forraje verde hidropónico. CONACYT
26. Hernández Malueños, L. G., Masís Ríos, R. R., Suazo Robleto, GE, Borge MI. Usos del forraje verde hidropónico en pollos de engorde (2020).
27. Duarte C, Borge Lopez, M I. Evaluacion de la inclusion de forraje verde hidroponico a base de maíz (*Zea mays*) en pollos de engorde en el Centro de Practicas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, durante el periodo noviembre a diciembre 2018, (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
28. Aguilar, J. L., & Ramirez-Garcia, G. G. (2016). Evaluacion productiva de pollos de engorde linea cobb 500 bajo dos sistemas de manejo en la finca Santa Rosa de Managua (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3354/1/tnl02a283.pdf>

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 5 de 34

29. Sitio avícola. 2013. Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento. <https://www.elsitioavicola.com/articles/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>.
30. Moncayo Sarzosa, E. G. (2022). Efecto del biol de estiércol de conejo en el desarrollo del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
31. Xargayó, Marta et al. 2017. "Marinado Por Efecto 'Spray': Una Solución Definitiva Para Mejorar La Textura de La Carne." Recuperado el: 7-24.
32. Sanchez, A. J. L., Coox, D. A. C., Alarcon, M. E. Z., & Gavilánez, F. (2019). Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión. *RECIMUNDO*, 3(3), 699-716.
33. Martínez, F. (2019). Forraje Verde Hidropónico (FV H) para alimentación de animales. *Info Pastos y Forrajes*. México.
34. Viñas, Á. N. (2015) UF2172 - Optimización de recursos en la explotación avícola. Editorial Elearning, S.L.
35. Marulanda, J. F. (2017). Sistema digestivo de las aves, características, órganos y glándulas. Disponible en :<https://aves.paradais-sphynx.com/temas/sistema-digestivo-de-lasaves>
36. Gonzabay Soriano, J. A. (2021). Efecto de parámetros morfométrico del tracto gastrointestinal de pollos camperos con diferentes niveles de adición de forraje verde hidropónico de maíz (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021).
37. Rios C, (2003) Guía para alimentación animal y elaboración de concentrados. Siglo Del Hombre Editores S.A.
38. Rodríguez Galvis, J. G., (2012). 'Repuesta morfométricas intestinal de pollos alimentados con diferentes niveles de morera', *Revista CITECSA - Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente*.
39. Almeida Mora, M. M. (2016). Efectos en la morfometría de pollos cuellos desnudo en astoreo, alimentados con harina de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L) incluida en el balanceado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Álvarez Plaza, R.M. (2018), 'Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión.', Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil.
40. Sanchez, A. J. L., Coox, D. A. C., Alarcon, M. E. Z., & Gavilánez, F. (2019). Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión. *RECIMUNDO*, 3(3), 699-716.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 6 de 34

41. Casignia Coox, D. A. (2018). Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia).
42. Mendoza González, J. E., & González Arróliga, N. 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 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
43. Talalay, g. s., matserushka, a. r., kolesnikov, r. o., gvodaryov, d. a., & matserushka, v. v. (2021, January 12). Influence of Feeding with Hydroponic Green Fodder from Barley on Meat Quality of Chicken-Broilers. <https://doi.org/10.32743/kuz.mepa.2020.225-234>
44. Urrestarazu, M. (2015). Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Asturias: Ediciones Mundi-Prensa
45. Izquierdo, Juan. 2001. Manual Técnico "Forraje Verde Hidropónico" de FAO para América Latina y el caribe. Ediciones FAO Santiago – Chile.
46. Agriculturesrs. (2014). Orígenes y uso del forraje verde hidropónico. Obtenido de [agriculturesrs.com/ orígenes-y-uso-del- forraje-verde-hidropónico](http://agriculturesrs.com/origenes-y-uso-del-forraje-verde-hidropónico)
47. Mejía, D. A., & Reyes, A. N. (2020). Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura.
48. Márquez Vélez, M. E. (2022). Influencia de la calidad del agua sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Agrarias).
49. Coca López, W. E. (2020). Evaluacion De La Merma De Pollo De Engorde Durante El Transporte De Granja Hasta El Inicio Del Sacrificio En El Departamento De Cochabamba Y Santa Cruz.
50. FAO. 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe
51. FAO 2006, Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico, www.fao.org, viewed 26 November 2020, <http://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.htm>.
52. Rodríguez Angarita, A., Roncallo Angarita, O. E., & Maestre Luquez, J. J.(2018) Evaluación del rendimiento de peso, y propiedades organolépticas, en aves de engorde alimentadas con harina de vísceras de pescado en el municipio de valledupar, cesar.
53. Beltrán, M. J. B., Rojas, Y. F., Novoa, D. M. T., & Martínez, D. E. C. (2019). Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial-municipio de Cáqueza–Cundinamarca. *Agricolae & Habitat*, 2(1).

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 7 de 34

54. Coca López, W. E. (2020). evaluación de la merma de pollo de engorde durante el transporte de granja hasta el inicio del sacrificio en el departamento de Cochabamba y santa cruz.
55. Ramirez A. Mónica L. (2016), Evolution of the consumption of meat of chicken in Colombia 1995-2015 ¿consumption of elite or popular consumption? 72 http://publicaciones.unisangil.edu.co/index.php/revista_unisangilEmpresarial/article/view/315/282.
56. Rusramova, S., & Hasanov, M. (2021). Application of the Hydroponic Green Fodder Technology in Poultry Breeding and Maintenance of The Broiler in as Provided by Zoogygienic Conditions. *Khazar Journal of Science and Technology*, 5, 83–89. <https://doi.org/10.5782/2520-6133.2021.5.2.83>
57. Aguilar, J. L., & Ramires-Garcia, G. G. (2016). Evaluacion productiva de pollos de engorde linea cobb 500 bajo dos sistemas de manejo en la finca Santa Rosa de Managua (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3354/1/tnl02a283.pdf>
58. Badilla, D. F. Q., & Ramos, V. V. (2022). Costo y efecto de la suplementación con Forraje Verde Hidropónico: estudio de caso. *e-Agronegocios*, 8(1), 7-
59. Rodríguez, A y tarrillo, H. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico como alternativa de alimento para animales de las zonas afectadas por la ola de frio en el sur del Perú. Disponible en: <http://www.forrajehidroponico.com/art002.htm>
60. Atturi, k. m., chakravarthy, k., & guduru, d.(2020) effect of hydroponic maize fodder supplementation on production performance in broilers
61. Castellanos Fúquene, A. M (2020). Producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina. *Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Cali, Colombia. 84 p.
62. Trevizan Rispoli, J. F., & Challapa Moscoso, G. A. (2020). Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. *Arica, Chile. Idesia (Arica)*, 38(3), 113-122.
63. Salas Durán, C. (2017). Alimentación Alternativa de gallinas ponedoras: Utilización de forraje verde hidropónico
64. Álvarez Plaza, R.M. (2018), 'Indicadores bioproductivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión.', Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil.
65. Sanchez, A. M. (2020). [Review of Sector avícola Ecuador, by T. Vayas, F. Mayorga, and C. Freire].

