UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICAFACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

CULTIVO HIDROPÓNICO FORRAJERO PARA LA ALIMENTACIÓN GANADERA LECHERA EN ECUADOR.

.

AUTOR(ES):

SHIGUANGO TANGUILA MAYTE ALEXANDRA

DOCENTE - TUTOR:

DR. HERNÁN ALBERTO UVIDIA CABADIANA, PhD

Puyo - Pastaza -Ecuador

2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título está acorde con la idea principal de lo que se quiere investigar, y responde al propósito de los objetivos.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Aporta la información necesaria que orienta al lector a identificar sobre que trata la investigación e incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos de la temática y conclusiones.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, y docencia. Presenta el problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Describe todos los temas que trata la investigación, y responde a los objetivos planteados.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Se presenta con claridad el procesamiento de toda la información recolectada en la revisión, el método utilizado, los criterios de inclusión y exclusión, así como las fuentes de donde extrajo la información.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	Están correctamente estructurado, utilizando adecuada secuencia en las tablas presentadas. Responde al objetivo y problema planteado. Sin embargo, debió plasmar algún cálculo de la cantidad de forraje hidropónico que debe sembrarse por cada especie investigada en la literatura para mantener los requerimientos nutricionales de un bovino. Además, la eficiencia de un sistema lechero está en los litros de leche por ha, no diarios.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	Expresa parcialmente el objetivo del trabajo planificado sobre el potencial alimentario por la composición de nutrientes que requieren los bovinos, sin embargo, no deja claro si es factible alimentar los bovinos por que la interrogante de cuál es la producción de forraje hidropónico que debe existir para alimentar a un bovino, para mí no queda clara.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Cumple con las normas APA orientadas en la guía metodológica. Faltan 3 referencias que no están correctamente asentada las referencias citadas en el texto y viceversa.
VALORACIÓN TOTAL	96	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	96

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
MARIA ISABEL VIAMONTE GARCES

Dra. M.V. María Isabel Viamonte Garcés, PhD
Docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 08 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	CUMPLE
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	CUMPLE
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	CUMPLE
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	CUMPLE
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	CUMPLE

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	15/25	CUMPLE
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	CUMPLE
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	CUMPLE
VALORACIÓN TOTAL	100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**100/100**

Atentamente,

-81,25 67$/,1
9$5*$6
+,'$/*2

)LUPDGR GLJLWDOPHQWH SRU-81,25 67$/,1 9$5*$6 +,'$/*2 '1 FQ -81,25 67$/,1 9$5*$6 +,'$/*2 JQ -81,25 67$/,1 F (& O 38<2 RX &HUWLILFDGR GH &ODVH GH 3HUVRQD)LVLFD (&),50$ H MUJLDQFR#\DKRR FRP 0RWLYR 6R\ HO DXWRU GH HVWH GRFXPHQWR 8ELFDFLyQ)HKD

Junior Stalin Vargas Hidalgo
Docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 09 días del mes de agosto de 2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Puyo, 04 de agosto 2022.

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Mayte Alexandra Shiguango Tanguila, con C.I. 1501037822, con el Tema: **"Cultivo hidropónico forrajero para la alimentación ganadera lechera en Ecuador"** de la carrera de AGROPECUARIA. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 04 de agosto 2022, por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
HERNAN ALBERTO
UVIDIA
CABADIANA

Dr. Hernán Alberto Uvidia Cabadiana, PhD.

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Artículo sobre cultivos hidropónico1.docx (D142666428)
Submitted	8/5/2022 1:39:00 AM
Submitted by	Hernan Uvidia
Submitter email	huvidia@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	huvidia.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **III_PROPEA-2022_paper_9542.pdf**
Document III_PROPEA-2022_paper_9542.pdf (D142610418) 1

Cultivo hidropónico forrajero para la alimentacióganadera lechera en Ecuador.

