



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Unidad de Educación a Distancia

Carrera de Administración y Producción Agropecuaria

Rendimientos productivos de forraje verde hidropónico en dos variedades de maíz (*Zea mays*) criollo blanco y amarillo en la parroquia Calderón, Quito.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Administración y Producción Agropecuaria.

AUTOR:

Darío Xavier Ávila Villalta

DIRECTOR:

Ing. Jaime E. Armijos T. Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Educamos para **Transformar**

Certificación

Loja, 14 de marzo de 2023

Ing. Jaime Enrique Armijos Tandazo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: "**Rendimientos productivos de forraje verde hidropónico en dos variedades de maíz (*zea mays*) criollo blanco y amarillo en la parroquia Calderón, Quito.** previo a la obtención del título de **licenciado en Administración y Producción Agropecuaria**, de autoría del estudiante **Dario Xavier Avila Villalta** con cédula de identidad **Nro. 17252888995** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

.....
Ing. Jaime Enrique Armijos Tandazo
DIRECTOR DE TESIS

Autoría

Yo, **Avila Villalta Dario Xavier**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí del Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1725288995

Fecha: 26 de junio del 2023

Correo Electrónico: dario.avila@unl.edu.ec

Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Dario Xavier Avila Villalta**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación denominado: **Rendimientos productivos de forraje verde hidropónico en dos variedades de maíz (*zea mays*) criollo blanco y amarillo en la parroquia Calderón, Quito**, como requisito para optar por el título de **Licenciado en Administración y Producción Agropecuaria**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiséis días del mes de junio del año dos mil veintitrés.

Firma:



Cédula: 1725288995

Autor: Dario Xavier Avila Villalta

Dirección: Pichincha, cantón Quito

Correo electrónico: ecablin@hotmail.com

Teléfono: 0995923350

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Jaime Enrique Armijos Tandazo Mg. Sc.

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada primeramente a Dios, a mi mamá y mi hermano que siempre han sido un apoyo durante todo este tiempo de aprendizaje y a toda mi familia que de una u otra forma fueron un aporte importante para poder convertir en realidad este objetivo propuesto, gracias a su motivación y consejos han hecho que sean parte de lo conseguido.

También dedico mi Trabajo de Titulación a todas las personas de mi entorno que contribuyeron a esforzarme cada día y así poder formarme con principios y valores indispensables en una persona.

Dario Xavier Avila Villalta

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a la Universidad Nacional de Loja por brindarme la oportunidad de poder formar parte de ella y así poder formarme como un profesional.

Agradezco también a mi director de mi Trabajo de Titulación Ing. Jaime Enrique Armijos Tandazo y a la Dra. Ruth Consuelo Ortega Rojas Mg. Sc. por haberme guiado en todo este tiempo con su experiencia profesional y por la amabilidad que me han demostrado tener y así poder cumplir con mis objetivos.

También agradezco a Dios por darme la fortaleza de poder superar todos los obstáculos día a día y así poder cumplir mis metas.

Para finalizar también agradezco a mis amigos/as por ayudarme a desarrollar mi proyecto de tesis, a mis compañeros de aula que durante este tiempo han sido una fuente de motivación.

Dario Xavier Avila Villalta

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstrac	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1 Maíz	6
4.1.1 Maíz amarillo	6
4.1.2 Maíz blanco	6
4.2 Clasificación taxonómica	7
4.3 Morfología	7
4.4 Antecedentes de uso de forraje verde hidropónico	7
4.5 ¿Qué es la hidroponía?	8
4.6 Importancia del forraje en la hidroponía	8
4.7 Factores que influyen en la producción del forraje	9
4.7.1 Calidad de la semilla	9
4.7.2 Iluminación	9
4.7.3 Temperatura	9
4.7.4 Humedad	9
4.8 Ventajas	10
4.8.1 Ahorro del agua	10

4.8.2	Costo de producción reducido y eficiencia en el uso de los espacios	10
4.8.3	Eficiencia en el tiempo de producción	10
4.9	Desventajas	10
4.9.1	Desinformación y sobrevaloración de la tecnología.....	10
4.9.2	Costo de instalación elevado	11
4.10	Proceso de producción de forraje verde hidropónico (FVH).....	11
4.10.1	Selección de la semilla:	11
4.10.2	Lavado de la semilla:	11
4.10.3	La pre - germinación:	11
4.10.4	Siembra:.....	11
4.10.5	Germinación:	12
4.11	Requerimientos nutricionales.....	12
4.12	Características de la solución nutritiva	12
4.12.1	Disponibilidad de oxígeno.....	13
4.12.2	Influencia de temperatura	13
4.12.3	Influencia de pH	13
4.12.4	Influencia de la interacción entre iones	13
4.12.5	Influencia de la sanidad	13
4.12.6	Influencia de la edad.....	13
4.13	Influencia en la concentración externa de nutrientes	14
5.	Metodología	15
5.1	Área de estudio	15
5.1.1	Ubicación de la investigación.....	15
5.1.2	Condiciones meteorológicas.....	16
5.1.3	Materiales de campo	16
5.1.4	Equipos	16
5.2	Procedimiento de la investigación	17
5.2.1	Métodos	17
5.2.2	Investigación de observación.....	17
5.2.3	Investigación cualitativa:.....	17
5.2.4	Separación periódica de la situación:	17

5.2.5	Método analítico	17
5.2.6	Investigación cuantitativa	17
5.3	Diseño experimental	17
5.4	Registro de datos del experimento	18
5.5	Adecuación de instalaciones	18
5.6	Construcción de un invernáculo	18
5.7	Piso.....	19
5.8	Estructura	19
5.9	Estanterías	19
5.10	Modulación	19
5.11	El sistema de riego	19
5.12	Selección de nebulizadores	19
5.13	Método de obtención de forraje verde hidropónico (FVH)	20
5.13.1	Selección de la semilla	20
5.13.2	Desinfección de la semilla.....	20
5.13.3	Pesaje	20
5.13.4	Tipos de bandeja.....	20
5.13.5	Siembra.....	20
5.13.6	Germinación	20
5.13.7	Riego.....	21
5.13.8	Dosis de siembra.....	21
5.13.9	Fertilización	21
5.13.10	Cosecha.....	22
5.13.11	Pesaje	22
5.14	Descripción de la práctica.....	22
5.15	Descripción del tratamiento	22
5.16	Diseño – datos del experimento	23
5.17	Variables de estudio.....	23
5.18	Medición de las variables	23
6.	Resultados	25
6.1	Parámetros productivos de las variedades analizadas: longitud y peso.....	25

6.2	Variable de Longitud del maíz blanco T1	26
6.3	Variable de Longitud del maíz amarillo T2.....	27
6.4	Variable final de peso obtenido de maíz blanco T1.....	27
6.5	Variable final de peso obtenido de maíz blanco T2.....	27
6.6	Costos de producción.....	28
6.7	Socialización de resultados	29
7.	Discusión	31
8.	Conclusiones	33
9.	Recomendaciones	34
10.	Bibliografía	35
11.	Anexos	38

Índice de tablas:

Tabla 1. Requerimientos nutricionales	12
Tabla 2. Datos del experimento	18
Tabla 3. Datos del experimento	23
Tabla 4. Medidas de resumen de la longitud del maíz blanco y amarillo a la primera, segunda y tercera semana	25
Tabla 5. Medidas de resumen del peso del maíz blanco y amarillo a la primera, segunda y tercera semana	25
Tabla 6. Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable peso en el maíz amarillo	26
Tabla 7. Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable peso en el maíz amarillo	26
Tabla 8. Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable longitud en el maíz blanco	26
Tabla 9. Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable longitud en el maíz amarillo	26
Tabla 10. Costos de producción de las variedades analizadas	28
Tabla 11. Costos por tratamientos de las variedades analizadas	29

Índice de figuras:

Figura 1. Ubicación geográfica	15
Figura 2. Requerimientos nutricionales	21
Figura 4. Variables	24
Figura 5. Socialización de resultados	30

Índice de anexos:

Anexo 1. Evidencias fotográficas	38
Anexo 2. Tablas de datos para análisis de datos, variable longitud	40
Anexo 3. Certificado traducción del Abstrac	42

1. Título

Rendimientos Productivos de Forraje Verde Hidropónico en dos Variedades de Maíz (Zea Maiz) Criollo Blanco y Amarillo en la parroquia Calderón, Quito.