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 8 de 34

66. Rodríguez, a. 2001 Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. pp. 56,57.58. 23. <https://1library.co/document/yr30wevy-evaluacion-forraje-hidroponico-cebada-diferentes-siembra-crecimiento-engorde.html>

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

La producción avícola ha evolucionado de tal forma que ha se ha consolidado como una de las principales fuentes de desarrollo económico en el sector primario del país, siendo el consumo per cápita de pollo para el año 2022 de 36,8Kg/Hab, aumentando un 22,8 Kg/Hab desde el año 2000. Los esquemas de alimentación en avicultura se centran en el consumo de alimento balanceado, el cual esta estandarizado para cada etapa productiva facilitando así el seguimiento de los parámetros zootécnicos de importancia económica, pero a su vez representa un riesgo a la producción cuando factores extrínsecos y socioeconómicos afectan establecimiento de alimento a las grajas; por lo tanto la búsqueda de alternativas nutricionales a bajo costo puede llegar a consolidarse como una solución a corto y a largo plazo ante de estos problemas, por ende, la finalidad de este trabajo es analizar las investigaciones realizadas sobre forraje verde hidropónico (FVH) ya que este es un alimento fresco , apto y económico para el consumo de ciertos animales como lo es el pollo en engorde (Ross 308).

Poultry production has evolved in such a way that it has established itself as one of the main sources of economic development in the primary sector of the country, with per capita consumption of chicken for the year 2022 of 36.8Kg/Inhab, increasing by 22, 8 Kg/Inhab since 2000. Poultry feeding schemes focus on the consumption of balanced feed, which is standardized for each production stage, thus facilitating the monitoring of zootechnical parameters of economic importance, but at the same time represents a risk to production when extrinsic and socioeconomic factors arise, establishment of feed to the farms; therefore, the search for low-cost nutritional alternatives can become consolidated as a short- and long-term solution to these problems, therefore, the purpose of this work is to analyze the research carried out on hydroponic green fodder (FVH) since this It is a fresh, suitable and economical food for the consumption of certain animals such as broilers (Ross 308).

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 9 de 34

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 10 de 34

Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ **NO** **X**.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca

Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414

www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co

NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 11 de 34

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 6
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-09-14
		PAGINA: 12 de 34



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Implementación de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en pollos de engorde de la línea Ross 308	Texto
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Mateus Puentes Arly Viviana	

21.1-51-20.

Implementación de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) en pollos de engorde de la línea Ross 308

Mateus, Arly

Universidad de Cundinamarca, Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Fusagasugá, Colombia, E-mail: avivianamateus@ucundinamarca.edu.co

Resumen

La producción avícola ha evolucionado de tal forma que se ha consolidado como una de las principales fuentes de desarrollo económico en el sector primario del país, siendo el consumo per cápita de pollo para el año 2022 de 36,8Kg/Hab, aumentando un 22,8 Kg/Hab desde el año 2000. Los esquemas de alimentación en avicultura se centran en el consumo de alimento balanceado, el cual está estandarizado para cada etapa productiva facilitando así el seguimiento de los parámetros zootécnicos de importancia económica, pero a su vez representa un riesgo a la producción cuando factores extrínsecos y socioeconómicos afectan el establecimiento de alimento a las grajas; por lo tanto la búsqueda de alternativas nutricionales a bajo costo puede llegar a consolidarse como una solución a corto y a largo plazo ante de estos problemas, por ende, la finalidad de este trabajo es analizar las investigaciones realizadas sobre forraje verde hidropónico (FVH) ya que este es un alimento fresco, apto y económico para el consumo de ciertos animales como lo es el pollo en engorde (Ross 308).

Palabras claves: Avícola, Consumo, Producción, Economía, Alternativa, Hidroponía

Summary

Poultry production has evolved in such a way that it has established itself as one of the main sources of economic development in the primary sector of the country, with per capita consumption of chicken for the year 2022 of 36.8Kg/Inhab, increasing by 22, 8 Kg/Inhab since 2000. Poultry feeding schemes focus on the consumption of balanced

feed, which is standardized for each production stage, thus facilitating the monitoring of zootechnical parameters of economic importance, but at the same time represents a risk to production when extrinsic and socioeconomic factors arise, establishment of feed to the farms; therefore, the search for low-cost nutritional alternatives can become consolidated as a short- and long-term solution to these problems, therefore, the purpose of this work is to analyze the research carried out on hydroponic green fodder (FVH) since this It is a fresh, suitable and economical food for the consumption of certain animals such as broilers (Ross 308).

Key words: Poultry, Consumption, Production, Economics, Alternative, Hydroponics

Introducción

Una de las necesidades fundamentales del hombre para su desarrollo evolutivo, ha sido la búsqueda de un sistema de producción de origen animal con el fin de suplir las necesidades de proteína de una población creciente, por lo que actualmente las producciones de pollo de engorde en granjas comerciales cuenta con un alto grado de tecnificación y alimentación basada principalmente en el suministros de raciones balanceadas ⁽¹⁾ Por lo que la producción pecuaria en la actualidad, necesita un manejo eficiente de cada factor que hace parte de los sistemas productivos y el funcionamiento

adecuado de cada uno de sus componentes, entre estos la alimentación animal, un alimento balanceado establece un promedio del 50% de los costos de la producción ⁽²⁾ siendo así la clave del éxito o fracaso de las producciones pecuarias representando un verdadero reto a la hora de determinar el mejor método de alimentación para la especie animal utilizada.

