



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA



CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Cultivo hidropónico de forrajes para ganado bovino en el Ecuador.

AUTOR:

Víctor Steven Sojos Castro.

TUTORA:

Dra. Lidia Paredes Lozano. Mg.Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

La crianza de bovinos es una de las actividades pecuarias más importantes del país, esta investigación tiene la finalidad de conocer el proceso de elaborar cultivos hidropónicos con el propósito de alimentar a los bovinos y así mejorar la producción o incrementarla para lograr mayor ganancia de peso. Los forrajes hidropónicos son considerados como excelente opción para complementar la alimentación de los rumiantes, el propósito de este sistema es ofrecer al ganado un alimento de excelente calidad, bajo costo y a cualquier época del año, en especial las temporadas donde existen sequías. La producción de forraje verde hidropónico, es capaz de producir alimentos con un alto contenido de minerales como; hierro, calcio y fósforo; Vitaminas A y E; cantidades pequeñas de lignina y celulosa. La producción de forraje verde hidropónico es más eficiente que producir forraje de manera convencional: en el forraje convencional una hectárea (10000 m²) produce anualmente alrededor de 180.000 kg. Mientras que el forraje hidropónico, una infraestructura de 60 m² con módulos de bandejas es capaz de producir anualmente 175.200 kg al año.

Palabras claves: Forraje, hidropónico, nutrientes, vitamina, riego.

SUMMARY

Cattle raising is one of the most important livestock activities in the country, this research has the purpose of knowing the process of developing hydroponic crops with the purpose of feeding cattle and thus improve production or increase it to achieve greater weight gain. hydroponic forages are considered an excellent option to complement the feeding of ruminants, the purpose of this system is to offer cattle an excellent quality feed, low cost and at any time of the year, especially the seasons where there are droughts. The production of hydroponic green fodder is capable of producing foods with a high content of minerals such as; iron, calcium and phosphorus; Vitamins A and E; small amounts of lignin and cellulose. Hydroponic green fodder production is more efficient than conventional fodder production: in conventional fodder one hectare (10,000 m²) annually produces around 180,000 kg. While hydroponic fodder, an infrastructure of 60 m² with tray modules is capable of producing 175,200 kg per year.

Keywords: Forage, hydroponic, nutrients, vitamin, irrigation.

ÍNDICE

RESUMEN	II
SUMMARY	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
1. CONTEXTUALIZACION.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. General	3
1.4.2. Específicos.....	3
1.5 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	4
2.1. Fundamentación teórica	4
2.1.1. Que es el forraje verde hidropónico	4
2.1.2. Valor nutricional de los forrajes hidropónicos.....	5
2.1.3. Ventajas de los forrajes hidropónicos.....	7
2.1.4. Factores que logran influir en la producción de Forraje Verde Hidropónico	8
2.1.5. Etapas del proceso de producción de forraje verde hidropónico (FVH)	9
2.1.6. Diferencias de producción de forraje hidropónico y convencional.....	10
2.2 MARCO METODOLOGICO.....	11
2.3 RESULTADOS	11
2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	12
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
3.1 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Recomendaciones	13
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	14
BIBLIOGRAFÍA	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional de forraje verde hidropónico de maíz, avena, trigo, alfalfa y forraje de maíz convencional	5
Tabla 2. Composición del forraje verde hidropónico en un kilogramo de maíz.....	6

1. CONTEXTUALIZACION.

1.1 INTRODUCCIÓN

Beltrano (2015) menciona que, «la hidroponía se deriva de las palabras griegas Hydro (agua) y Ponos (trabajo), que significa trabajar en el agua». Así, la hidroponía es un sistema productivo en el que las raíces de la planta no se establecen en el suelo, sino en un medio o en la misma solución nutritiva utilizada. En la solución nutritiva, como su nombre lo indica, se disuelven los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas.