Shiguango Tanguila Mayte Alexandra[1]
agr20151971@uea.edu.ec

Uvidia Hernan P. hD[1]
huvidia@uea.edu.ec

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

Resumen

El uso de cultivos hidropónicos forrajeros, es una excelente alternativa para suplir en cierta medida las exigencias nutricionales en la alimentación ganadera, complementa en el menor tiempo posible la producción pecuaria optimizando recursos como el agua y tierra. El objetivo del presente estudio de revisión bibliográfica fue determinar la composición nutritiva, requerimientos nutricionales y el efecto que tiene el uso de cultivos hidropónicos forrajeros en la producción lechera en Ecuador, para ello se realizó una búsqueda total de información relacionada al tema en diferentes bases científicas como: Scopus, Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, tesis de pregrado, maestría y doctorado para posterior a ello, utilizando el gestor bibliográfico Mendeley, ordenar y analizar la información recopilada. El contenido nutritivo de los diferentes cultivos hidropónicos forrajeros muestra valores altos de proteína, energía y digestibilidad; los mejores resultados reportados fueron 25.75%, 75% y 95% respectivamente. En lo que se refiere a las exigencias nutricionales, los cultivos hidropónicos requieren de 168-200 mg/L de nitrógeno, 31-60 mg/L de fósforo y 156-300 mg/L de potasio; para obtener forrajes con altos estándares de calidad, por otro lado, el uso de cultivos hidropónicos forrajeros puede incrementar hasta en un 14.7% la producción de leche, por lo que se recomienda su uso en la alimentación ganadera.

Palabras Clave*:* Cultivo hidropónico, exigencias nutricionales, producción lechera, cultivo forrajero.

Abstract

The use of hydroponic forage crops is an excellent alternative to supply to a certain extent the nutritional requirements in livestock feed, complementing livestock production in the shortest possible time, optimizing resources such as water and land. The objective of this bibliographic review study was to determine the nutritional composition, nutritional requirements and the effect of the use of hydroponic forage crops on milk production in Ecuador, for which a total search of bibliography related to the subject was carried out in different scientific bases. such as: Scopus, Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, undergraduate, master's and doctoral thesis to later, using the Mendeley bibliographic manager, carry out a total analysis of the information. The nutritional content of the different forage hydroponic crops shows high values of protein, energy and digestibility; the best results reported were 25.75%, 75% and 95% respectively. Regarding nutritional requirements, hydroponic crops require 168-200 mg/L of nitrogen, 31-60 mg/L of phosphorus and 156-300 mg/L of potassium; to obtain forage with high quality standards, on the other hand, the use of forage hydroponic crops can increase milk production by up to 14.7%, so its use in livestock feeding is recommended.

***Keywords**:* Hydroponic farming, nutritional requirements, milk production, forage farming.

1. INTRODUCCIÓN

Los cultivos forrajeros cultivados en sistemas hidropónicos son un método de producción de hortalizas sin suelo. Se trata de darle a la planta una solución acuosa que contenga todos los nutrientes que requiere para su crecimiento y producción. La agricultura hidropónica, desde una perspectiva química, se esfuerza por proporcionar a las plantas los mismos componentes vitales que encontrarían en el suelo entregados de una manera tecnológicamente avanzada (Telenchana, 2017).

La producción de forraje hidropónico es un método para cultivar biomasa vegetal que comienza con la germinación y el desarrollo temprano de plántulas a partir de semillas viables. Esta técnica puede hacer crecer plantas sanas y nutritivas en un corto período de tiempo (solo de 9 a 15 días), independientemente de la estación o el lugar. Estos cultivos, crean sus propios alimentos orgánicos y absorben los nutrientes que se les dan, manteniendo un alto contenido nutricional de 18% a 22% de proteínas, minerales y vitaminas que son digeridas por los animales (Choez, 2019).

Los alimentos hidropónicos elaborados tienen muchos beneficios, incluidos costos más bajos, no es necesario expandir la tierra, se puede aprovechar el clima seco y frío para cultivar en cualquier parte del mundo, germinación más rápida, mayor rendimiento, mayor contenido de nutrientes, palatabilidad y atractivo para los animales, aumenta la producción de leche y carne, y además se encuentran libres de parásitos (Juárez-López et al., 2018).

Hay numerosas regiones secas y semiáridas en el mundo, y muchas de ellas están en peligro de desertificación debido a la degradación del suelo y la escasez de agua. A pesar de estos desafíos, la agricultura a menudo juega un papel crucial en la economía nacional en estas áreas. Por lo tanto, la hidroponía, como método alternativo de producción de cultivos, puede contribuir a la promoción de la conservación y la sostenibilidad del medio ambiente (Camacho, 2018).

Por lo anteriormente dicho, el objetivo del presente estudio de revisión bibliográfica fue determinar la composición nutritiva, requerimientos nutricionales y el efecto que tiene el uso de cultivos hidropónicos forrajeros en la producción lechera en Ecuador, para ello se realizó una búsqueda total de bibliografía relacionada al tema para posterior a ello realizar un análisis total de la información.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente revisión bibliográfica presenta un enfoque documental no experimental, ajustándose a la recopilación de información a través de la lectura analítica de documentos y materiales bibliográficos relacionados con los cultivos hidropónicos forrajeros para la alimentación ganadera lechera en Ecuador, se hizo uso de un procedimiento sistemático para establecer, recolectar y examinar la información contenida en los distintos documentos científicos.