2. Resumen

El crecimiento de la población mundial ha dado lugar, de manera inadvertida, a un aumento en la demanda de alimentos y otros recursos básicos. Además, el creciente interés social y político en la adopción de sistemas de producción alimentaria más sostenibles y circulares. Para una producción de alimentos eficaz, se necesitan sistemas de producción alternativos. Una solución es recurrir a la agricultura hidropónica. En este contexto se realizó la investigación Rendimientos Productivos de Forraje Verde Hidropónico en dos Variedades de Maíz (*Zea mays*) criollo blanco y amarillo fue realizada en la parroquia Calderón, cantón Quito, provincia de Pichincha; el cual tuvo como objetivos, determinar los parámetros productivos de dos variedades de maíz amarillo y blanco criollo en la producción de forraje verde hidropónico; y, el costo de producción de las dos variedades de maíz amarillo y blanco criollo, y socializar los resultados de la investigación. El diseño utilizado fue experimental debido a que se utilizó dos variedades de maíz, un tratamiento por cada variedad con tres repeticiones por cada tratamiento, en la cual se consideró como variables el peso y longitud. Los resultados mostraron como punto de partida 1 kg de semilla en donde se logró una producción de 7kg de forraje verde hidropónico de maíz blanco, siendo el tratamiento con mayor peso obtenido de esta variedad, así mismo la longitud final máxima obtenida es de 20.7cm en el T1R1, resultando este tratamiento como el de mayor crecimiento. En relación a los costos estos no presentaron diferencias, sin embargo, el maíz blanco presentó mejor rendimiento tanto en peso y longitud final, el cual demuestra que es una mejor opción para la elaboración de FVH.

Palabras clave: Crecimiento, tratamiento, costo, longitud, peso.

2.1 Abstrac

The growth of the world's population has inadvertently led to an increase in the demand for food and other basic resources. In addition, the growing social and political interest in the adoption of more sustainable and circular food production systems. For efficient food production, alternative production systems are needed.

One solution is to resort to hydroponic agriculture. In this context, the research on Productive Yields of Hydroponic Green Forage in two Varieties of Maize (*Zea maiz*) white and yellow creole was carried out in the Calderón parish, Quito canton, Pichincha province; which had as objectives, to determine the productive parameters of two varieties of yellow and white creole corn in the production of hydroponic green forage; and, the cost of production of the two varieties of yellow and white creole corn, and socialize the results of the research.

The design used was experimental because two varieties of maize were used, one treatment for each variety with three repetitions for each treatment, in which weight and length were considered as variables.

The results showed 1 kg of seed as a starting point where a production of 7 kg of white maize hydroponic green forage was achieved, being the treatment with the highest weight obtained from this variety, likewise the maximum final length obtained is 20.7 cm in T1R1, resulting in this treatment as the one with the highest growth. In relation to costs, these did not present differences, however, white corn presented better performance both in weight and final length, which shows that it is a better option for the production of HGF.

Keywords: *Growth, treatment, cost, length, weight.*

3. Introducción

El crecimiento de la población mundial ha dado lugar, de manera inadvertida, a un aumento en la demanda de alimentos y otros recursos básicos. Además, la expansión descontrolada de las ciudades ha ocasionado una notable reducción de las áreas cultivables destinadas a la agricultura (Dela Vega, Gonzaga, & Gan Lim, 2021). Debido a ello, es insostenible depender exclusivamente de los métodos agrícolas convencionales para abordar la seguridad alimentaria, lo que resalta las perspectivas prometedoras de la agricultura urbana (Specht, Weith, Swoboda, & Siebert, 2016).

Existe otro aspecto crucial a tener en cuenta: el creciente interés social y político en la adopción de sistemas de producción alimentaria más sostenibles y circulares. Es fundamental también abordar la reducción de la pérdida de alimentos para garantizar la seguridad alimentaria, aunque esto conlleva dificultades considerables debido a que dichas pérdidas ocurren en todas las etapas de la cadena de producción y suministro. Cabe destacar que el desperdicio de alimentos en los hogares desempeña un papel significativo en esta problemática (Södergren et al., 2022).

En este contexto, para una producción de alimentos eficaz, se necesitan sistemas de producción alternativos. Una solución es recurrir a la agricultura hidropónica, donde se cultiva directamente en una solución nutritiva, minimizando el espacio necesario para el mismo. Estos sistemas de producción permiten la posibilidad de cultivar en varios diseños de sistemas, como horizontal o vertical. La hidroponía se ha utilizado en la producción tradicional a gran escala de vegetales durante las últimas tres o cuatro décadas (Benke y Tomkins, 2017); y, entre ellas la producción de forraje verde.

Adicionalmente, con el fin de reducir los efectos negativos de las enfermedades del suelo para determinados cultivos, se ha observado un aumento significativo de estos sistemas hidropónicos y sin suelo, que permiten un mayor control de la sanidad vegetal independientemente de la calidad del suelo, al mismo tiempo que se aportan los nutrientes necesarios a las plantas con fertirrigación (Martínez et al., 2017). Mediante el uso de un sistema hidropónico, una cantidad controlada de agua y nutrientes conducen a altas tasas de

crecimiento (Mattson y Heinrich Lieth, 2019), reduciendo al mismo tiempo los insumos químicos (Askari-Khorasgani y Pessarakli, 2020)

Entre los cultivos que se pueden producir en un sistema hidropónico es la hierba fresca. Este cultivo es un excelente sustituto nutricional cuando elaboramos Forraje Verde Hidropónico, el mismo que nos proporciona un alto contenido proteico a base de la germinación de granos de maíz debido a las condiciones especiales de cultivo y a su corto tiempo de recolección (Maza, 2017). La producción de forraje verde hidropónico cuenta con un valor nutritivo muy alto, el cual este se encuentra entre un 15 y 22 % de proteína cruda (PC) (García, 2021). Además, con la elaboración de este proceso de obtención de forraje verde hidropónico podemos contribuir a la restauración de los suelos degradados producidos por el sobrepastoreo, además de ser un aporte positivo para las áreas de conservación como lo son los bosques los cuales nos brindan varios servicios ecosistémicos (Cabezas, J., Benítez Ana, Federico, O., Rossana, P., y Maldonado Gabriela, 2019).

Ante esta problemática, en la presente investigación se plantearon los siguientes:

- Determinar los parámetros productivos de dos variedades de maíz (*Zea maíz*) amarillo y blanco criollo en la producción de forraje verde hidropónico.
- Determinar el costo de producción de FVH de dos variedades de maíz (*Zea maíz*) amarillo y blanco criollo.
- Socializar los resultados de la producción de FVH de dos variedades maíz (*Zea maíz*) amarillo y blanco criollo a los ganaderos del lugar de investigación.

4. Marco teórico

4.1 Maíz

El maíz es una planta del continente americano, su origen se desconoce y el tiempo que lleve de existencia, además se ha encontrado como posible lugar un pequeño valle del estado de Puebla, México (Samaniego, 2015).

Es uno de los granos de alimentación más antiguos que conocemos, está clasificado en dos variedades diferentes, esto depende de la latitud y el ambiente en que este sea cultivado, el maíz que es cultivado en ambiente cálido entre la línea ecuatorial y los 30 ° de latitud Sur y los 30 ° de latitud Norte es conocido como maíz tropical, en cambio que la variedad cultivada en climas más fríos a más de los 34 ° de latitud Sur Norte es llamado maíz de zona templada, además los maíces subtropicales crecen entre las latitudes 30 ° y 34 ° de ambos hemisferios. (Aurora, 2018)

4.1.1 *Maíz amarillo*

El cultivo de maíz en la sierra del Ecuador es uno de los más destacados, esto se debe a la superficie destinada para su cultivo, los tipos de maíces están distribuidos de acuerdo al gusto de los agricultores.