La hidroponía, se ha desarrollado con una mayor velocidad a partir de experimentos para determinar los elementos que intervienen en el crecimiento de las plantas. Los primeros trabajos formales sobre este sistema de producción comenzaron en fechas cercanas al año 1600. No obstante, el crecimiento de las plantas sin suelo es conocido desde la antigua babilonia, en los famosos jardines colgantes, los cuales se alimentaban del agua que corría por medio de canales. Asimismo, hace más de 1000 años ya se practicaba la hidroponía en China, India y Egipto (orillas del río Nilo), misma que se realizaba mediante esquemas rústicos (INTAGRI 2017).

Hoy se conoce que es viable cultivar en climas adversos con ayuda de invernaderos y que además es viable cultivar sin necesidad de suelo por medio de la técnica de “cultivo sin suelo” más notoria como hidroponía. Empero el agua fue y va a ser continuamente el componente limitante para toda producción agrícola. Claramente una de los beneficios del cultivo sin suelo, es el ahorro relevante del agua comparativamente con cultivos a campo abierto, siendo una buena elección en regiones donde ocurren sequías ordinarias. Una forma de confrontar este problema natural que pasa en muchas piezas de todo el mundo, es la producción de forraje verde hidropónico (FVH), que posibilite mantener una producción exhaustiva de forraje para alimentar animales; como vacas, caballos, conejos, cuyes, cabras, etcétera (Beltrano 2015).

El forraje moderado en la dieta de los bovinos ayuda a homogeneizar las partículas del alimento, promueve la materia seca y posiblemente el aumento de peso, por lo

que es importante mantener los niveles correctos de fibra en las dietas de finalización para mantener una buena productividad, salud animal y costos de producción (INTAGRI 2019).

En las raciones de alimento para ganar energía ayuda a prevención de acidosis subaguda debido a la estimulación de la rumia, para formular una dieta de manera adecuada se debe tomar en cuenta las características físicas y la calidad del forraje que se le va a suministrar al ganado para que sea beneficioso y esto a su vez ayude a ganar peso (INTAGRI 2014).

1.2 Planteamiento del problema.

Los agricultores poseen limitación de terrenos hacia los cultivos de forrajes destinados para la alimentación de bovinos, lo que impide una adecuada administración de dietas alimenticias, por lo tanto, esta carece del concentrado nutricional que es aportado por los forrajes, provocando que afecte directamente a la producción, debido a ello se buscan cada vez más, nuevos métodos de producción de alimento fresco y sustentable (Beltrano 2015).

En Ecuador uno de los principales problemas que se presentan en los productores ganaderos, es el escaso conocimiento sobre el mejoramiento y las nuevas tecnologías implementadas en la producción de forraje destinado al ganado. Por lo que se siguen implementados pastos que no poseen una óptima producción y presentan unas bajas características nutritivas (Villacís 2019).

Los forrajes hidropónicos son tendencias que se vienen implementando en otros países para obtener alimento para los bovinos durante los periodos de escases que impide mantener una nutrición balanceada. Por lo que es necesario la implementación de cultivos de forrajes hidropónicos en el Ecuador para alimentar el ganado bovino. (INTAGRI 2019).

1.3 Justificación

La crianza de bovinos es una de las actividades pecuarias más importantes del país, y como esta investigación tiene la finalidad de conocer el proceso de elaborar

cultivos hidropónicos con el propósito de alimentar a los bovinos y así mejorar la producción o incrementarla para lograr mayor ganancia de peso, aumentar la cantidad de ingreso de los productores y esto a su vez ayude al desarrollo ganadero del país.

El forraje verde hidropónico, favorece la producción, reproducción y sanidad de los animales que lo consuman, garantiza la disponibilidad de forraje los 365 días del año, independientemente de cualquier condición climática. El precio inicial para la instalación de un invernadero rústico de forraje verde hidropónico, es mucho menor al de un sistema clásico para la producción de forrajes.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Identificar la producción de cultivos hidropónicos de forraje para alimentación del ganado bovino en el Ecuador.

1.4.2. Específicos

- Detallar información sobre las actividades que se deben realizar en los cultivos hidropónicos de forrajes en el Ecuador.
- Indicar el valor nutricional de Forraje Verde Hidropónico.