2.2. Método de investigación

La investigación es cualitativa con un alcance descriptivo, ya que detalla los parámetros requeridos en el mercado de los cultivos hidropónicos. El método empleado es de tipo exploratorio de orden secundario, ya que se realizó una búsqueda minuciosa de información bibliográfica de documentos obtenidos en bases científicas como: Scopus, Springer, Scielo,

Google Scholar, Researchgate, tesis de pregrado, maestría y doctorado. Para cumplir con los objetivos de la investigación se desarrolló una lectura crítica de los principales documentos bibliográficos seleccionados, los cuales posteriormente se clasificaron y separaron de acuerdo a la información que sustente el trabajo.

2.3. Criterios de inclusión para los documentos recopilados

Para escribir los resultados del actual estudio, se consideraron investigaciones publicadas en los últimos 10 años, así mismo, la información de cada documento recopilado debe poseer información coherente al objeto de la presente investigación, por otro lado, los estudios deben contener información precisa para efectuar un citado apropiado.

2.3.2. Variables consideradas.

Cultivo hidropónico forrajero, análisis bromatológicos y efecto de los cultivos hidropónicos forrajeros sobre la producción lechera.

2.4. Criterios de exclusión para los documentos recopilados

No se tomaron en cuenta estudios con una antigüedad mayor a los 10 años, documentos no afines a la presente investigación y artículos científicos que no hayan sido publicados en revistas indexadas.

2.5. Manejo de la información

Se valoraron las investigaciones encontradas y se dio mayor atención a aquellos documentos cuyos resultados guardaron relación con el presente trabajo, luego de la discriminación de los estudios se aplicó un análisis crítico y detallado para posterior a ello discutir los resultados más importantes.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Valor nutricional de los cultivos hidropónicos forrajeros

Diferentes investigaciones muestran el valor nutricional de diferentes cultivos hidropónicos destinados a la alimentación del ganado lechero, los resultados reportados por distintos autores se muestran seguidamente en la tabla 1.

Tabla 1: Valor nutricional de diferentes cultivos hidropónicos forrajeros

Cultivo hidropónico	Proteína (%)	Energía (%)	Digestibilidad (%)	Autor
Trigo	16.50	74.60	87.70	(Contreras et al., 2016)
	28.8	72.20	85.32	(Sánchez et al., 2013)
	25.75	73.12	84.41	(Ramos et al., 2021)
Avena	19.00	69.50	93.30	(Fuentes et al., 2013)
	17.13	66,97	95.39	(PACCO, 2018)
	18.32	68.49	93.88	(Romero Valdez et al., 2014)
Maíz	14.80	75.00	90.00	(Marcelino et al., 2016)
	19.40	75.00	90.00	(González M. et al., 2015)
	14.80	73.64	92.15	(Trevizan Rispoli et al., 2020)
Cebada	25.00	72.84	81.60	(Candia, 2015)
	23.60	57.00	81.60	(Quispe et al., 2016)
	25.35	64.92	83.00	(Montalvan & Cardenas, 2022)
Arroz	7.92	70.22	84.34	(Eslava, 2017)
	9.00	68.87	85.67	(Espinosa, 2019)
	9.93	69.36	83.54	(Condori & Jefry, 2019)

Fuente: Elaboración propia

Los resultados sobre la composición nutricional de los cultivos hidropónicos forrajeros, muestran elevados contenidos de proteína, energía y digestibilidad, según Salas, (2015), la composición nutricional de los cultivos hidropónicos depende en gran parte de la fertilización aplicada, esto influye de manera directa en la calidad del forraje incrementando los niveles de proteína y energía, por otro lado Juárez-López et al., (2018), mencionan que el correcto suministro de nutrientes en los cultivos hidropónicos tiene un impacto importante sobre los contenidos de proteína, mientras mejor sea la solución nutritiva aplicada, la calidad proteica también mejorará, así mismo, Vargas-Rodríguez et al., (2017), indican que elevadas concentraciones de nitrógeno en las soluciones nutritivas mejoran el contenido de energía y digestibilidad del forraje, Beltrano & Gimenez, (2013), mencionan que el calor, la radiación del medio, y la densidad de siembra, son factores que influyen sobre las propiedades de los

forrajes hidropónicos, así mismo, Patricia et al., (2015), revelan que la composición nutricional de los forrajes hidropónicos varían en función de la disponibilidad de nutrientes que estos tengan en la fertilización.

3.2. Requerimientos nutritivos de los cultivos hidropónicos.

Las diferentes investigaciones revelan cuáles son las exigencias nutricionales que los cultivos hidropónicos requieren para su correcto desarrollo, los resultados reportados por varios autores se presentan a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los diferentes cultivos hidropónicos.