INIAP-182 “ALMENDRAL”

Tipo: Duro

Grano: mediano, amarillo, cristalino

Altitud: 400 a 1200 msnm

Zona de cultivo: Provincia de Loja

4.1.2 *Maíz blanco*

INIAP -102 “Blanco Blandito Mejorado

Tipo: suave

Grano: blandito harinoso

Altitud: 2200 a 2800 msnm

Zona de cultivo: Chimborazo

4.2 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Clase: Angiosperma

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Especie: científico: *Zea mays*

Nombre común: Maíz

Género: *Zea*. (colaboradores de Wikipedia, 2022)

4.3 Morfología

El maíz tiene un sistema radicular fasciculado, de gran potencia y de un desarrollo muy rápido, el tallo puede desarrollar alturas de 4 m, en algunas variedades puede ser más, sus hojas son anchas y abrazadoras, la planta es declina y monoica, así mismo las flores femeninas brotan en las axilas de algunas hojas, estas están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas, a esta espiga se le suele llamar mazorca. Además, las flores masculinas aparecen en la extremidad del tallo, también se encuentran agrupadas en panículas, los agricultores las llaman vulgarmente penachos o plumeros, la mazorca se encuentra formada por una parte central llamada zuro, también es conocida por los agricultores con el nombre de corazón o pirulo, también el grano se dispone en hileras longitudinales haciendo que cada mazorca tenga centenares de granos. Aurora, M. (2018).

4.4 Antecedentes de uso de forraje verde hidropónico

La hidroponía agrupa técnicas que hace posible cultivar plantas sin la utilización del suelo, permitiéndonos emplear estructuras simples como complejas y de esta forma producir plantas de tipo herbáceo en la que podemos aprovechar áreas como terrazas, suelos infértiles, invernaderos con o sin regulación de temperatura. Sanchez, J. (2015).

La palabra hidroponía se deriva del griego HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) lo que significa trabajo en el agua, hoy en día se refiere al cultivo sin suelo. Sanches, J. (2015). El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología la cual nos permite la producción de

biomasa vegetal la misma que se obtiene a partir del desarrollo inicial de las plantas. FAO. (2001).

La información escrita consta desde el año 1600, ahí fue cuando el belga Jan Van Helmont registró respecto a cómo las plantas pueden obtener sustancias nutritivas por medio del agua, en el año 1699, el inglés John Woodward realizó el cultivo de plantas en el cual utilizó diferentes sustratos en donde descubrió que para el desarrollo de las plantas se origina a partir de ciertas sustancias en el agua. Héctor, M. R., Alejandro, G. D., Porfirio, J. L., Lenin, L. O., Alejandro, L. de C. (2012).

4.5 ¿Qué es la hidroponía?

Es la utilización de herramientas o técnicas que nos dan lugar a poder cultivar plantas sin la utilización del suelo, Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). La hidroponía es una técnica que a impactado al sector productivo, debido a que no requiere la utilización del suelo como sistema de crecimiento de las plantas, lo que nos resulta una excelente alternativa la utilización de este método en los suelos que ya están degradados o que muestren deficiencias que pueden ser físicas o químicas, además nos da la posibilidad de utilizar el agua en cantidades muy reducidas y controladas; Hoy en día se considera a la hidroponía como una rama de la agronomía que está en constante crecimiento (Ag, E. N., y Valencia, A. S. 2016).

4.6 Importancia del forraje en la hidroponía

Distintos autores comparten el concepto de que la hidroponía es un sistema de producción agrícola, tiene gran relevancia en el aspecto ecológico, económico y social. Ag, E. N., y Valencia, A. S. (2016). Frente a los innumerables problemas que enfrenta nuestra agricultura, también se enfrenta a la escasez de agua que cada día es más alarmante, la falta de nuevas tierras para cultivar, el cambio climático ocasionado por el hombre, suelos áridos y acotar que cada día los índices de contaminación son más altos; esto hace que la producción de los productos alimenticios por medio de la hidroponía y los cultivos sin uso del suelo formen parte de la agricultura protegida (Héctor, Alejandro, G. D., Porfirio, J. L., Lenin, L. O., y Alejandro, 2012).

El forraje hidropónico hoy en día es importante debido a que contribuye a una alimentación muy equilibrada de suma importancia para los animales, además que el (FVH) se lo puede utilizar en diferentes regiones geográficas y aún más donde los suelos son muy pobres en nutrientes lo cual dificulta el cultivo de pastos.

4.7 Factores que influyen en la producción del forraje

4.7.1 *Calidad de la semilla*

Un alto porcentaje para obtener FVH comienza con una selección correcta de la semilla esto puede ser en dos aspectos que son la calidad genética como la fisiológica (Aguirre, C., Abarca, P., Mora, D., Silva, L., & Olguín, J. 2013).

4.7.2 *Iluminación*

La luz es esencial para que se pueda producir la fotosíntesis, caso contrario esta afectará negativamente, por ello la radiación solar es fundamental para el crecimiento vegetativo y así mismo se evidencia en el rendimiento final. Aguirre, C., Abarca, P., Mora, D., Silva, L., & Olguín, J. (2013).

4.7.3 *Temperatura*

Es un factor fundamental para la elaboración de FVH por lo que es necesario realizar un control minucioso, para producir FVH la temperatura adecuada es entre los 21 ° y 28 ° centígrados. Aguirre, C., Abarca, P., Mora, D., Silva, L., & Olguín, J. (2013).

4.7.4 *Humedad*

El agua es de suma importancia para la vida vegetativa de las plantas, la humedad que necesita el cultivo se lo realizará por medio del riego.

Ventajas y desventajas

Las ventajas que podemos encontrar son varias debido a su gran aporte con el hombre, los animales y el medio ambiente; en cambio en desventajas tenemos muy pocas por el motivo que es un sistema de cultivo, muy eficiente y amigable.

4.8 Ventajas

4.8.1 Ahorro del agua

Al emplear el método de producción de FVH la pérdida de agua por el método de escurrimiento superficial, infiltración y evapotranspiración es muy reducida comparada con la producción de forraje tradicional. Gustavo, B. L. Luis. (2019).

4.8.2 Costo de producción reducido y eficiencia en el uso de los espacios

El costo de producción del FVH es 10 veces menor en comparación con el forraje de producción que se realiza en espacios abiertos, este sistema de producción puede ser instalado de forma modular en sistema vertical, lo cual nos permite optimizar el espacio a utilizar por metro cuadrado. Gustavo, B. L. Luis. (2019).

4.8.3 Eficiencia en el tiempo de producción

El FVH tiene un tiempo determinado de producción de 10 a 14 días, en algunas ocasiones por estrategia interna de establecimientos la cosecha se la realiza a partir de los 14 días, hay que tomar en cuenta que el tiempo óptimo señalado en diversos estudios nos indica que la cosecha no debe sobrepasar más de los 12 días, esto se debe a que a partir del mencionado día el valor alimenticio del FVH disminuye. Gustavo, B. L. Luis. (2019).

El sistema de producción puede ser instalado de forma modular en la dimensión vertical lo que nos ahorra mucho espacio. Medina, L. (2017).

4.9 Desventajas

4.9.1 Desinformación y sobrevaloración de la tecnología

Existen proyectos que son vendidos a los productores sin conocer los requerimientos de este sistema, la especie forrajera a utilizar y sus variedades, su comportamiento productivo, plagas que pueden incidir en el cultivo, enfermedades, requerimientos de nutrientes y agua a utilizar, condiciones óptimas de luz, temperatura, humedad y niveles

óptimos de concentración de CO₂, en muchos casos este tipo de proyectos han fracasado por no asistir a capacitaciones en la cual permita un manejo adecuado del sistema. FAO. (2001).

4.9.2 Costo de instalación elevado

La falta de información acerca de este sistema FVH hace que los productores no tengan un conocimiento del valor real al que puede llegar y en muchas de las ocasiones terminan pagando más del valor real de instalación, esto provoca que los productores no lo tomen en cuenta como un método de cultivo rentable.