Una alternativa de alimento para los sistemas productivos, es el (FVH) siendo este el resultado germinativo de los granos (cebada, maíz, trigo, etc.) en el que se liberan todos los nutrientes del grano permitiendo que la planta crezca; éstos están inmediatamente

disponibles y digeribles para que los animales , aprovechen los nutrientes básicos necesarios, para un crecimiento y desarrollo eficiente en cada una de las especies zootécnicas ⁽³⁾. La avicultura es uno de los sistemas productivos más eficientes he importantes a nivel mundial siendo la carne de pollo y huevos una importante fuente de proteína y grasa ⁽⁴⁾ Lo que ha conllevado a una alta demanda en el consumo de la proteína avícola en la sociedad colombiana, generado un aumento exponencial en esta sección económica ayudando a la expansión del sector industrial en el incremento de granjas en el territorio nacional ⁽⁵⁾ Por otro lado los altos costos de los concentrados y forrajes en general, hacen que la rentabilidad de la producción de pollos en engorde sea baja, por ende la necesidad o búsqueda de nuevas alternativas que disminuyan los costos de alimentación y así mismo ser eficientes dentro de una producción tan competitiva como lo es la avicultura, por lo cual en el presente artículo de investigación , el Forraje Verde Hidropónico se presenta

como una alternativa de alimentación para la producción de pollos en engorde, siendo una especie que tiene gran importancia desde el punto de vista económico, social y cultural dentro del contexto nacional ⁽⁶⁾. FVH considerando el maíz como uno los granos más adecuados para la elaboración de forraje hidropónico; principalmente por su disponibilidad, precios bajos y su alta cantidad proteica donde su producción es más corta en días y de mayor calidad que los demás alimentos, disminuyendo así el uso de concentrados comerciales ⁽⁷⁾ ; tiene un periodo de 7 a 14 días por medio de la captación de luz solar y asimilación de minerales de la solución nutritiva, sin la utilización de algún sustrato, su consumo va desde el tallo, hojas verdes y raíz, permitiendo la producción y consumo de forraje verde para animales como los son el pollo en engorde ⁽⁸⁾

Hidroponía

La hidroponía se conoce a partir del siglo XIX, donde se puede resaltar las investigaciones de Woodward en 1699 y Saussure en 1804 sobre las rutas de

absorción de los nutrientes que tienen las plantas, actualmente el 70% de la vegetación es hidropónica, debido a la gran cantidad de plantas que crecen de forma natural en los océanos y otros hábitats acuáticos ⁽⁹⁾. Este sistema lo hace más precoz y uniforme ya que se desarrollan en condiciones controladas ⁽¹⁰⁾, el cultivo de plantas sin suelo pueden crecer de manera simple y económica ⁽¹¹⁾.

El forraje verde hidropónico es una técnica de mayor aprovechamiento para cultivar plantas usando soluciones minerales de suelo agrícola, “la palabra hidroponía proviene de las palabras griegas hydro= agua y ponos = trabajo: trabajo en agua, en decir sin necesidad de tierra” ⁽¹²⁾.

INTA ⁽¹³⁾ define a la hidroponía como un método utilizado para cultivar plantas usando disoluciones minerales en vez de suelo agrícola. Habitualmente es una técnica de cultivo sin suelo, que tiene como objetivo proveer a las plantas los alimentos que necesitan para su crecimiento, por intermedio de una solución de agua y de sales minerales diversas ⁽¹⁴⁾. Las raíces reciben una

solución nutritiva equilibrado-disuelta en agua con los elementos esenciales para el desarrollo de la planta y pueda crecer en una solución mineral en un medio inerte como arena lavada, grada o perlita ⁽¹⁵⁾.

El principio de esta tecnología es la capacidad que tienen los granos de germinar y crecer durante las primeras etapas de su crecimiento, sin demandar grandes volúmenes de agua, nutrientes y ser muy resistentes a las condiciones del ambiente. ⁽¹⁶⁾. El FVH se elabora en condiciones protegidas sin suelo, donde se realiza un control de factores ambientales como la luz, temperatura y humedad ⁽¹⁷⁾, es una producción de uso limitado de agua, desarrollo del cultivo en pequeñas áreas, que no ocasionan trastornos digestivos y presentan una rápida recuperación de la inversión ⁽¹⁸⁾; Es un sistema tradicional basado en pastoreos extensivos, que enfrenta una serie de contrastes asociados al cambio climático que permite una producción programada y periódica, con eficiencia de agua y una reducción de los fertilizantes, agroquímicos y mano de obra. ⁽¹⁹⁾

El ciclo de producción de FVH comienza con la producción de semillas germinadas en un sistema hidropónico, después estas semillas son utilizadas en el cultivo dando como resultado un forraje con un alto valor nutritivo consumible en un 100% y con una digestibilidad de 85% a 90%.⁽²⁰⁾

Por otra parte la avicultura es una alternativa altamente rentable por su obtención de proteína animal de alta calidad y bajo costo, la carne de pollo comprende como alimento completo, sano y accesible para las personas⁽²¹⁾, jugando un papel importante en la comercialización y aceptación; Se caracteriza por ganancia de peso rápido y uso eficiente de nutrientes, su desempeño depende de variables como manejo, nutrición, sanidad, genética, entre otros⁽²²⁾.