N mg/L	P mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	S mg/L	Fe mg/L	Cu mg/L	Zn mg/L	Mn mg/L	Autor
168	41	156	160	36	48	28	0.064	0.065	0.54	(Osorio, 2017)
200	60	300	170	50	68	12	0.1	0.1	2	(Núñez & Guerrero, 2021)
168	31	273	180	48	336	4	0.02	0.11	0.62	(Arias et al., 2019)

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla anterior muestra de manera general las exigencias nutritivas para que los cultivos hidropónicos se desarrollen de una mejor manera, según Soto-Bravo et al., (2021), dosis adecuadas de nutrientes como el N, P y K ayudan a conseguir forrajes ricos en proteína y energía lo cual beneficiará el rendimiento en leche del ganado, por otro lado, Soriano et al., (2016), indica que los cultivos hidropónicos destinados a la alimentación animal pueden incrementar la producción lechera siempre y cuando se haya suplido los requerimientos nutritivos de estos, así los niveles de energía, digestibilidad y proteína se incrementarán favoreciendo a los animales que los consumen, principalmente a aquellos destinados a la producción lechera, así mismo, Lopez et al., (2019), precisan que cumplir con las exigencia, nutritivas de los forrajes hidropónicos conlleva a elevar el contenido proteico, materia orgánica y energía, los cuales son requerimientos muy importantes para los animales. Serrano et al., (2021), indican que los mejores forrajes hidropónicos se consiguen solamente si, mediante la fertilización nutritiva se incluyen cantidades adecuadas de macro y micronutrientes, tales como N, P, K, Ca, Mg, S y Fe.

En la investigación llevada a cabo por Meza & Esparza, (2015), mencionan que el rendimiento del cultivo hidropónico maíz fluctúa entre 18.23-19.71 kg/m^2, y esto se debe al manejo y las condiciones nutricionales que se le brinde, por otro lado, José et al., (2015), indican que la producción de cebada como cultivo hidropónico posee un rendimiento de 17.42 kg/m^2, este resultado varía en función del tiempo en que se cosecha, así mismo, Sánchez et al., (2016), indicaron que el rendimiento del trigo y cebada cultivados en condiciones hidropónicas es de 22.31 kg/m^2 y 16.98 kg/m^2 y dependen principalmente de la densidad de siembra y el contenido nutricional que se les suministre.

3.3. Efecto de la alimentación hidropónica en el rendimiento de leche.

El uso de cultivos hidropónicos en la alimentación de ganado lechero, incrementa notablemente el rendimiento en leche, la tabla 3 muestra los resultados obtenidos por diferentes autores.

Tabla 3. Rendimiento en leche según los distintos cultivos hidropónicos.

Tipo de FVH	Kg/día	Aumento en leche (%)	Autor
Trigo	12-18	De 10 a 24.7	(Mirabá, 2015)
Avena	15-20	De 8 a 14,43	(Camacho & Jácame, 2018)
Maíz	13-19	De 12.25 a 25.63	(Mejía & Alejandra, 2020)
Cebada	12-20	De 7.48 a 15.66	(Coveña, 2021)

Fuente: Elaboración propia.

Las investigaciones muestran que, la inclusión de forraje hidropónico en la alimentación diaria de los animales incrementa notablemente la producción de leche, así lo reporta Yhony et al., (2018), cuando dice que la alimentación basada en forraje hidropónico aumenta el rendimiento productivo en leche de los animales, por otro lado Romero, (2017), menciona que debido a los altos niveles de proteína y energía que poseen los forrajes hidropónicos aumentan significativamente los niveles productivos en leche, así mismo, Cunuhuay, (2013), afirma que dosis diarias de 13-29 kg de forraje hidropónico mejora considerablemente el rendimiento de leche hasta en un 15%, de igual manera, Calani, (2021)**,** alude que forrajes hidropónicos como la cebada y trigo poseen elevadas concentraciones de proteína y por lo

tanto, si se suministra dosis diarias de entre 15-20 kg de forraje verde la producción de leche se puede incrementar hasta en un 22 %, por otro lado, Ballén, (2017), afirma que los forrajes hidropónicos son una excelente alternativa económica para mejorar los rendimientos productivos en el ganado lechero, además que la tecnología hidropónica es más amigable con el ambiente.

4. CONCLUSIONES

Los cultivos hidropónicos forrajeros poseen elevados contenidos de proteína, energía y digestibilidad, en el caso de proteína se han reportado valores máximos de 25.75%, en energía 75% y digestibilidad 95%. Por otro lado, las investigaciones mostraron que, la calidad de los forrajes hidropónicos depende de las soluciones nutritivas que se les suministren, en este sentido, el contenido nutricional de los cultivos forrajeros hidropónicos mejorará, para ello se requieren de 168-200 mg/L de nitrógeno, 31-60 mg/L de fósforo y 156-300 mg/L de potasio, finalmente se ha verificado que el uso de forrajes hidropónicos aumenta hasta en un 14.7% el rendimiento de leche en los animales, y debido a que cumple con los requerimientos nutricionales del ganado lechero, lo convierte en un alimento potencial.