4.10 Proceso de producción de forraje verde hidropónico (FVH)

Para la obtención del forraje verde hidropónico se lo realiza de la siguiente manera:

4.10.1 Selección de la semilla:

Al momento de realizar la selección de la semilla es necesario que se encuentre libre de impurezas debido a que puede ocasionar una mala germinación. Cueva, M. K. M. (2018).

4.10.2 Lavado de la semilla:

El lavado de la semilla consiste en cubrir los granos con agua, con la finalidad de que salgan todas las impurezas que se encuentren en la semilla, esto nos beneficia con un gran porcentaje de germinación. Cueva, M. K. M. (2018).

Pre germinación: En esta etapa es dónde se activa la semilla, en otras palabras, es donde se rompe el estado de latencia en el cual los factores determinantes de la pre-germinación que son: temperatura, humedad y oxigenación. Cueva, M. K. M. (2018)

4.10.3 La pre - germinación:

En esta etapa es en donde se activa la semilla, en otras palabras, es cuando rompe el estado de latencia, es aquí en donde se encuentran los factores que son determinantes para la pre - germinación y estos son; temperatura, humedad y oxigenación. Cueva, M. K. M. (2018).

4.10.4 Siembra:

En esta etapa la siembra se la realiza en las bandejas que se han seleccionado, estas pueden ser de distinto material, esto se lo debe realizar con precaución para así evitar daños a la semilla. Cueva, M. K. M. (2018).

4.10.5 Germinación:

Consiste en los cambios y transformaciones que va a presentar la semilla, la misma que se ha ubicado en determinadas condiciones de humedad, aireación y temperatura, las mismas que le va a permitir su vida activa, hasta convertirse en una nueva planta. Cueva, M. K. M. (2018).

4.11 Requerimientos nutricionales

Los cultivos hidropónicos utilizan una mezcla de nutrientes para así sustituir el efecto de la tierra en el desarrollo de las diferentes variedades de plantas.

En hidroponía la solución nutritiva que se utiliza requiere de 14 elementos minerales los cuales tienen prioridad en el desarrollo de las diferentes especies vegetales hidropónicas:

Tabla 1. *Requerimientos nutricionales*

Macronutrientes		Micronutrientes	
Primarios	Secundario		
Nitrogeno (N)	Azufre (S)	Cinz (Zn)	Cobre (Cu)
Fósforo (P)	Magnesio (Mg)	Hierro (Fe)	Cloro (Cl)
Potasio (K)	Calcio (Ca)	Mangameso (Mn)	Boro (B)

Normalmente se observa que los ingredientes y las fórmulas de las soluciones que se comercializan son 3 números en porcentajes, estos son los 3 minerales más importantes Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K). por ejemplo, vienen en la proporción 10-10-10 esto significa que cada nutriente está compuesto por el 10% de la solución, el resto es 70% agua, micronutrientes que contribuyen al proceso nutricional.

4.12 Características de la solución nutritiva

Principalmente una solución nutritiva se define por ser una solución acuosa compuesta por oxígeno disuelto y todos los nutrientes y minerales esenciales, estos son de suma importancia para el desarrollo normal de las plantas, el éxito o fracaso de los cultivos hidropónicos parte de la constitución de la mencionada solución, además es necesario tener conocimiento de

donde de se adquiere y que calidad de agua vamos a emplear para la solución nutritiva. Sánchez, J. (2015).

4.12.1 Disponibilidad de oxígeno

Disponer de O₂ es un factor fundamental para que exista la absorción iónica, la disminución de este elemento por estancamiento en los sustratos hidropónicos o también por falta de aireación puede ocasionar acumulación de CO₂ en el medio radicular. Sánchez, J. (2015).

4.12.2 Influencia de temperatura

Los órganos vegetales que han sido sumergidos en agua deben tener condiciones de temperatura adecuada para vivir esto se debe a que los aumentos excesivos afectan al metabolismo celular, en algunos casos provocan la muerte celular. Sánchez, J. (2015).

4.12.3 Influencia de pH

Influye de forma directa en la absorción iónica, así mismo las soluciones con pH mayor o igual a 7.5 ocasionan disminución en la absorción de NO₃, independientemente de la concentración, ejerce un efecto parecido sobre el ion fosfato. Sánchez, J. (2015).

4.12.4 Influencia de la interacción entre iones

La relación que se va a producir entre dos nutrientes va a depender de la cantidad de concentración en cada una de ellas, es así como dos elementos pueden ser sinérgicos en bajas concentraciones, pero contrario en concentraciones elevadas. Sánchez, J. (2015).

4.12.5 Influencia de la sanidad

Estas soluciones nutritivas con altos contenidos de sales como son los iones sodio y cloruro, estos influyen de forma directa en la absorción de los nutrientes. Sánchez, J. (2015).

4.12.6 Influencia de la edad

Está demostrado que la dimensión y el desarrollo de la raíz tienen influencia en la tasa de absorción de iones, la edad de la planta incrementa el tamaño radicular y la absorción de nutrientes es llevada a cabo fundamentalmente por la zona pilífera. Sánchez, J. (2015).

4.13 Influencia en la concentración externa de nutrientes

En esta etapa la concentración de iones es dependiente de la concentración externa de los nutrientes, la absorción disminuye cuando la absorción de la zona radicular es baja. Sánchez, J. (2015).

5. Metodología

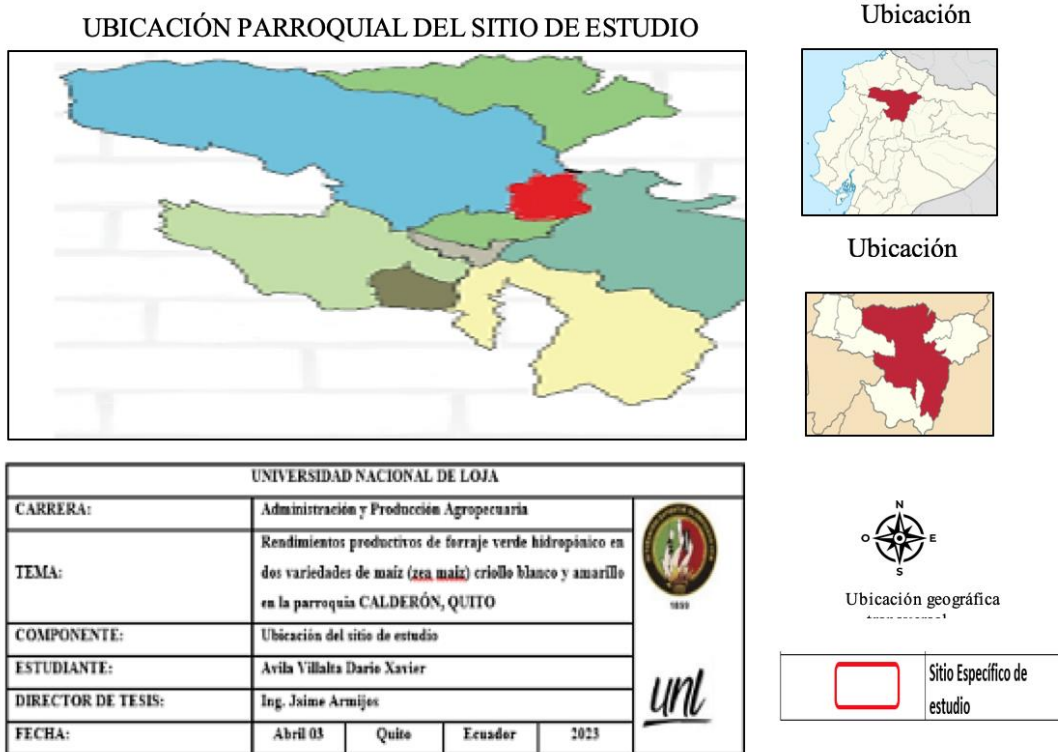
5.1 Área de estudio

La presente investigación se la realizó en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Calderón, la cual consistió en producir forraje verde hidropónico en dos variedades de maíz y verificar cuál de las dos especies genera mayor rendimiento y así mismo verificar en que tiempo se obtuvo la producción.