Fertilización

Méndez, A et al.,⁽²³⁾ misionan que de acuerdo con el sitio en que se vaya a construir el invernadero es importante una buena aireación para obtener el intercambio gaseoso, factores para adoptar los correctivos necesarios; el

contenido natural de CO₂ en el ambiente del invernadero suele ser muchas veces insuficiente para alcanzar una elevada asimilación y crecimiento, principalmente en las plantas con mucho follaje y de rápido crecimiento

Uso Forraje verde hidropónico en pollos de engorde

El FVH es considerado como una alternativa para la suplementación nutricional en calidad este tipo de sistemas pecuarios según Romero⁽²⁴⁾ la proteína cruda con 16,9% lo que representa el 89,10% del requerimiento nutricional en pollo de engorde en el fosforo 0.42% lo indica el 100% y por último el calcio con un 0.10%, lo cual representa el 11.76%. La humedad relativa del FVH no debe ser inferior al 70% y valores elevados al 90% sin una adecuada ventilación causan problemas fitosanitarios debido enfermedades fungosas.⁽²⁵⁾, es un alimento de alta palatabilidad y excelente valor proteico⁽²⁶⁾, dentro de las estrategias para la alimentación adecuada de las aves, encontrar mecanismos de alimentación

no convencional como el forraje verde hidropónico, permite la germinación de granos y leguminosas con un alto nivel de digestibilidad y aumento en el volumen de materia verde (1kg de semilla se produce 7 kg de FVH) ⁽²⁷⁾.

La producción de pollo de engorde es un sistema productivo en el cual es inevitable producir altos volúmenes para contrarrestar una ganancia mínima por unidad de producto; con márgenes tan limitados de ganancia, el productor debe estar consciente de los factores que afectan el costo de producción. Las aves de engorde se venden por lo general, con un peso vivo entre 1.8. y 2.3 kg en pie, en un período de engorde entre las seis y ocho semanas de edad. ⁽²⁸⁾; Los pollos comen poco a poco y ejecutan viajes frecuentes al comedero para esto requiere energía. Sin embargo, muchos productores avícolas en base a posturas consideran que la carne es mejor cuando el ave hace más ejercicio ⁽²⁹⁾.

Forraje más utilizado

El maíz es el forraje más representativo no solo por su alto valor nutricional,

sino también porque se adapta a los diferentes sistemas de producción hidropónica obteniendo grandes rendimientos a sus elevados y constantes volúmenes de forraje verde la biomasa varía desde e 13,50 kg m-2 hasta 19,40 kg m-2, depende del tipo de semilla⁽³⁰⁾ sacando diferencia en cuanto a los costos, según (cuy) el análisis de producción FVH en un costo de 600 pesos por Kl producido vs 1400 pesos del valor del concentrado comercial, lo que puede llevar una inversión del 50% de lo que cuesta en una producción hidropónica ⁽³¹⁾.

Discusión y resultados

La producción de carne de alta calidad requiere de la disposición de forraje y alimentación adecuada. Una de las ventajas indiscutibles es la creación de una base forrajera equilibrada que complementa con los requisitos científicos y prácticos modernos de la industria. Lo más notable es el uso de pienso hidropónico verde ⁽³¹⁾.

Las tendencias y las exigencias del mercado han llegado para tener en

cuenta La opinión de calidad higiénico-sanitaria o seguridad del alimento, la calidad organoléptica o sensorial y la calidad nutricional, dictada por el valor nutritivo; la seguridad alimentaria y la palatabilidad son el disfrute en las cuales el consumidor pone más énfasis en el momento de definir la preferencia en la compra de carne ⁽³²⁾.

Proceso digestivo

Las aves injieren en su dieta nutricional una determinada cantidad alimentos verdes que cuentan con la presencia de celulosa, que esta oscila el movimiento intestinal además es una fuente de vitaminas⁽³³⁾. La Digestión realiza la transformación de los alimentos que son ingeridos como sustancias sencillas para ser impregnados en el organismo, la digestibilidad y este es procesado por medio de enzimas que puedan mejorar el sistema digestivo, presentan un sistema digestivo con una estructura cilíndrica recubierta por células epiteliales que conforman una barrera entre a luz intestinal y el cuerpo de las aves, asimilando sustancias nutritivas de manera que se repartan por la sangre y los tejidos ^(34, 35 y 36).

La fuente de fibra se debe comprender la composición química y física de los alimentos que puedan producir impacto en las funciones gastrointestinales y metabólicas del organismo, por esta razón existen forrajes que por su composición poseen bajos niveles de proteína y fibra alta lo que dificulta que se obtenga buenos rendimientos en las producciones, a pesar de tener óptimos niveles de adaptación en suelos donde son explotados los forrajes los cuales intervienen para la buena alimentación y a su vez afecta su composición bromatológica, cuando se fusionan las gramíneas con las leguminosas la producción tiende a estabilizarse ya que se estima que una pradera debe de tener por lo menos un 35% de leguminosas, ^(37 y 38).

La fibra insoluble puede mejorar la fisiología y movilidad del aparato digestivo reduciendo la inseguridad de avances entéricos, en investigaciones no se considera a la fibra como un agente anti nutricional que depende de la cantidad agregada puede alterar de manera positiva y productiva en los alimentos fibrosos en la morfometría

del tracto gastro intestinal (TGI) del animal ⁽³⁹⁾.

Según Sánchez, *et al* ⁽⁴⁰⁾ se basan en alimentación representa el 80% del costo total de la producción lo que resulta insuficiente en el rendimiento neto de la producción en pollos de engorde, el uso de forraje hidropónico (FHV) de maíz ha dado óptimos resultados en animales monogástricos debido a que el animal consume todo el jardín formado por el forraje donde se hallan las raíces, semillas sin germinar y la parte verde de la planta y este aporta nutrientes como vitaminas, enzimas, coenzimas y aminoácidos libres ⁽⁴¹⁾.

La restauración del 30% de la dieta comercial por forraje verde hidropónico de maíz en pollos de engorde ha obtenido un excelente resultado y se obtiene una producción diaria durante todo el año, considerado con el medio ambiente y las condiciones climáticas ⁽⁴²⁾.

“Alimento verde hidropónico: un alimento natural fortificado para aves de corral, en estructura, tiene los componentes orgánicos más simples y

fácilmente digeribles (aminoácidos, ácidos grasos, sacáridos). Es por ello por lo que al utilizar (FVH), mejora la digestibilidad de otros alimentos en la dieta, mejoran los indicadores de calidad de los productos cárnicos y disminuye el costo de la dieta” ⁽⁴³⁾.