1.5 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este presente documento corresponde al tema cultivo hidropónico de forraje para ganado bovino en el Ecuador dónde está enfocado a recursos agropecuarios que está dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo además se encuentra en la línea de investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable por lo tanto en la sublínea de investigación de la carrera de agropecuaria se encuentra en agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Que es el forraje verde hidropónico

«El forraje verde hidropónico es un pienso que sirve para alimento de animales destinados para producción de carne o de leche. Se produce bajo la técnica del cultivo sin suelo en invernadero, permite el control del gasto de agua» (Tubón 2013).

La producción de forraje hidropónico consiste en la germinación de semillas, con el objetivo de producir un alimento verde que se encuentre con un alto contenido de humedad, rico en minerales y vitaminas. Es utilizado en períodos de escasez hídrica y falta de forraje verde natural (Jácome 2018)

«El cultivo de forrajes hidropónico es considerada como una alternativa de alimentación que permite al productor efectuar una producción intensiva de forraje fresco y además maximiza el aprovechamiento de espacio y de recursos» (Jácome 2018)

Mejía y Reyes (2020) «El forraje verde hidropónico (FVH) es una de las alternativas empleadas en las empresas pecuarias que buscan ofrecer al ganado alimento de excelente calidad, de bajo costo y en las cantidades necesarias en cualquier época del año».

Jácome (2018) menciona que, la producción de forraje bajo sistemas tradicionales implica trabajos de preparación de terreno, con el uso de maquinarias pesadas, manejo agronómico del cultivo en el cual se emplean el uso de agroquímicos hasta la obtención de cosechas tiempo que superan más de 60 días dependiendo de las variedades de forraje.

El FVH se muestra como una opción complementaria de dieta de rumiantes a base de forrajes, debido a su producción y composición química, son aplicables en zonas de áreas limitadas en espacio, suelos poco fértiles y no aptos para cultivos (Jara 2021).

Jácome (2018) indica que, una alternativa de alimento para los sistemas de la producción pecuaria es el “forraje verde hidropónico- FVH”, es el resultado de utilizar el poder germinativo de los granos (avena, maíz y cebada) todos los nutrientes del grano son liberados, permitiendo el desarrollo de la planta, los nutrientes, se encuentran digeribles para que los animales lo consuman, se consume desde la parte aérea formada por el tallo y las hojas verdes hasta los restos de semilla y la raíz, aprovechando de nutrientes básicos necesarios. Las propiedades del forraje hidropónico no son solo nutricionales, también existe una disminución de espacio, tiempo y recursos.

2.1.2. Valor nutricional de los forrajes hidropónicos

El FVH es rico en vitaminas, especialmente la A y E, contiene carotenoides que varían de 250 a 350 mg/kg de materia seca (MS), posee una elevada cantidad de proteínas, fibras, diferentes minerales como hierro, calcio y fósforo, su digestibilidad es alta, ya que la lignina y celulosa están presentes en pequeñas cantidades (Mejía y Reyes 2020).

Tabla 1: Valor nutricional de forraje verde hidropónico de maíz, avena, trigo, alfalfa y forraje de maíz convencional

<i>Parámetro</i>	<i>FVH de maíz</i>	<i>de FVH de Avena</i>	<i>de FVH de Trigo</i>	<i>de Forraje alfalfa</i>	<i>de Forraje de maíz</i>
<i>Proteína (%)</i>	14,80	19,00	16,50	18,40	8,80
<i>Energía</i>	75,00	69,50	74,60	60,00	70,00
<i>TND* (%)</i>					
<i>Digestibilidad (%)</i>	90,00	93,30	87,70	65,00	60,00

Jácome (2018) indica que los granos de maíz, avena y trigo, a través de la técnica de hidroponía son mucho más digeribles para el animal, con porcentajes que van desde 87,7 % hasta 93,30 %, en comparación con los forrajes tradicionales que van desde el 60% hasta el 65%. La avena destaca de entre los otros granos utilizados para la producción de forraje verde hidropónico, por sus altos niveles nutricionales y de digestibilidad.