5.1.1 Ubicación de la investigación

Para realizar la práctica experimental de los rendimientos productivos de forraje verde hidropónico (FVH), el lugar en donde se llevó a cabo fue en la provincia de Pichincha, cantón **Quito, parroquia Calderón.**

Figura 1. Ubicación geográfica



5.1.2 Condiciones meteorológicas

- **Temperatura:** 16 °
- **Humedad:** 86 %
- **Precipitación:** 507 mm
- **Latitud:** 0 °6 '46 N
- **Longitud:** -78 °26 59W
- **Coordenadas:** GPS son 0° 6' S, 78° 25' W. (Cuandovisitar.com.ec, s. f.)
- **Altura:** 2.696 msnm. Wikipedia (2021)

5.1.3 Materiales de campo

- Semilla
- Cloro
- Contenedor o recipiente
- Fertilizante

5.1.4 Equipos

- Plástico
- Estructura metálica
- Anaquel metálico
- Temporizador
- Sistema de riego con nebulizadores
- Bomba de agua
- Amarras
- Manguera
- Tubo PVC
- Uniones, codos, teflón

5.2 Procedimiento de la investigación

5.2.1 Métodos

Se utilizó el método experimental, debido a la manipulación de variables y el control de condiciones para establecer relaciones de causa y efecto.

5.2.2 Investigación de observación

Este procedimiento consistió en observar los cambios que presentan las dos variables que se colocaron y determinar a qué nutrientes tienen mejor respuesta.

5.2.3 Investigación cualitativa:

Esta técnica se la utilizó con el fin de recopilar datos no numéricos si no teóricos como tipos o variedades de fertilizantes a utilizar.

5.2.4 Separación periódica de la situación:

La separación es temporal del investigador esto es durante el desarrollo de la investigación que se llevó a cabo y a esta se la supervisa aleatoriamente o a determinado momento.

5.2.5 Método analítico

Esta nos permite analizar los resultados obtenidos y poder hacer comparaciones de dicha investigación.

5.2.6 Investigación cuantitativa

Esta técnica permite la recolección y análisis de datos los mismos que se los puede expresar de forma numérica, esta nos permite registrar el tiempo de producción, longitud y peso que son las variables de esta investigación.

5.3 Diseño experimental

La investigación experimental en cualquier aspecto de investigación se la realiza con un enfoque científico, en donde unos conjuntos de variables se mantienen constantes, mientras tanto que el otro conjunto de variables se mide como sujeto del experimento. (Velázquez, 2020)

Es importante para una investigación experimental determinar la causa y el efecto de un fenómeno, lo que indica que debe ser claro que los efectos observados en un experimento se deben a la causa existente. (Velázquez, 2020)

¿Cuándo llevar a cabo una investigación experimental?

- Cuando el tiempo es un factor vital para establecer una relación entre causa y efecto.
- Cuando se un comportamiento invariable entre causa y efecto.

- Cuando eminentemente la relación causa-efecto sea por conveniencia. (Velázquez, 2020)

En esta investigación se utilizaron dos tratamientos (maíz blanco y amarillo) cada uno con tres repeticiones para disminuir el error. En cada tratamiento se utilizaron 30 gr de fuerza verde y 1kg por bandeja.

5.4 Registro de datos del experimento

Tabla 2. *Datos del experimento*

Porcentaje de nutrientes	Tratamiento	Código	Repeticiones	Kg/bandeja
30gr fuerza verde	1	T 1*	3	1kg*3
30gr fuerza verde	2	T 2**	3	1kg*3
Total = 60gr			6	6kg

T 1*: maíz blanco

T 2**: maíz amarillo

5.5 Adecuación de instalaciones

Se preparó el lugar que esté listo para armar y colocar el anaquel, estructura metálica y cubierta plástica para poder dar un mejor cuidado y seguimiento, de esta manera evitamos cualquier tipo de contaminación.

5.6 Construcción de un invernáculo

Se construyó un pequeño invernadero de 2 m² de ancho por 3 m² de largo, 190 cm en la parte más alta y 175 cm de alto en la parte más baja y así obtener un ángulo de inclinación de 30° para evitar acumulación de agua en la parte superior. Los materiales que se utilizó fue 7 tubos redondos de 180 cm cada uno y después adaptados a las necesidades respectivas, y 2 correas metálicas en C, estas se la utilizo para que tenga mayor soporte de peso o resistencia, además se utilizó 20 m² de plástico para cubrir toda la estructura.

5.7 Piso

El piso utilizado fue de concreto, esto con el fin de evitar la gran cantidad de humedad que provoca encharcamientos, esto hace más probable la proliferación de hongos y enfermedades.

5.8 Estructura

La estructura que se utilizó fue de metal, esta nos proporciona un buen soporte, además. fue asegurada con soldadura para de esta manera poder colocar el plástico el cual fue asegurado con amarras o cinchos plásticos.

5.9 Estanterías

Este lugar se destinado para colocar las bandejas plásticas, esta estructura que se utilizó fue metálica de pisos para 3 bandejas cada una.

5.10 Modulación

En esta ocasión se construyó anaqueles metálicos de 2 pisos con una capacidad de 3 pisos cada uno con un tal de 6 bandejas y así tener 2 repeticiones por cada tratamiento.

5.11 El sistema de riego

El sistema de riego que se adecuó fue mediante la colocación de 6 nebulizadores, 1 por cada bandeja, a una distancia de 20 cm de la bandeja con respecto hacia el nebulizador y de esta forma alcanzar un riego completo, el riego se lo realizó cada 3 horas (8 veces por día).

5.12 Selección de nebulizadores

Esta selección de nebulizadores se escogió debido a su alcance y la forma en que realiza el riego en forma de neblina y la cantidad de agua que proporciona, también ayuda a mantener el nivel de humedad.

5.13 Método de obtención de forraje verde hidropónico (FVH)

5.13.1 Selección de la semilla

Se empezó con la limpieza de la semilla con el propósito de eliminar impurezas que puedan afectar la germinación.

5.13.2 Desinfección de la semilla

Se realizó esta actividad con la finalidad de erradicar agentes patógenos como hongos bacterias y plagas, para realizar este procedimiento es necesario utilizar una solución de hipoclorito de sodio al 1 % (10ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua).

5.13.3 Pesaje

Se retiró las semillas del recipiente de remojo y se procede a pesar por cada unidad experimental, 1 kg. De semilla.

5.13.4 Tipos de bandeja

Las bandejas utilizadas son de 0,54 m x 0.28 m = 0,151 m² esto depende de la selección que cada productor requiera, en este caso se utilizó bandejas plásticas con perforaciones en cada esquina para eliminar el exceso de agua.

5.13.5 Siembra

Se realizó sobre las bandejas previamente perforadas para evitar la acumulación de agua, luego se coloca las semillas y se las esparció sobre toda la base de la bandeja.

5.13.6 Germinación

En esta etapa es donde las semillas necesitan temperaturas óptimas de 25° a 30° para su adecuada germinación, en esta etapa se tuvo las a las bandejas hasta que las semillas germinen y alcancen una altitud de 4 cm.

5.13.7 Riego

En esta etapa se inició el riego solo con agua cada 3 horas, las 24:00 horas, de las 06:00 a 18:00 con el sistema automatizado, es necesario tomar en cuenta que el agua para riego debe ser potable, el pH debe estar en rango de 5.2 a 7.