5. REFERENCIAS

Arias, R. O., Muro, M. G., Marino, B., Trigo, M. S., Boyezuk, D., & Cordiviola, C. Á. (2019). Aporte nutricional del Forraje Verde Hidropónico en la alimentación de cabras cruza criollas x Nubian. *Revista de La Facultad de Agronomía*, *118*(1), 137–144. https://doi.org/10.24215/16699513E013

Ballén, A. (2017). *Lumieres - Repositorio institucional Universidad de América: Estudio de factibilidad para la elaboración de un plan de negocio relacionado a la producción de forraje verde hidropónico como suplemento alimenticio de ganado lechero* [Universidad de Amérrica]. http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/6526

Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2013). *Cultivo en hidroponía*, *FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALEs.* http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1#:~:text=La disponibilidad de agua y,en el rendimiento del cultivo.

Calani, R. (2021). *Aplicación de promotores naturales de crecimiento en el cultivo de cebada (Hordeum vulgare L.) como forraje verde hidropónico* [UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25611

Camacho, F., & Jácame, P. (2018). *Repositorio Digital: Propuesta de otra alternativa de alimento para el ganado lechero del cantón Mejía a base de forraje verde hidropónico* [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16929

Candia, L. (2015). 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 y Tecnología Veterinaria*, *2*(1), 55–62. https://doi.org/10.20453/STV.V2I1.2202

Choez, V. (2019). *'''Cultivando lechuga (Lactuca sativa L.), bajo condiciones de hidroponía con concentraciones crecientes de una solución nutritiva a nivel de invernadero'''* [UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3682/1/T-UTEQ-0173.pdf

Condori, K., & Jefry, F. (2019). *Efecto del nitrógeno en el crecimiento y rendimiento en forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.), cebada (Hordeum vulgare L), arroz (Oryza sativa L.) y sorgo (Sorghum vulgare L.).* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES]. http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/767

Contreras, J., Tunque, M., & Cordero, A. (2016). Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *26*(1), 9–19. https://doi.org/10.15381/RIVEP.V26I1.10910

Coveña, N. (2021). *Repositorio Universidad de Guayaquil: Desarrollo de forraje verde de cebada (Hordeum vulgare) en condiciones hidropónicas* [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56260

Culebro de la Piedra, M. (2016). Modelo neurodifuso para el control de humedad del suelo en cultivo hidropónico para la planta de tomate. *Revista Tecnología Digital*, *6*(1), 43–56. www.revistatecnologiadigital.com

Cunuhuay, O. (2013). *Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Niveles de forraje verde hidropónico de maíz en la dieta alimenticia en engorde de cerdos mestizos en el cantón la Maná* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1634

Eslava, A. (2017). *Evaluación del forraje verde hidropónico de arroz (oryza sativa) como alternativa para alimentación animal* [UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER]. https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/4374

Espinosa, W. (2019). EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAÍZ, ARROZ Y FRIJOL VIGNA EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO | Revista Investigaciones Agropecuarias. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, *1*(2), 13. http://200.46.139.234/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/493

Fuentes, F., Poblete, C., Huerta, M., & Palape, I. (2013). Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto. *Idesia (Arica)*, *29*(3), 75–81. https://doi.org/10.4067/S0718-34292011000300011

González M., E., Ceballos M., J., & Benavides B., O. (2015). Producción de forraje verde hidropónico de maiz Zea mays L. en invernadero con diferentes niveles de silicio.

Revista de Ciencias Agrícolas, *32*(1), 75–83. https://doi.org/10.22267/RCIA.153201.26

José, L. C. P., Miguel, T. Q., Alfonso, G., & Cordero, F. (2015). Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *26*(1), 9–19. https://doi.org/10.15381/RIVEP.V26I1.10910

Juárez-López, P., Morales-Rodríguez, H. J., Sandoval-Villa, M., Danés, A. A. G., Cruz-Crespo, E., Juárez-Rosete, C. R., Aguirre-Ortega, J., Alejo-Santiago, G., & Ortiz-Catón, M. (2018). PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO. *Revista Fuente Nueva Época Año*, *4*(13).