Balam (2019) también indica que, «Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros es el maíz, debido a su elevado valor nutritivo y rendimiento, permitiendo que en sistemas hidropónicos se obtengan altos volúmenes de FVH de maíz, aporta beneficios nutrimentales a los animales».

Tabla 2: Composición del forraje verde hidropónico en un kilogramo de maíz

Minerales	18.6%
Proteína	16.8 %
Energía	3.216 Kcal
Valor energético	1178/1190 caloría

	Digestibilidad	81 – 90%
Vitaminas	Caroteno	25.1 UI/Kg
	Vitamina E	26.3 UI/Kg
	Vitamina C	45.1 mg/Kg
Minerales	Calcio	0.104%
	Fósforo	0.47%
	Magnesio	0.14%
	Hierro	200 ppm
	Manganeso	300 ppm
	Zinc	34.0 ppm
	Cobre	8.0 ppm

Núñez y Guerrero (2021) mencionan el ciclo de producción de los forrajes hidropónicos: La producción de FVH tiene un ciclo de 12 a 20 días, dependiendo de las situaciones de temperatura, luminosidad, humedad, entre otros. El forraje puede ser cosechado a partir de los 12 días y con una altura de 20 a 30 cm, el FVH es rico en vitaminas A y E, contiene carotenoides.

2.1.3. Ventajas de los forrajes hidropónicos

Según García (2013) «existe un ahorro significativo de agua, evitando las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas si se compara con los consumos en el sistema tradicional».

García (2017) señala que los forrajes hidropónicos presentan Inocuidad.

El F.V.H es forraje inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Asegurando la ingesta de un alimento garantizando su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del F.V.H los animales no ingieren hierbas o pasturas que son indeseables que dificulten o perjudiquen todos los procesos de metabolismo y absorción.

Mera (2018) señala que, «el éxito de nuestro cultivo de forraje verde hidropónico radica en el control de las siguientes 4 variables: Luminosidad, temperatura, humedad (Riego y Humedad relativa), aireación».

2.1.4. Factores que logran influir en la producción de Forraje Verde Hidropónico

Balam (2019) considera que los siguientes factores influyen en producción de FVH:

Calidad de la Semilla es el principal éxito del FVH, el cual inicia con la elección de una excelente semilla, tanto en calidad genética como fisiológica, la semilla debe presentar un porcentaje de germinación de 90%.

La iluminación: cuando existe ausencia de luz la fotosíntesis se ve afectada, ya que la radiación solar es considerada básica para el crecimiento vegetal, por lo general un invernadero debe poseer una cubierta plástica que proporcione 50% de sombreo.

Temperatura: La temperatura es considerada una de las variables más importantes en la producción de FVH, por lo que es de gran importancia que la temperatura este adecuada a las condiciones del cultivo, un ejemplo claro es que, en la producción del FVH de maíz se sitúa entre los 21° y 28°C.

Humedad: Es muy impórtate la humedad relativa del interior del invernadero, la cual no debe ser menor a 70% ya que provoca un ambiente seco y una significativa disminución en la producción por la deshidratación del forraje, Además, los Valores de humedad superiores a 90% y que presente una

inadecuada ventilación pueden provocar graves problemas fitosanitarios, ocasionadas por enfermedades fungosas que son difíciles de eliminar.

PH del agua de riego: El pH del agua de riego es recomendable que se encuentre entre 5.5 a 6.5, para favorecer la rápida disponibilidad de los nutrientes en el agua.

La producción de FVH se puede realizar de diferentes maneras dependiendo de las necesidades de los productores, siendo la técnica comercial la más utilizada, la siembra de semillas, sin la utilización de sustrato, en contenedores, como ser bandejas plásticas, capaces de mantener la humedad (Mejía y Reyes 2020).