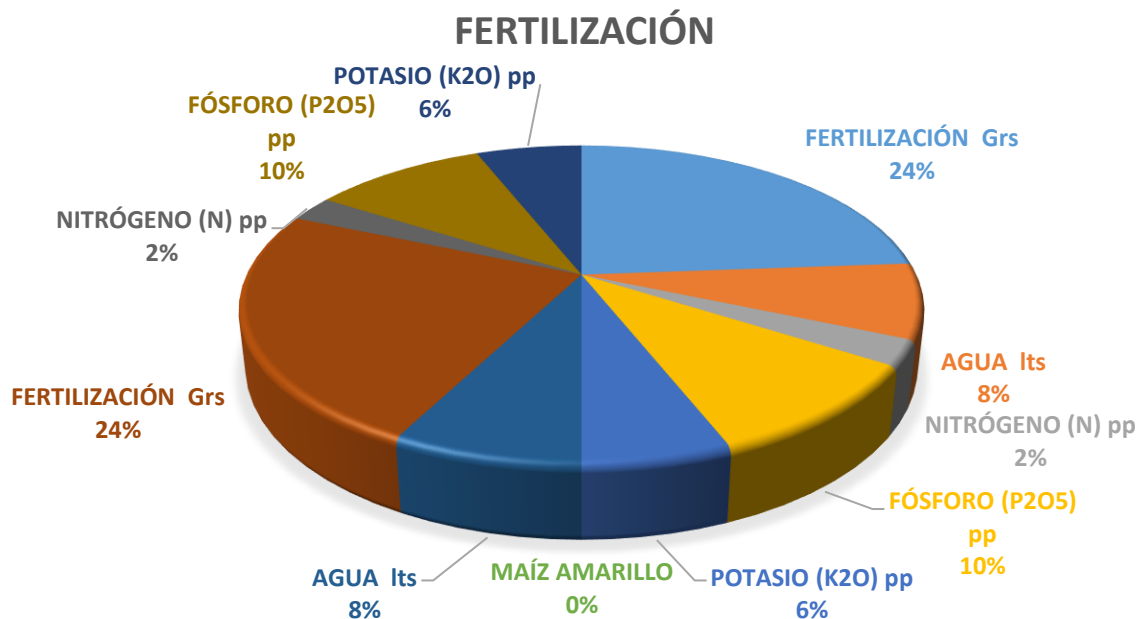
5.13.8 Dosis de siembra

La dosis de siembra que se realizó fue de 1 kg por cada bandeja de cada variedad.

5.13.9 Fertilización

Una vez que ha concluido la etapa de luminosidad empieza la de fertilización, previo a esto se prepara cada una de las soluciones a aplicar en cada componente. Aplicación de fertilizante soluble (fuerza verde) 500 gr en 100lts de agua para una buena nutrición foliar, para cada variedad.

Figura 2. *Requerimientos nutricionales*



5.13.10 Cosecha

La etapa de cosecha se la realizó a los 21 días para alcanzar la mayor longitud y peso una vez que el FVH alcanzó una altitud de 19.5 cm el maíz amarillo y el maíz blanco 20.7 cm el maíz blanco, así también alcanzó el peso de 21.15 kg la variedad de maíz blanco y 18.15 kg del maíz amarillo.

5.13.11 Pesaje

Se procedió a realizar el pesaje por medio de una balanza para determinar que variedad tiene mayor rendimiento productivo y se procederá a analizar el desarrollo de cada una.

5.14 Descripción de la práctica

Para realizar la siguiente práctica se procedió con la utilización de maíz blanco y amarillo (*Zea maíz*), en donde se va a utilizar 6.0 kg de maíz, dividido en 3.0 kg de maiz blanco y 3.0 de maiz amarillo, las mismas que se realizó la distribución en las bandejas con una cantidad de 1.0 kg por cada una, además se procedió a la identificación de las bandejas por cada variedad.

5.15 Descripción del tratamiento

Al momento de tener toda la estructura e implementos necesarios disponibles, se colocó las bandejas de maíz (*Zea maíz*), blanco y amarillo en las bandejas, en la cual se realizó 3 repeticiones por cada variedad de maíz, 1 kg por cada bandeja debidamente identificadas, además se aplicó abono soluble en agua 62gr en 20lts de agua para una buena nutrición foliar y radicular.

Tratamiento 1: Se aplicó el abono soluble (fuerza verde) en la variedad de maíz blanco, 30 gr en 10 litros de agua.

Tratamiento 2: Se aplicó el abono soluble (fuerza verde) en la variedad de maíz amarillo, 30 gr en 10 litros de agua.

5.16 Diseño – datos del experimento

Para realizar la práctica o experimento se empleó un tratamiento en las dos variedades, el cual va estar valorado en tres repeticiones por cada tipo de maíz.

Tabla 3. *Datos del experimento*

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO			
MAÍZ BLANCO	T1		
	R1	R2	R3
FERTILIZACIÓN	10,3gr	10,3gr	10,3gr
AGUA	3,3lts	3,3lts	3,3lts
NITRÓGENO (N)	1,120PP	1,120PP	1,120PP
FÓSFORO (P ₂ O ₅)	4,30PP	4,30PP	4,30PP
POTASIO (K ₂ O)	2,600PP	2,600PP	2,600PP
MAÍZ AMARILLO	T2		
	R1	R2	R3
AGUA	3,3lts	3,3lts	3,3lts
FERTILIZACIÓN	10,3gr	10,3gr	10,3gr
NITRÓGENO (N)	1,120PP	1,120PP	1,120PP
FÓSFORO (P ₂ O ₅)	4,30PP	4,30PP	4,30PP
POTASIO (K ₂ O)	2,600PP	2,600PP	2,600PP

5.17 Variables de estudio

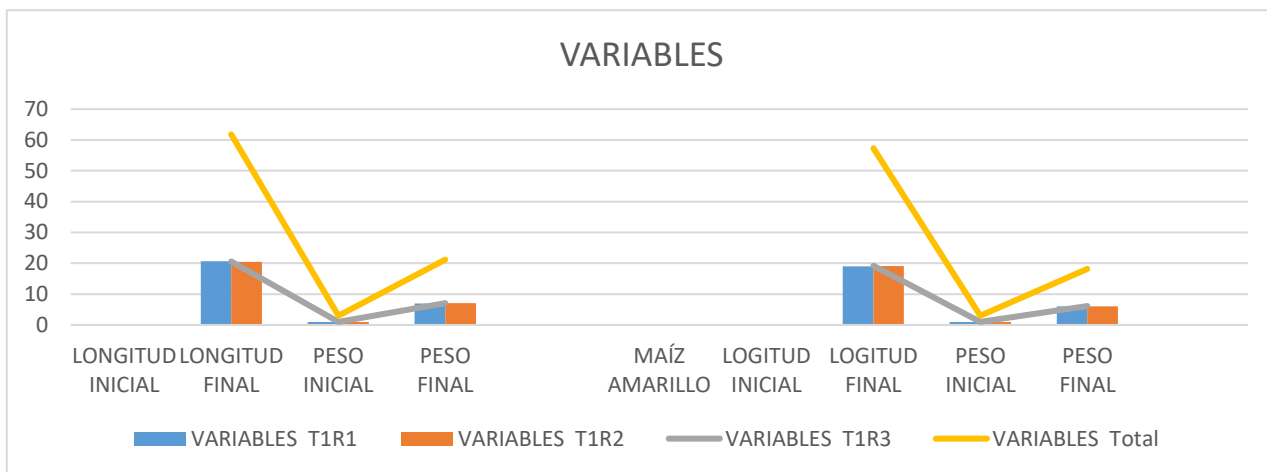
- Longitud del forraje verde hidropónico FVH.
- Peso obtenido por cada variedad de maíz en verde.

5.18 Medición de las variables

Longitud del forraje verde hidropónico: Para determinar la longitud máxima alcanzada por cada variedad se utilizó una cinta métrica.

Peso obtenido por cada variedad de maíz: Se procedió a pesar las dos variedades de FVH en una balanza, con el objetivo de identificar cual es la variedad que nos proporciona un mejor rendimiento.

Figura 3. Variables



Indica los puntos máximos alcanzados de cada variedad y tratamiento.