Lopez, R., Wilfredo, M., & Ruiz, P. (2019). Evaluación de la dosis de caldo de humus de lombriz bajo sustrato sólido hidropónico en el cultivo de la Paprika (Capsicum annuum L.) en condiciones de ambiente protegido en la ciudad de El Alto. *Revista de La Carr.de Ingeniería Agronómica*, *5*(3), 9. http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/38/35

Marcelino, Z.-T., Sergio, M.-G., Socorro, S.-M., Francisco, E.-V., Bladimir, P.-P., & Fernando, C.-D. (2016). Hydroponics maize green forage production with watering every 24 hours Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Revistas Abanico*, *6*(1), 6.

Mejía, D., & Alejandra, R. (2020). *Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras]. https://bdigital.zamorano.edu/items/6e1849d8-3896-4ead-853a-9700d1db0428

Meza, J., & Esparza, J. (2015). 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), 7. https://www.researchgate.net/publication/237033169_Rendimiento_calidad_nutricional_contenido_fenolico_y_capacidad_antioxidante_de_forraje_verde_hidroponico_de_maiz_Zea_mays_producido_en_invernadero_bajo_fertilizacion_organica

Mirabá, C. (2015). *Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: Cinética de degradación y digestibilidad del forraje verde hidropónico de maíz (Zea maíz) en cabras criollas en Santa Elena, Ecuador* [UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA]. https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2214

Montalvan, H., & Cardenas, I. (2022). *Estudio de Factibilidad del cultivo de pasto hidropónico como alimentación continua durante todo el año para ganado caprino lechero* [Universidad Privada Antenor Orrego]. http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8697

Núñez-Torres, O. P., & Guerrero-López, J. R. (2021). Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, *8*(1), 44–52. https://doi.org/10.36610/J.JSAAS.2021.080100044

Osorio, C. (2017). *Repositorio Institucional de la Universidad de Guanajuato: Diseño de un sistema mezclador de soluciones nutritivas usadas en cultivos hidropónicos* [Universidad de Guanajuato]. http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/5271

PACCO, J. (2018). *Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/10373

Patricia, P., Acosta, L., Cano Montes, A., Sonia, G., De, R., Rocha, L. A., Flores, N. T., Margarita, S., Rodríguez, R., & Ricardo, Y. (2015). Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (Solanum tuberosum L.). *Scielo.Org.Mx*, *V*(2), 12. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2009000500005&script=sci_abstract&tlng=pt

Quispe Cusi, A., Paquiyauri, Z., Ramos, Y. V., Contreras, J. L., & Véliz, M. A. (2016). Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *27*(1), 31–38. https://doi.org/10.15381/RIVEP.V27I1.11457

Ramos F., E., Contreras P, J. L., Cordero F., A. G., Curasma C., J., Ordoñez M., B. J., Paytan, M. E., Rojas D.L.C., Y. C., Castrejon V., M., Ramos F., E., Contreras P, J. L., Cordero F., A. G., Curasma C., J., Ordoñez M., B. J., Paytan, M. E., Rojas D.L.C., Y. C., & Castrejon V., M. (2021). Rendimiento hidropónico del asociado de vicia con avena, cebada y trigo en la producción de germinados. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *32*(6), 21678. https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I6.21678

Rica Vargas-Rodríguez, C., Fabián, C., Productiva, C., Forraje, D. E., Hidropónico, V., Maíz, D. E., & Sorgo, A. Y. (2017). Comparación productiva de forraje verde hidropónico de maíz, arroz y sorgo negro forrajero. *Agronomía Mesoamericana*, *19*(2), 233–240. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711425008

Romero, R. (2017). *Rendimiento productivo de Cavia porcellus "CUY" en la etapa de crecimiento – ENGORDE alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico de Hordeum vulgare "CEBADA" Y Pisum sativum l. "ARVEJA* [Universidad Nacional de Trujillo]. https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9662

Romero Valdez, M. E., Duarte, G. C., Odalmira, E., & Gallardo, H. (2014). Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. *Acta Universitaria*, *19*(2), 11–19. https://doi.org/10.15174/AU.2009.93

Salas, L. (2015). ROPÓNICO DE MAÍZ (Zea mays) PRODUCIDO EN INVERNADERO BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁN - Search. *Interciencia*, *37*(3), 7. https://www.bing.com/search?q=ROPÓNICO+DE+MAÍZ+(Zea+mays)+PRODUCIDO+EN+INVERNADERO+BAJO+FERTILIZACIÓN+ORGÁN&cvid=f21a442eb0a54dd0b8ae01a2b90a7858&aqs=edge..69i57j69i11004.1380j0j1&pglt=41&FORM=ANNAB1&PC=HCTS