2.1.5. Etapas del proceso de producción de forraje verde hidropónico (FVH)

García (2017) menciona sobre el proceso que se debe realizar para la obtención de forraje verde hidropónico:

El primer paso para producir forraje verde hidropónico es la selección de especies de granos, siendo los más utilizados (maíz, trigo, cebada, avena y sorgo), estas semillas tienen que poseer una buena calidad, estar libres de paja, tierra, piedras, además se deben descartar semillas partidas para evitar que sean una fuente de contaminación. Estas semillas son lavadas y desinfectadas con una solución hipoclorito de sodio al 1% alrededor de 30 segundos hasta 3 minutos, el cual nos permitirá eliminar los microorganismos como hongos y bacterias.

Estas semillas son colocadas en recipientes de plásticos, las cuales deben ser sumergidas completamente con agua durante 24 horas “el agua debe ser cambiada en repetidas ocasiones” luego de este proceso se drena el agua y se deja reposar las semillas durante 48 horas con los recipientes debidamente tapados con el objetivo de que el proceso de germinación sea rápido (García 2017).

Cuando las semillas se encuentren germinadas, estas deben ser pasadas a unas bandejas y luego esparcirlas de tal manera que no queden una encima de otra, el riego de estas semillas debe realizarse con micro aspersores, aplicando varias aspersiones, se pueden realizar de 4 a 8 riegos diarios (...) A partir del séptimo día hasta su cosecha se aplican soluciones nutritivas a través del riego para su crecimiento y desarrollo. La cosecha del forraje verde hidropónico se realiza cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 25 centímetros. Es el momento de proceder a cosechar las bandejas; este desarrollo dura entre 12 a 15 días dependiendo de las condiciones ambientales (García 2017).

2.1.6. Diferencias de producción de forraje hidropónico y convencional

Según Balam (2019) menciona que una de las ventajas de este sistema de cultivos es el menor costo de producción y eficiencia en el uso del espacio:

El costo de producción de FVH es 10 veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos. Por lo general el sistema de producción de FVH es instalado en forma modular vertical logrando optimiza el uso del espacio por metro cuadrado. Se ha estimado que 170 m² de instalaciones con bandejas modulares en 4 pisos para FVH de avena son equivalentes a 5 ha con producción convencional de forraje de la misma especie.

Mera (2018) menciona las diferencias de producción de forraje hidropónico y convencional

La producción de forraje verde hidropónico es más eficiente que producir forraje de manera convencional: En el forraje convencional una hectárea (10000 m²) produce anualmente alrededor de 180.000 kg. Mientras que el forraje hidropónico, una infraestructura de 60 m² con módulos de bandejas es capaz de producir anualmente 175.200 kg al año.

Mera (2018) indica que en el cultivo de forraje hidropónico se presenta el uso

eficiente del agua a comparación con el forraje convencional. Se requiere 333 litros de agua para producir 1Kg de Alfalfa. Se requiere 116 litros de agua para producir 1 Kg de Maíz forrajero. Para producir 1 Kg de FVH “forraje verde hidropónico” se requiere 15 a 20 Litros de agua.

Balam (2019) menciona que, «Una de las plantas más utilizadas con fines forrajeros es el maíz, debido a su elevado valor nutritivo y rendimiento, permitiendo que en sistemas hidropónicos se obtengan altos volúmenes de FVH de maíz, aporta beneficios nutrimentales a los animales».

2.2 MARCO METODOLOGICO

Para la elaboración del presente documento, el mismo que corresponde al componente práctico de trabajo complejo para la modalidad de titulación, se recopiló información de bibliotecas virtuales, textos actualizados, revistas y artículos, ponencias, congresos y todo material bibliográfico de carácter científico que aporte al desarrollo de esta investigación documental.

La información obtenida fue procesada mediante la técnica de resumen, análisis, síntesis, a fin de obtener información relevante sobre las características sobre el crecimiento de forrajes hidropónicos en el Ecuador.