Según Urrestarazu, M. ⁽⁴⁴⁾ La hidroponía es una técnica que el cultivo de plantas se desarrolle en un medio libre de suelo, el cual se permite desarrollar procedimientos que sostienen a la planta como los sustratos con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulares, se considera los requerimientos nutricionales que requiere la planta algunas de las plantas requieren mayor macronutrientes y otras en menor cantidad de micronutrientes u oligoelementos ^(35, y 45).

El forraje verde hidropónico es un complemento alimenticio y nutricional que se suministra a todos los animales de granja, es una tecnología que tiene diversas ventajas y desventajas para el productor, para los costos de producción, el tiempo de producción, la compactación de suelo por sobre

pastoreo, contaminación del agua, el aumento de producción y reproducción de los animales ^(46 y 47). FVH en su calidad es rico en vitaminas, especialmente A y E, que contiene carotenoides, poseen una elevada cantidad de hierro, calcio y fósforo y estas presentan lignina y celulosa y en cuanto a sus desventajas es la falta de capacitaciones a los productores, bajo contenido de materia seca, bajo contenido de fibra y por otro lado los costos de producción ^(48 y 49).

Una de las ventajas es que se puede producir durante todo el año y en pequeñas áreas, se utiliza un sistema de riego controlado, donde se suministra el agua adecuada con los nutrientes correspondientes, se puede determinar que el corto tiempo de producción se obtiene disponibilidad del forraje para la alimentación de los animales en este caso para las aves ⁽³⁶⁾.

La producción de forraje verde hidropónico según Coca ⁽⁵⁰⁾, resalta sus grandes ventajas en las que menciona las más destacadas:

Tabla 1. Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
En la producción de FVH el recurso y manejo del agua, es mucho más eficiente permitiendo que las pérdidas generadas por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración sean mínimas, con relación a las producciones convencionales de especies forrajeras, cuya eficiencia varía entre 270 a 635 lt de agua para la producción de un kg de materia seca.	Requiere de cuidados especiales y constancia en la producción

<p>Por otra parte, para producir 1 kg de forraje verde hidropónico, es necesario suministrar de 2 a 3 lt de agua en donde la materia seca corresponde entre un 12 a 18% el consumo total de agua alcanza valores de 15 a 20 lt/kg de materia seca que se pueden obtener en un lapso de 14 días.</p>	<p>Se necesita conocimiento y capacitación con relación al tema.</p>
<p>El forraje verde hidropónico es uno de los métodos aptos para la implementación y uso en pequeños productores pecuarios.</p>	<p>Se debe ser constante y riguroso en cuanto el trabajo.</p>
<p>Producir forraje verde hidropónico también tiene sus desventajas las cuales menciona la FAO.</p>	<p>El costo inicial de inversión es alto.</p>

Nota. * Características de las ventajas y desventajas del FVH. Tomado y adaptado de Fao.

(51, 52)

Tecnología del forraje verde hidropónico

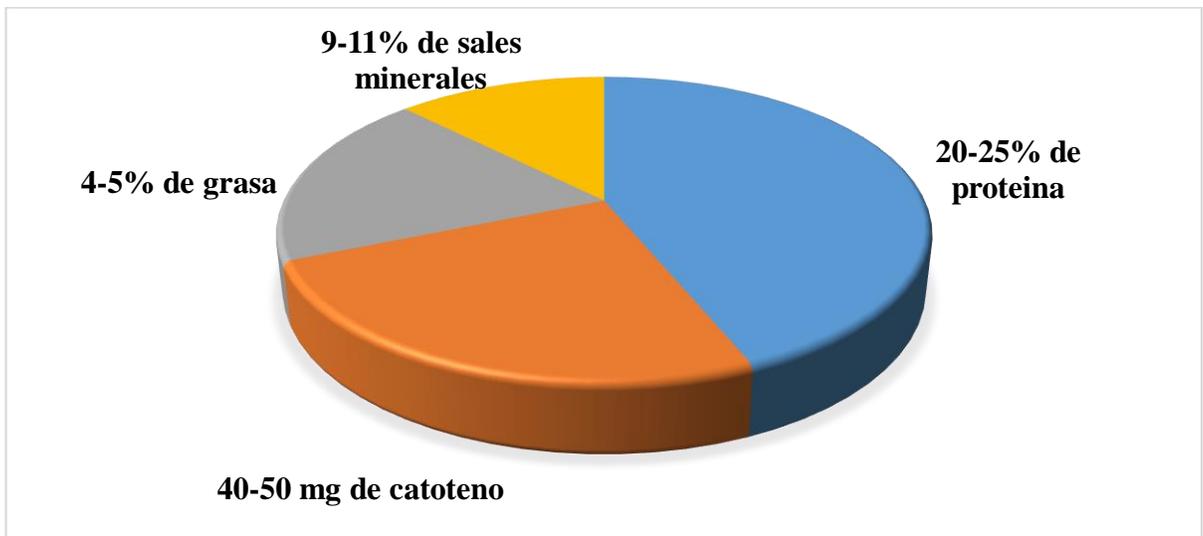
Según Gonzales *et al*,⁽⁵³⁾ el sistema de automatización para reducir costos y la necesidad de aplicar un mecanismo de innovación para mejorar el abastecimiento de alimentos en las

unidades avícolas de los productores en los mercados. Beltrán, M. J. B,⁽⁵⁴⁾ determinan que la innovación en la tecnología de alta digestibilidad, para mejorar la provisión de alimentos en las granjas avícolas de cumplir las necesidades no solo de las pequeñas empresas agrícolas dedicadas a la avicultura, sino también de las grandes

empresas ⁽⁵⁵⁾. Con esta técnica, la agricultura, independientemente de las condiciones climáticas, es posible producir forrajes verdes de calidad constante, durante los 365 días del año. Los granos brotan a una temperatura sobre cero de 18° C; siempre y cuando, el forraje verde sea rico en proteína, así como en aminoácidos, caroteno, calcio, fósforo y vitamina E ⁽⁵⁶⁾, lo que conduce a un aumento del indicador de

productividad en las aves. El alimento producido por este método mejora la digestión de las aves y estimula la ganancia de peso. En la figura 1 se muestra que un 1 kg de forraje verde contiene un 20-25 % de proteína cruda, un 4-5 % de grasa, un 35-50 % de nitrógeno libre sustancias extractivas, un 9-11 % de sales, minerales y un 10-15 % de celulosa. ⁽⁵⁷⁾.