6. Resultados

6.1 Parámetros productivos de las variedades analizadas: longitud y peso

Tabla 4. *Medidas de resumen de la longitud del maíz blanco y amarillo a la primera, segunda y tercera semana*

Semana	Variable	n	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Q1	Q3
1	Maíz blanco	3	1,5	2,3	2,00	0,44	1,5	2,3
	Maíz amarillo	3	1,4	1,6	1,50	0,10	1,4	1,6
2	Maíz blanco	3	6,4	8,3	7,23	0,97	6,4	8,3
	Maíz amarillo	3	7	8,1	7,50	0,56	7	8,1
3	Maíz blanco	3	8,3	10,2	9,43	1,00	8,3	10,2
	Maíz amarillo	3	9,6	10,5	10,10	0,46	9,6	10,5

Tabla 5. *Medidas de resumen del peso del maíz blanco y amarillo a la primera, segunda y tercera semana*

Semana	Variable	n	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Q1	Q3
1,00	Maíz blanco	3,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
	Maíz amarillo	3,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
2,00	Maíz blanco	3,00	1,90	2,05	1,98	0,08	1,90	2,05
	Maíz amarillo	3,00	1,80	1,95	1,88	0,08	1,80	1,95
3,00	Maíz blanco	3,00	4,00	4,20	4,07	0,12	4,00	4,20
	Maíz amarillo	3,00	3,10	3,20	3,17	0,06	3,10	3,20

Tabla 6. *Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable peso en el maíz amarillo.*

Variable	Semana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Maíz amarillo	1	3	1,00	0,00	1,00	7,2	0,00357
	2	3	1,88	0,08	1,90		
	3	3	3,17	0,06	3,20		

Tabla 7. *Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable peso en el maíz blanco*

Variable	Semana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Maíz blanco	1	3	1,00	0,00	1,00	7,2	0,00357
Maíz blanco	2	3	1,98	0,08	2,00		
Maíz blanco	3	3	4,07	0,12	4,00		

Tabla 8. *Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable longitud en el maíz blanco*

Variable	Semana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Maíz blanco	1	3	2,00	0,44	2,20	6,822	0,007
Maíz blanco	2	3	7,23	0,97	7,00		
Maíz blanco	3	3	9,43	1,00	9,80		

Tabla 9. *Diferencias a través de Kruskal Wallis entre semanas de la variable longitud en el maíz amarillo.*

Variable	Semana	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Maíz amarillo	1	3	1,5	0,10	1,50	7,2	0,00357
Maíz amarillo	2	3	7,5	0,56	7,40		
Maíz amarillo	3	3	10,1	0,46	10,20		

6.2 Variable de Longitud del maíz blanco T1

La longitud final máxima obtenida es de 20.7cm del T1R1, resultando este tratamiento como el de mayor crecimiento.

Longitud del maíz blanco T1R2

La longitud final máxima obtenida es de 20.5 cm del T1R2 demostrando ser la de menor dimensión de esta variable.

Longitud del maíz blanco T1R3

En este tratamiento T1R3 la longitud máxima obtenida fue de 20.6cm, resultando ser la segunda medida de mayor dimensión alcanzada.

6.3 Variable de Longitud del maíz amarillo T2

La longitud de mayor dimensión que se alcanzó en el T2R1 fue de 19 cm resultando ser la de menor medida en este tratamiento.

Longitud del maíz amarillo T2

Longitud del maíz amarillo T2R2

La longitud alcanzada es la segunda mejor medida alcanzada en esta variedad obteniendo 19.1 cm.

Longitud del maíz amarillo T2R3

En este tratamiento la longitud obtenida es de 19.2 cm, siendo la mejor medida de esta variedad en el mismo transcurso de tiempo.

6.4 Variable final de peso obtenido de maíz blanco T1

- *El peso final del T1R1*

Tomando como punto de partida 1 kg de semilla, se obtuvo 7kg de forraje verde hidropónico, siendo el tratamiento con mayor peso obtenido de esta variedad.

- *Peso final del maíz blanco T1R2*

El peso alcanzado en este tratamiento: T1R2 se obtuvo 7kg de forraje verde hidropónico, siendo el tratamiento con menor peso alcanzado, con muy poca diferencia respecto a los otros tratamientos, al igual que los otros tratamientos se utilizó 1 kg de semilla para su producción.

- *Peso final del maíz blanco T1R3*

En este tratamiento, T1R3, se alcanzó un peso de 7.05 kg el cual nos indica que es el segundo mejor tratamiento de esta variedad utilizando igualmente 1 kg de semilla para su producción.

6.5 Variable final de peso obtenido de maíz blanco T2

- *Peso final del maíz amarillo T2R1*

En el T2R1 el peso alcanzado es de 6kg de forraje a partir de 1 kg de semilla demostrando ser la repetición con menor peso de esta variedad.

- *Peso final del maíz amarillo T2R2*

En el T2R2 se evidencia un pequeño incremento de peso, demostrando ser la segunda mejor repetición debido a que también se utilizó 1 kg de maíz el cual se alcanzó 6.05kg de forraje

- *Peso final del maíz amarillo T2R3*

En este tratamiento, T2R3 se alcanzó el mayor rendimiento de esta variedad obteniendo 6.1kg de forraje, utilizando 1 kg de semilla para su producción.

6.6 Costos de producción

Para la determinación de los costos de producción de la presente investigación se tomó en cuenta los siguientes puntos: mano de obra, semillas de maíz (*Zea maíz*) blanco y amarillo, fertilizantes y materiales de campo y oficina.

Tabla 10. *Costos de producción de las variedades analizadas.*

Rubro	Unidad	Costo unitario (USD)	Cantidad	Subtotal (USD)
<i>Materiales</i>				
hojas de papel boom	u	0,03	100	3,00
Bomba de agua	u	37	1	37,00
Amarras	u	2,5	3	7,50
Manguera	m	35	10	350,00
Tubo PVC	u	3,5	1	3,50
Teflón	u	1,8	1	1,80
Codos PVC	u	0,035	6	0,21
Cloro	u	1	1	1,00
Contenedor o recipiente	u	3,5	1	3,50
Plástico	m	1,5	12	18,00
Estructura metálica	u	30	1	30,00
Anaquele metálico	u	15	1	15,00
Bandejas plásticas	u	3,5	6	21,00
Temporizador	u	22	1	22,00
Sistema de riego con nebulizadores	u	2,61	6	15,66
<i>Subtotal materiales</i>				529,17
<i>Insumos</i>				
Semilla maíz blanco	kg	1,9	3	5,7
Semilla maíz amarillo	kg	1,1	3	3,3
Fertilizante	kg	7,5	1	7,5
<i>Subtotal Insumos</i>				16,5
<i>Movilización/alimentación</i>				
Transporte		\$5,00	3	15
Alimentación		\$3,00	4	12
<i>Subtotal movilización/alimentación</i>				27
<i>Recursos Humanos</i>				
Mano de obra	Jornal	2	20	40
<i>Subtotal Recursos Humanos</i>				40
TOTAL				612,67

Tabla 11. *Costos por tratamientos de las variedades analizadas.*

TRATAMIENTOS		
	Cantidad	Costo ban.
T1R1 MB	1	102,1
T2R2 MB	1	102,1
T3R3 MB	1	102,1
T1R1 MA	1	102,1
T2R2 MA	1	102,1
T3R3 MA	1	102,1
COSTO TOTAL		612,7

6.7 Socialización de resultados

Los resultados fueron socializados en la provincia de Loja, cantón Loja sector las Ramblas, en la parte externa de la casa comunal, esta socialización se la realizó a las familias Torres y Quintero en donde se dio la respectiva explicación de cómo se puede obtener el forraje verde hidropónico (FVH) en donde se detalló los pasos y requerimientos que son necesarios.

También se dio a conocer los beneficios que se obtienen al realizar esta producción forrajera, ventajas y desventajas, costos de producción, de la misma manera los beneficios nutricionales para los animales y beneficios ambientales que representan para los animales y el hombre el cual queda demostrado que es una forma de producción ecológica.

Es de gran relevancia la importancia que las personas le dieron a este tema tratado debido a que no conocían a fondo esta forma de producción, el tiempo que se utiliza para producir y su fácil adecuación y de esta manera contribuir con la conservación de los suelos y por lo tanto al cuidado del medio ambiente.

Figura 4. Socialización de resultados.