2.3 RESULTADOS

Se obtuvo como resultado la identificación de los principales cultivos, semillas que son para los cultivos verdes hidropónico de forraje para alimentar el ganado bovino en tiempo de escasez ya que se presenta como una de las principales alternativas para la alimentación de los animales en tiempo difíciles cuando es escasa la comida.

Se obtuvo información detallada sobre las diversas actividades que se deben realizar al momento de cultivar forraje en sistemas hidropónico como la selección de semilla, limpieza y la selección de las mejores opciones para la siembra que pueda producir más forraje de calidad y cantidad.

También se indicó el valor nutricional de uno de las principales plantas forrajeras más utilizadas en Ecuador como el maíz que se pudo indicar en una tabla de valor con una pequeña comparación con un maíz de forraje sembrado en tierra a comparación de uno sembrado por medio de un sistema hidropónico viendo así diferencias en los valores nutricionales.

2.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La utilización de cultivos verde hidropónico en el Ecuador se ve afectado principalmente por el desconocimiento de los pasos a seguir y de las semillas que se deben utilizar para ello, pero García (2017) menciona sobre el proceso que se debe realizar para la obtención de forraje verde hidropónico, el primer paso para producir forraje verde hidropónico es la selección de especies de granos, siendo los más utilizados (maíz, trigo, cebada, avena y sorgo). Mientras Balam (2019) menciona que una de las ventajas de este sistema de cultivos es el menor costo de producción y eficiencia en el uso del espacio, el costo de producción de FVH es 10 veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

La presente investigación logro cumplir con los objetivos establecidos, se concluyó que los forrajes hidropónicos son considerados como excelente opción para complementar la alimentación de los rumiantes, el propósito de este sistema es ofrecer al ganado un alimento de excelente calidad, bajo costo y a cualquier época del año, en especial las temporadas donde existen sequias y se dificulte complementar la alimentación requerida. Estos sistemas se pueden implementar en suelos de poca fértiles y no aptos para cultivos.

La producción de forraje verde hidropónico, es capaz de producir alimentos con un alto contenido de minerales como; hierro, calcio y fosforo; Vitaminas A y E; cantidades pequeñas de lignina y celulosa. En base a las investigaciones realizadas se logró concluir que los granos de avena y maíz son las especies más utilizadas en los cultivos hidropónicos, por presentar un elevado rendimiento y valor nutritivo.

3.2 Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas son las siguientes:

Escoger un buen material de semilla, para evitar los bajos índices de germinación y la proliferación de enfermedades fitopatógenas.

Realizar un excelente manejo sin descuidar los intervalos de riego y las aplicaciones de soluciones nutritivas

Escoger la especie forrajera indicada para el propósito del ganado y los nutrientes que necesita, en especial especies que se encuentren adaptadas al clima del lugar.

Promover las charlas técnicas a los productores ganaderos con el objetivo proporcionar conocimientos sobre esta práctica que se considera como una excelente alternativa como fuente de alimento para diversas especies de animales.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J; Melba, E. 2021. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) con abonos orgánicos, cantón Samborondón, provincia del Guayas. s.l., Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil. Consultado 11 ago. 2022.
- Anchundia Macay, ÁM. 2015. Identificación de uno entre cuatro híbridos de maíz (*Zea mays*) para ser utilizado como forraje para alimentación de ganado lechero en el cantón Nobol de la provincia del Guayas (en línea). s.l., s.e. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://201.159.223.180/handle/3317/4104>.
- Beltrano, J. 2015. Cultivo en hidroponía (en línea). s.l., N naturales. Consultado 10 ago. 2022. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- Buitrón Cevallos, FW. 2020. AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS HIDROPÓNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (en línea). Quito, UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://file:///C:/Users/josel/Downloads/T-UIDE-0086.pdf>.
- Bustamante Arana, WW. 2020. El maíz forrajero como suplemento alimenticio en el ganado bovino para el incremento de la producción lechera” (en línea). s.l., BABAHOYO: UTB,2020. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8469>.
- Chuquimarca, J; Vicente, J. 2014. Evaluación del efecto del Biol a diferentes concentraciones en la producción de cebada (*Hordeum vulgare*) y maíz (*Zea mays*) hidropónico como una alternativa de aprovisionamiento de forraje para cuyes (*Cavia porcellus*) en las etapas de desarrollo y engorde. Guayllabamba - Ecuador 2012. s.l., s.e. Consultado 11 ago. 2022.