Sánchez, F., Castillo, D., Del, E., Moreno Pérez, C., Contreras Magaña, E., & Morales Gómez, J. (2013). PRODUCCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y CEBADA Y SU EFECTO EN LA GANANCIA DE PESO EN BORREGOS HYDROPONIC WHEAT AND BARLEY FODDER YIELDS AND THEIR EFFECT ON WEIGHT GAIN IN SHEEP. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *19*(4), 35–43. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.020

Sánchez, F., Castillo, D., Del, E., Moreno Pérez, C., Contreras Magaña, E., & Morales

Gómez, J. (2016). PRODUCCIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y CEBADA Y SU EFECTO EN LA GANANCIA DE PESO EN BORREGOS HYDROPONIC WHEAT AND BARLEY FODDER YIELDS AND THEIR EFFECT ON WEIGHT GAIN IN SHEEP. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *19*(4), 35–43. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.02.020

Serrano, J., Aquino, R., Macedo, R., Alvarez, O., & Mayoral, M. (2021). Sistema automatizado de monitorización y control para cultivos hidropónicos. *Revista de Difusión Científica Ingenierías y Tecnologías.*, *15*(3), 6. http://difu100cia.uaz.edu.mx/index.php/difuciencia/article/view/212/152

Soriano, A., Castell, V., & Lidón, A. (2016). ACTA DE HORTICULTURA Comunicaciones Técnicas Sociedad Española de Ciencias Hortícolas VII JORNADAS DEL GRUPO DE FERTILIZACIÓN Una fertilización más eficiente es posible Editores: Josep Llinares Inmaculada Bautista Cristina Lull Nùria Pascual. *VII Jornadas Fertilización SECH. Acta de Horticultura 82*, *7*(3), 7.

Soto-Bravo, F., Rodríguez-Ocampo, G. A., Soto-Bravo, F., & Rodríguez-Ocampo, G. A. (2021). Crecimiento, evapotranspiración y uso de nutrientes en cultivo hidropónico de Eryngium foetidum, en dos diferentes ambientes y niveles de nutrición. *Agronomía Costarricense*, *45*(1), 19–40. https://doi.org/10.15517/RAC.V45I1.45674

Telenchana, M. (2017). *"EVALUACIÓN DE TRES ENRAIZANTES EN PLÁNTULAS DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) MEDIANTE EL MÉTODO DE RAÍZ FLOTANTE EN LA PARROQUIA MULALILLO DEL CANTÒN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI".* https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25014/1/Tesis-149 Ingeniería Agronómica -CD 462.pdf

Trevizan Rispoli, J. F., Challapa Moscoso, G. A., 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. https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000300113

Yhony, V.-L., Fernando, A.-V., Francisco, O.-I., Luis, A.-C. J., Julio, G.-O., Del, D., Resumen, A., & De, D. (2018). Producción de tres variedades de Forraje verde hidropónico con diferentes dosis de fertilizante nitrogenado Production of three varieties of hydroponic green forage with different doses of nitrogen fertilizer. *Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivia. All Rights Reserved.*, *9*(2), 7. www.sanvicente.

6. ANEXOS

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. CULTIVO HIDROPÓNICO-GENERALIDADES

Según Rispoli et al., (2020), los cultivos hidropónicos son piensos con altos niveles nutritivos, utilizados para la alimentación de animales de engorde o para el ganado lechero, se cultiva en invernadero utilizando el método de cultivo sin suelo, lo que permite una regulación precisa del microclima y, por lo tanto, de la producción incluso en condiciones climáticas desfavorables. En él se pueden cultivar cereales y hierbas. Es simple y barato de crear, y puede reemplazar total o mayoritariamente a los alimentos procesados para animales.

Por otro lado, Juárez-López et al., (2018), mencionan que, en los cultivos tradicionales se requieren grandes extensiones de tierra, períodos prolongados de producción u otros tipos de conservación y almacenamiento, no obstante, son innecesarios en el proceso de producción de forraje verde hidropónico, es parte de un nuevo modelo de producción. El forraje verde hidropónico se produce con el fin de alimentar a cuyes, vacas lecheras, caballos, ovejas y conejos. Si bien existe una variedad de métodos para producir forraje verde, todos tienen varios puntos en común que son cruciales para producir alimento de alta calidad para los animales previstos. La humedad, la temperatura, la aireación y la luz, así como los tratamientos fitosanitarios tomados al inicio y durante la producción, se citan a menudo como medios para mantener el forraje libre de hongos.

6.1.1.1. VENTAJAS

Las ventajas de producir cultivos hidropónicos forrajeros son las siguientes:

- **Mejor control del gasto de agua:** La pérdida de agua por escorrentía superficial, infiltración y evapotranspiración se reduce considerablemente en la producción de FVH en comparación con la producción de forraje tradicional. En comparación con los 635, 521, 505, 372 y 271 litros de agua por kg de materia seca producidos a partir de avena, cebada, trigo, maíz y sorgo, respectivamente, la técnica FVH utiliza menos de dos litros de agua para producir un kg de forraje, que equivale a 8 litros para promover un kg de materia seca de FVH (considerando 25% de

materia seca de FVH) (Núñez & Guerrero, 2021).