Figura 1. La cantidad de sustancias en la composición de 1 kg de forraje verde.



*Nota** La ganancia de peso (200 g) en cada pollo destinado a sacrificio - aumentó en un 13,3%, el número de pollitos que salen de la incubadora aumentó en un 12,2%. El

uso de forraje verde hidropónico en la en la alimentación, de granjas ha aumentado y los costos de alimento para cada ave han disminuido. Tomado Rusramova & Hasanov (58)

Aguilar, et al., (59) determinan que el FVH se utiliza para satisfacer las necesidades de las aves de corral en cuanto a proteína cruda, agua, carbono, calcio, fósforo y caroteno. Las aves consumen alimentos junto con las raíces, el primordial valor nutricional está en el sistema radicular, este asegura la salud de los pollos de engorde, la ganancia diaria de peso y el desarrollo de una producción de carne de alta calidad; con el fin de asegurar el desarrollo innovador de los pollos de engorde, adecuada formulación del alimento en los pollos crea la oportunidad de un rápido crecimiento

del pollo de engorde y un alto porcentaje de crianza saludable. La demanda de alimento depende del peso corporal y la edad del pollo de engorde (58).

Productividad y valor nutricional

La productividad al sembrar está relacionada con el manejo que se lleva a ejecutar, conociendo que por cada kg de semilla se cosechara de 6 a 10 kg de forraje con 34% de materia seca; la energía metabolizable por kg de MS es de 2.5 Mcal, digestibilidad del 93%, (PB) del 16 al 20%, se conoce que las aves consumirán raíces, tallos, semillas, por lo tanto, no existirá perdidas de FVH (60).

Tabla 2. Calidad nutricional de forraje verde hidropónico del maíz.

Parámetro	Valor
Digestibilidad (%)	80-92
Proteína Cruda (%)	13-20
Fibra Cruda (%)	12-25
Grasa (%)	2.8-5.37
Vitamina A (ui/kg)	25.1

Vitamina C (mg/Kg)	45.1
Vitamina E (ui/kg)	26.3
Calcio (%)	0.11
Fósforo (%)	0.3
pH	6 - 6.5
Palatabilidad	Excelente

*Nota** Características bromatológicas del FVH. Tomado ⁽⁶¹⁾

Atturi, k. *et al.*, ⁽⁶²⁾, afirma que la proteína que se han obtenido valores entre 12 y 18%, provee vitaminas E, C y caroteno, así con minerales: calcio, fosforo, magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre. Castellanos ⁽⁶³⁾, obtuvo valores de 11.7% de proteína cruda a los 16 días después de la siembra. Al igual que Carballo ⁽¹⁾. Obtuvo niveles altos de PC de un 18.80% al cosechar el

FVH de maíz a los 12 días después de la siembra. Según Xargayó *et al.*, ⁽³⁰⁾, la energía bruta se mide generalmente en una bomba Calorimétrica. La suma de energía química en los forrajes se transforma en energía calórica y midiendo el calor producido Trevizan⁽⁶⁴⁾ afirma que la energía metabolizable indica un 95%.

Tabla 2. Análisis de calidad nutricional de FVH

Ensayo	Base fresca	Base seca
Materia seca 60 °C (%)	15,30	---
Humedad por estufa (%)	86,02	---
Extracto libre de N (%)	8,36	59,80
Ceniza (%)	0,52	3,70
Extracto etéreo (grasa) (%)	0,78	5,60
Proteína cruda	2,32	16,60
Fibra cruda (%)	2,00	14,30
Calcio ppm	172	1231

Fósforo ppm

679

4856

*Nota** resultados de análisis de calidad nutricional de FVH. Tomado Salas ⁽⁶⁵⁾

Álvarez ⁽⁶⁶⁾ en su investigación de acuerdo con los análisis arrojados el grupo de aves que tuvieron inclusión del 10% con un peso medio de 1 529.69 g y el de inclusión de 12% siendo el rango más elevado de alimentación en los pollos con un peso de 1 554.28 g, lo que muestra que existen diferencias significativas en relación a los otros pesos registrados en la adición de forraje de maíz hidropónico mostrando un coeficiente de variación de 1.31%; esto permite que la alimentación pueda ser sustituida hasta en un 12% por forraje hidropónico de maíz ⁽⁶⁴⁾.

La ganancia de peso también se ve influenciada al mostrar una disminución lineal, considerando que se registran diferencias

significativas entre tratamientos al utilizar el FVH en su alimentación, en este comportamiento se correlacionó significativamente con la disminución en el consumo de alimento ($P < 0.05$) el cual restringió, a la vez, el consumo de proteína y energía, existen experiencias que indican que es posible el reemplazo hasta 80% del Concentrado Comercial por FVH a base de especies gramíneas ⁽⁵⁰⁾.

Conclusiones

Es una alternativa económica que nutricionalmente aporta entre el 13- 20% PC y una digestibilidad del hasta del 92%, lo que permite la

implementación de distintos porcentajes de inclusión, como lo reportan autores de hasta el 80% de FVH en reemplazo al alimento balanceado comercial.

El uso de forraje verde hidropónico en alimentación de pollos en engorde refleja que es un alimento fresco de alto valor nutritivo producido in situ, lo que es una alternativa más económica para complementar el uso de alimentos concentrados, en el que se puede producir durante todo el año, mayor producción por unidad de superficie y no se requiere de grandes instalaciones para su producción

Según los datos obtenidos el FVH de maíz se puede considerar como un alimento con bajo contenido de materia seca pero alta calidad nutricional, estas características lo podrían

señalar como una buena alternativa de alimentación de animales, por lo que la utilización de variedades criollas de maíz minimiza los costos y ayuda a mejorar la rentabilidad del proceso

Cabe destacar la producción del FVH de maíz pueden llegar hacer bastante altos si se presentan a pequeña escala y de carácter investigativo, lo cual podría sugerir que implementar esta tecnología en una modelo de alta producción en una finca.