- García Carrión, VA. 2013. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de alimento de ganado menor y para mascotas (cuyes y conejos) hecho con forraje verde hidropónico fresco deshidratado en tumbaco, distrito metropolitano de Quito (en línea). Quito, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5796/1/UPS-QT04111.pdf>.
- Inta, (unidad Integral de Balance). ed. 2014. NUTRICIÓN ANIMAL APLICADA (en línea). s.l., s.e. Consultado 10 ago. 2022. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf.
- Intagri. 2019. Utilización de Forraje en Dietas para Bovinos de Engorda Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/utilizacion-de-forraje-en-dietas-para-bovinos-de-engorda> (en línea, sitio web). Consultado 10 ago. 2022. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/utilizacion-de-forraje-en-dietas-para-bovinos-de-engorda>.
- Jácome Quinaluisa, PE. 2018. PROPUESTA DE OTRA ALTERNATIVA DE ALIMENTO PARA EL GANADO LECHERO DEL CANTÓN MEJÍA A BASE DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO (en línea). Quito, UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16929/1/T-UCE-0005-CEC-003-P.pdf>.
- Jara Alarcón, ME. 2021. Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*) con abonos orgánicos, cantón Samborondón, provincia del Guayas (en línea). s.l., Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56295>.
- León, R; Bonifaz, N; Gutiérrez, F. 2018. Pastos y forrajes del Ecuador: siembra y producción de pasturas. Quito-Ecuador, Universitaria Abya-Yala. Consultado 11 ago. 2022.

- Mejía S., DA; Reyes Z., AN. 2020. Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura (en línea). Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/items/6e1849d8-3896-4ead-853a-9700d1db0428>.
- Mejía Suazo, DA; Reyes Zelaya, AN. 2020. Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura (en línea). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/580adc07-0cef-4213-812a-66450d2a742a/content>.
- Mera Zambrano, AE. 2018. Evaluación hidropónica de dos variedades de *Zea mays* (Maíz) valorando tiempos y enraizadores orgánicos e inorgánicos (en línea). JIPIJAPA, UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1276/1/UNESUM-ECUADOR-AGROPECUARIA-2018-08.pdf>.
- Núñez-Torres, OP; Guerrero-López, JR. 2021. Forrajes hidropónicos: una alternativa para la alimentación de animales domésticos (en línea). Journal of the Selva Andina animal science 8(1):44–52. DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080100044>.
- Pertierra-Lazo, R; Balmaseda-Espinosa, C; Villacrés-Matías, J. 2020. Factibilidad técnica y económica de la suplementación del ganado caprino con *Zea mays* L. hidropónico en Santa Elena, Ecuador (en línea). Pastos y forrajes 43(4):326–336. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942020000400326&script=sci_arttext&tlng=en.
- Tomalá Flores, NM. 2021. Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Agropecuaria PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO BAJO LA APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES (en

línea). La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5694/1/UPSE-TIA-2021-0013.pdf>.

Tubón Siza, MA. 2013. UTILIZACIÓN DE FORRAJE HIDROPÓNICO MÁS BALANCEADO COMERCIAL COMO ALIMENTO EN LA CRIANZA DE CUYES A PARTIR DE LA TERCERA HASTA LA DÉCIMA TERCERA SEMANA DE EDAD (en línea). AMBATO, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Consultado 11 ago. 2022. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6480/1/Tesis%2008%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20196.pdf>.

Villacís Albán, JM. 2019. Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino sostenible en el litoral ecuatoriano (en línea, sitio web). Consultado 10 ago. 2022. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6878/E-UTB-FACIAG-MVZ-000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

4.2 ANEXO