- **Costo de producción más bajo y mejor aprovechamiento del espacio:**
  El costo de producir HFV es casi 10 veces menor que el de producir forraje en áreas abiertas. El sistema de producción FVH se presta a la instalación modular vertical, lo que maximiza la productividad por cada metro cuadrado. Por ejemplo, se ha calculado que 170 m^2 de instalaciones con bandejas modulares en 4 niveles para el cultivo de avena hidropónica es equiparable a 5 hectáreas de producción tradicional de forrajes de la misma especie (Serrano et al., 2021).
- **Producción más rápida:** La producción de FVH ocurre en un programa de 10 a 14 días. Si bien el ideal señalado por diversas investigaciones ha revelado que la recolección no debe prolongarse más allá del día 12, en determinadas circunstancias, por la estrategia de gestión interna de los establecimientos, la recolección se realiza más allá de los 14 días. A partir de ese día, el contenido nutricional de la FVH cae (Serrano et al., 2021).
- **Mejor calidad del forraje:** El FVH es alto en hierro, calcio y fósforo y tiene una alta digestibilidad debido a los bajos niveles de lignina y celulosa presentes. También es rica en vitaminas, entre las que destacan la A y la E. La cantidad de carotenoides por kilogramo de materia seca en el FVH oscila entre 250 y 350 mg (Serrano et al., 2021).

6.1.1.2. DESVENTAJAS

- **Falta de capacitación:** Las especies y tipos de forraje, el comportamiento productivo, la presión de plagas y enfermedades, las necesidades de agua y otros factores tienen un papel en la producción de FVH. Los nutrientes, la luz, el calor y la humedad son solo algunos de los muchos factores ambientales que pueden afectar el crecimiento de las plantas. Del mismo modo, la fabricación es una tarea constante e intensiva en el cuidado diario, por lo que los productores pueden estar en desventaja debido a la falta de experiencia e información (Culebro, 2016).
- **Niveles bajos de materia seca:** Como resultado de su baja concentración de materia seca, el FVH a veces se complementa en la dieta de las vacas con otros

tipos de alimentos, como rastrojos o alimentos concentrados (Culebro, 2016)..

6.1.2. CULTIVOS MÁS USADOS EN LA HIDROPONÍA

- **Maíz (*Zea mays*):** Tiene tallos verdes y robustos y produce granos sanos de color amarillo rojizo en mazorcas (Juárez et al., 2018).
- **Avena (*Avena sativa*):** Tiene un grano medio, un período de crecimiento de 180 días, puede utilizarse tanto tierno como seco como forraje y semilla, y pesa 50.7 kg por hectárea. Rendimiento en verde de 34 t/ha, porte erguido y compatibilidad con veza forrajera para corte todo apunta a esta planta (Calani, 2021).
- **Cebada (*Hordeum vulgare*):** Tiene un ciclo vegetativo de entre 150 días, un grano amarillo medio, una espiga dística y compacta, un peso de 61 a 64 kg/hl, y se utiliza tanto tierna como forrajera como seca en el sector cervecero (Contreras et al., 2016).

6.1.3. USO DE LA HIDROPONÍA EN EL GANADO LECHERO

La investigación de Beltrano & Gimenez, (2013), sobre la eficacia del forraje verde cultivado hidropónicamente en la producción de leche encontró que los niveles más altos de suplementos de FVH en la dieta se asociaron con una mayor producción de leche en comparación con una dieta de pastoreo normal. Estos hallazgos son consistentes con los de una prueba de producción realizada con ganado lechero por Valdivia Espinosa, (2019). En esta prueba, cinco vacas recibieron 18 kg/vaca/día de FVH además de ensilaje de maíz, concentrado, rastrojo y melaza de maíz, granos de sorgo y maíz molido durante 15 días.

A menudo se proporciona una ración de FVH durante el ordeño a las vacas en producción para ayudar a reducir la necesidad de alimento concentrado, mientras que la otra ración se administra al comienzo del día (González et al., 2015). Sin embargo, estará determinada por la producción diaria de leche de la vaca en litros. La producción de leche aumenta en un 10-20% con una dieta FVH en comparación con una convencional (Juárez-López et al., 2018). Esto se debe a los 1,8 kg de proteína que recibe el animal diariamente. Estas cantidades se pueden sustituir por 20 a 50% (óptimamente 30%) de comidas concentradas (Núñez & Guerrero, 2021).