Referencias bibliográficas

1. Carballo, C.R. Ganadería Holística. Culiacán, México. (2000)
2. Villacís Macías, V. H.. Alimentación de pollos campero con forraje verde hidropónico maíz en la zona de Los Ríos (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).(2021)

3. Hidalgo G. Evaluación del Forraje Verde Hidropónico de Maíz y Cebada, con Diferentes Dosis de Siembra para las Etapas de Crecimiento y Engorde de Cuyes. (s/f). (2007)<https://1library.co/document/yr30wevy-evaluacion-forraje-hidroponico-cebada-diferentes-siembra-crecimiento-engorde.html>
4. Beltrán, M. J. B., Rojas, Y. F., Novoa, D. M. T., & Martínez, D. E. C.. Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial-municipio de Cáqueza–Cundinamarca. *Agricolae & Habitat*, 2(1).(2019)
5. Ramírez López, A. D. Manejo de impactos ambientales generados por las granjas de pollo de engorde en Colombia.(2021)
6. Molina, A., Olmedo, M, and Trumpp, A. Análisis de factibilidad de Forraje Verde Hidropónico en dietas de novillos para producción de carne de calidad diferenciada, Facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, pp: 40. (2018)<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/11298>
7. Mejía-Castillo HJ, Orellana Núñez, F. S. (2019). Forraje verde hidropónico: una alternativa de producción ante el cambio climático. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.* 2019, 5(9), 1103–20. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i9.7947>
8. Chavarria-Torrez, A., Castillo-Castro SS. El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.* 20184(8), 1032–1039. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
9. Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (n.d.). *Cultivo en hidroponía*.
10. Verdegem .Que es la hidroponía. [Mensaje en un blog].Recuperado de (2017) <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/ventajas-dela-hidroponia/>.
11. Ccahuana Condori, R. Soluciones nutritivas y biol en producción de fresa (*Fragaria ananassa* Duch) mediante sistema hidropónico recirculante NFT en K'ayra–Cusco.(2019)
12. Tarrillo Olivas h. Producción de forraje verde hidropónico en Arequipa – Perú. Consultado el 3 de marzo. 2014
13. INTA. 2018. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Cultivos Hidropónicos. (En línea). EC. Consultado, 29 de jul. 2020. Formato PDF. Disponible enhttps://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_cartilla_suelos__hidroponia.pdf

14. Beltrano y Daniel O. Gimenez J. Cultivo en hidroponía [Internet]. Edu.ar. [citado el 18 de abril de 2023]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1#:~:text=Un%20cultivo%20hidrop%C3%B3nico%20es%20un,del%20agua%20y%20soluci%C3%B3n%20nutritiva.
15. Tafur Chapoñan, N. R. Forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) obtenido con purines modificados de tres especies animales. (2019).
16. Pelaez, X. Forraje Verde Hidropónico como suplementación en la alimentación en zona de semidesierto(2019).
17. López, A. D. Manejo de impactos ambientales generados por las granjas de pollo de engorde en Colombia (2021).
18. Crispo, M, Stoute, S., Hauck, R, Egaña-Labrin, S, Senties-Cué, CG., Cooper, G., . . . Gallardo, R. Partial Molecular Characterization and Pathogenicity Study of an Avian Reovirus Causing Tenosynovitis in Commercial Broilers. *Avian Diseases*. 2019, 452-460. doi:10.1637/12013-121418-Reg.1.
19. Candia, Liz. Evaluación de la calidad nutritiva de forraje verde de cebada *Hordeum vulgare* hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de cuy *Cavia porcellus* a dos concentraciones. *Salud tecnol. vet.* 2 (1):55-62, 2014.
20. Castellanos Fúquene .Producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina. *Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Cali, Colombia. AM 2020, 84 p.
21. Nunes, G. F., La sostenibilidad de la industria avícola, La Habana, Cuba (2009)
22. Méndez, A y González Duarte VCEvaluación de dos fertilizantes orgánicos en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en el Centro de Prácticas San Isidro de la universidad nacional agraria sede Camoapa (tesis de pregrado.) Universidad Nacional Agraria, Camoapa, Nicaragua. (2018).
23. Duarte C, Borge Lopez, M I. Evaluacion de la inclusion de forraje verde hidroponico a base de maiz (*Zea mays*) en pollos de engorde en el Centro de Practicas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, durante el periodo noviembre a diciembre 2018, (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria
24. Edwin Candelario Romero Alfaro. Alimentación de pollo de engorde

- (*Gallus gallus domesticus* L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench], Santa Clara, San Vicente, 2018. [Citado el 12 de julio 2021].
25. Juarez Lopez, Morales Rodriguez, , Sandoval Villa , Gomez Danes, Cruz Crespo, Juarez Josete & Caton, (2013). Producción de forraje verde hidropónico. CONACYT
26. Hernández Malueños, L. G., Masís Ríos, R. R., Suazo Robleto, GE, Borge MI. Usos del forraje verde hidropónico en pollos de engorde (2020).
27. Duarte C, Borge Lopez, M I. 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 periodo noviembre a diciembre 2018, (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
28. Aguilar, J. L., & Ramirez-Garcia, G. G. (2016). Evaluación productiva de pollos de engorde línea Cobb 500 bajo dos sistemas de manejo en la finca Santa Rosa de Managua (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3354/1/tnl02a283.pdf>
29. Sitio avícola. 2013. Alimentación de pollos para obtener mejor salud y mayor rendimiento. <https://www.elsitioavicola.com/article/s/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>.
30. Moncayo Sarzosa, E. G. (2022). Efecto del biol de estiércol de conejo en el desarrollo del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
31. Xargayó, Marta et al. 2017. "Marinado Por Efecto 'Spray': Una Solución Definitiva Para Mejorar La Textura de La Carne." Recuperado el: 7-24.
32. Sanchez, A. J. L., Coox, D. A. C., Alarcon, M. E. Z., & Gavilánez, F. (2019). Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión. *RECIMUNDO*, 3(3), 699-716.
33. Martínez, F. (2019). Forraje Verde Hidropónico (FV H) para alimentación de animales. *Info Pastos y Forrajes*. México.
34. Viñas, Á. N. (2015) UF2172 - Optimización de recursos en la

- explotación avícola. Editorial Elearning, S.L.
35. Marulanda , J. F. (2017). Sistema digestivo de las aves, características, órganos y glándulas. Disponible en :<https://aves.paradais-sphynx.com/temas/sistema-digestivo-de-lasaves>
36. Gonzabay Soriano, J. A. (2021). Efecto de parámetros morfométrico del tracto gastrointestinal de pollos camperos con diferentes niveles de adición de forraje verde hidropónico de maíz (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021).
37. Rios C, (2003) Guía para alimentación animal y elaboración de concentrados. Siglo Del Hombre Editores S.A.
38. Rodríguez Galvis , J. G., (2012). 'Repuesta morfométricas intestinal de pollos alimentados con diferentes niveles de morera', Revista CITECSA - Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.
39. Almeida Mora, M. M. (2016). Efectos en la morfometría de pollos cuellos desnudo en astoreo, alimentados con harina de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L) incluida en el balanceado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Álvarez Plaza, R.M. (2018), 'Indicadores bioproductivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión.', Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil.
40. Sanchez, A. J. L., Coox, D. A. C., Alarcon, M. E. Z., & Gavilánez, F. (2019). Indicadores bioproductivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión. *RECIMUNDO*, 3(3), 699-716.
41. Casignia Coox, D. A. (2018). Indicadores bioproductivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia).
42. Mendoza González, J. E., & González Arróliga, N. 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 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
43. Talalay, g. s., matserushka, a. r., kolesnikov, r. o., gvozdayov, d. a., & matserushka, v. v. (2021, January 12).

- Influence of Feeding with Hydroponic Green Fodder from Barley on Meat Quality of Chicken-Broilers.*
<https://doi.org/10.32743/kuz.mepa.2020.225-234>
44. Urrestarazu, M. (2015). Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Asturias: Ediciones Mundi-Prensa
45. Izquierdo, Juan. 2001. Manual Técnico “Forraje Verde Hidropónico” de FAO para América Latina y el caribe. Ediciones FAO Santiago – Chile.
46. Agriculturesrs. (2014). Orígenes y uso del forraje verde hidropónico. Obtenido de agriculturers.com/ orígenes-y-uso-del- forraje-verde-hidropónico
47. Mejía, D. A., & Reyes, A. N. (2020). Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura.
48. Márquez Vélez, M. E. (2022). Influencia de la calidad del agua sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Agrarias).
49. Coca López, W. E. (2020). Evaluacion De La Merma De Pollo De Engorde Durante El Transporte De Granja Hasta El Inicio Del Sacrificio En El Departamento De Cochabamba Y Santa Cruz.
50. FAO. 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe
51. FAO 2006, Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico, www.fao.org, viewed 26 November 2020, <http://www.fao.org/3/ah472s/ah472s00.htm>.
52. Rodríguez Angarita, A., Roncallo Angarita, O. E., & Maestre Luquez, J. J.(2018) Evaluación del rendimiento de peso, y propiedades organolépticas, en aves de engorde alimentadas con harina de vísceras de pescado en el municipio de valledupar, cesar.
53. Beltrán, M. J. B., Rojas, Y. F., Novoa, D. M. T., & Martínez, D. E. C. (2019). Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial-municipio de Cáqueza– Cundinamarca. *Agricolae & Habitat*, 2(1).

54. Coca López, W. E. (2020). evaluación de la merma de pollo de engorde durante el transporte de granja hasta el inicio del sacrificio en el departamento de Cochabamba y santa cruz.
55. Ramirez A. Mónica L. (2016), Evolution of the consumption of meat of chicken in Colombia 1995-2015 ¿consumption of elite or popular consumption? 72
http://publicaciones.unisangil.edu.co/index.php/revista_unisangilEmpresarial/article/view/315/282.
56. Rusramova, S., & Hasanov, M. (2021). Application of the Hydroponic Green Fodder Technology in Poultry Breeding and Maintenance of The Broiler in as Provided by Zoogygienic Conditions. *Khazar Journal of Science and Technology*, 5, 83–89.
<https://doi.org/10.5782/2520-6133.2021.5.2.83>
57. Aguilar, J. L., & Ramires-Garcia, G. G. (2016). Evaluacion productiva de pollos de engorde linea cobb 500 bajo dos sistemas de manejo en la finca Santa Rosa de Managua (Tesis de Pregrado).Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3354/1/tnl02a283.pdf>
58. Badilla, D. F. Q., & Ramos, V. V. (2022). Costo y efecto de la suplementación con Forraje Verde Hidropónico: estudio de caso. e-Agronegocios, 8(1), 7-
59. Rodríguez, A y tarrillo, H. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico como alternativa de alimento para animales de las zonas afectadas por la ola de frio en el sur del Perú. Disponible en: <http://www.forrajehidroponico.com/art002.htm>
60. Atturi, k. m., chakravarthy, k., & guduru, d.(2020) effect of hydroponic maize fodder supplementation on production performance in broilers
61. Castellanos Fúquene, A. M (2020). Producción de forraje verde hidropónico la alternativa para alimentación equina. Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 84 p.
62. Trevizan Rispoli, J. F., & Challapa Moscoso, G. A. (2020). Comparación del rendimiento de forraje verde hidropónico con maíz lluteño y maíz comercial, utilizando cuatro calidades de agua. Arica, Chile. *Idesia (Arica)*, 38(3), 113-122.
63. Salas Durán, C. (2017). Alimentación Alternativa de gallinas ponedoras: Utilización de forraje verde hidropónico
64. Álvarez Plaza, R.M. (2018), ‘Indicadores bioproductivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión.’,

Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil.

65. Sanchez, A. M. (2020). [Review of Sector avícola Ecuador, by T. Vayas, F. Mayorga, and C. Freire].
66. Rodríguez, a. 2001 Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú. pp. 56,57.58.
23. <https://1library.co/document/yr30wevy-evaluacion-forraje-hidroponico-cebada-diferentes-siembra-crecimiento-engorde.html>