7. Discusión

Los resultados obtenidos, en la variable longitud, esta se mostró mayor en el maíz blanco, además, según la prueba aplicada, mostraron diferencias estadísticas significativas. Por su parte, el maíz blanco mostró mayor peso. La longitud del maíz amarillo fue mayor, debió a su importancia económica, es el segundo cultivo transitorio más importante después del arroz y constituye la materia prima principal para la industria de alimentos balanceados para la industria ganadera, avícola y porcina en el Ecuador. Durante el período comprendido entre 2013 y 2015, se estima que la superficie sembrada de maíz amarillo duro superó las 300,000 hectáreas. Entre las cuatro provincias ecuatorianas (Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja), se destaca su contribución, representando el 78.39% de esta superficie (Eguez Moreno et al., 2019). En relación al maíz blanco es blanco, grande, plano y circular están dotados de aproximadamente 100 granos distribuidos de manera uniforme dándole una buena apariencia. El peso promedio está entre 120 y los 135 gramos y su mazorca es cilíndrica medianamente grande (Alvino Cáceres & Lingan Díaz, 2019). Además, esta variedad de maíz, presenta mayor rendimiento en comparación al maíz amarillo (Aurora, 2018), obteniéndose rendimientos productivos que pueden duplicar la cantidad inicial cultivada.

Es importante destacar que el maíz amarillo para la obtención de los altos rendimientos es la fertilización, especialmente a base de nitrógeno, el mismo que participa en diversos procesos fisiológicos y bioquímicos que son importantes para el crecimiento y desarrollo de la planta (Chura, Mendoza-Cortez, & de la Cruz, 2019). Esto denota que, a través de la hidroponía, se podría mejorar el proceso de fertilización y la obtención de mejores rendimientos.

En relación a los costos de producción, en este estudio, debido al sistema de hidroponía, estos no mostraron diferencias, es decir, en este sistema de cultivo se probable que se puedan mejorar los rendimientos teniendo un mismo costo. No obstante, se destaca que en otro sistema de cultivo convencional los agricultores invierten mayor cantidad de dinero en insumos y en mano de obra que en materia prima. Por ejemplo, en investigaciones realizadas por concluyen que en el manejo técnico con una planificación antes de la siembra obteniendo un estimado de producción de \$ 700,53 y el manejo no técnico que lo realizan de una forma empírica con un valor de \$ 873,75 (CHAVARRÍA, 2023).

Este proyecto se socializó en la provincia de Loja, cantón Loja, sector las Ramblas, en la parte externa de la casa comunal, para compartir los conocimientos adquiridos, la validación por pares, la aplicación práctica, la divulgación y la transparencia en la comunidad científica. Además, se promovió la difusión de los resultados para maximizar el impacto de la investigación y garantizar que los beneficios lleguen a diferentes audiencias.

8. Conclusiones

La longitud se mostró mayor en el maíz blanco que en el amarillo, sin embargo, en relación al peso, la variedad amarilla presentó mayor peso. Esto muestra que los rendimientos de esta variedad son mayores a la del maíz blanco. Además, estas dos variables, a nivel de sistema hidropónico mostraron diferencias estadísticas significativas.

Al ser el sistema hidropónico, donde se pueden controlar las variables de producción y rendimiento, tanto para el maíz blanco y amarillo, los costos no presentaron diferencias, lo que se denota, además, que este sistema se puede implementar con un pequeño capital y con rendimientos aceptables con excelente valor nutricional.

Al compartir los resultados de investigación, se promovió el avance del conocimiento en una determinada área. Otros investigadores, académicos; y, principalmente los productores y público en general se beneficiaron de los hallazgos encontrados en la presente investigación, los mismos que pueden ser utilizados como base para futuras investigaciones y generar nuevas ideas y enfoques.

9. Recomendaciones

Se debe incrementar el número de repeticiones, y el área de experimentación, esto a fin de disminuir los errores del experimento. En este mismo contexto, analizar mejorar el sistema de hidroponía para mejorar los rendimientos tanto de maíz blanco y amarillo.

La no tener diferencias en costos, tanto en el maíz blanco y amarillo, se debe incrementar el área de producción. El costo de producción de maíz blanco podría incrementarse, esto sobre la base de las investigaciones realizadas en otros sistemas de cultivos.

Los resultados de investigaciones en el campo agropecuario, debería ser apoyadas por el Ministerio de Agricultura, a fin que estos pueden llegar a los productores de maíz y del público en general.

10. Bibliografía

- Alvino Cáceres, R. R., & Ligan Díaz, H. L. (2019). *La planificación estratégica y las exportaciones de maíz blanco gigante del Cusco hacia España, 2015 - 2017*. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Aguirre, C., Abarca, P., Mora, D., Silva, L., & Olgún, J. (2013). Producción De Forraje Verde. *Revista Fuente Nueva Época*, 4(Abril), 1–2. <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/05/Producción-de-forraje-verde-hidropónico.pdf>
- Aurora, M. (2018). *Evaluación hidropónica de dos variedades de Zea mays (Maíz) valorando tiempos y enraizadores orgánicos e inorgánicos*.
- Askari-Khorasgani, O., & Pessarakli, M. (2020). Tomato (*Solanum lycopersicum*) culture in vermi-aquaponic systems: I. Cultural practices. *Journal of Plant Nutrition*, 43(11), 1712–1725. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1739306>
- Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems : vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.1080/15487733.2017.1394054>
- Colaboradores de Wikipedia. (2021, 25 noviembre). *Calderón (parroquia)*. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado 26 de junio de 2022, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Calder%C3%B3n_\(parroquia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Calder%C3%B3n_(parroquia))
- Cabezas, J., Benítez Ana, Federico, O., Rossana, P., & Maldonado Gabriela. (2019). *Guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha*.
- Colaboradores de Wikipedia. (2022, 13 julio). *Zea mays*. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado 26 de julio de 2022, de https://es.wikipedia.org/wiki/Zea_mays
- Cuandovisitar (s. f.). *Clima Calderón Temperatura Mejor época para viajar Tiempo*. Recuperado 26 de junio de 2022, de <https://www.cuandovisitar.com.ec/ecuador/calderon-1186237/>
- Cueva, M. K. M. (2018). *Germinado Hidroponico de Maiz Amarillo (Zea Mays) De Acuerdo Al Color De La Bandeja y Época de Cosecha en Lambayeque Tesis*.
- CHAVARRÍA, J. (2023). *Los Costos de Producción y su efecto en la Rentabilidad de los Productores de Maíz de la Parroquia la América. Tesis*. Retrieved from [http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4217/1/Banguerra Mendoza Roberth Iván.pdf](http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4217/1/Banguerra%20Mendoza%20Roberth%20Iv%C3%A1n.pdf) <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109205>
- Chura, J., Mendoza-Cortez, J. W., & de la Cruz, J. C. (2019). Doses and splitting of nitrogen in two sowing densities of the flint yellow maize hybrid. *Scientia Agropecuaria*, 10(2),

241–248. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.09>

- Dela Vega, J. A., Gonzaga, J. A., & Gan Lim, L. A. (2021). Fuzzy-based automated nutrient solution control for a hydroponic tower system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1109(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1109/1/012064>
- Díaz, C. (2020). *Producción De Forraje Verde Hidroponico En Condiciones Agroclimáticas De La Región Occidental De Guatemala*.
- FAO. (2001). Forraje verde hidroponico. “*Mejoramiento de La Disponibilidad de Alimentos En Los Centros de Desarrollo Infantil Del INNFA*” OFICINA, 066.
- Fabian, V. (2005). *Forraje Verde Hidropónico (F.V.H) Para La Alimentación De Animales*
- García Rodríguez, J. I. (2021). *Producción De Forraje Verde Hidropónico De Maíz (Zea Mays L.), Cebada (Hordeum vulgare L.) Y AVENA (Avena sativa L.) EN TEMASCALTEPEC, MÉXICO EN ÉPOCA DE VERANO E INVIERNO*.
- Guillermo, C., & Magnino, L. (2016). forraje verde hidroponico INTA. “*Desarrollo de La Producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH)*.”
- Gustavo, B. L. L. (2019). *Modelo Tecnológico para producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz Zea mays*.
- Eguez Moreno, J. F., Pintado, P. W., Ruilova Narvaez, F. L., Zambrano Mendoza, J. L., Villavicencio Linzán, J. P., Caicedo Villafuerte, M. B., ... San Vicente, F. (2019). Desarrollo de un híbrido de maíz de grano blanco para consumo humano en Ecuador. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 11(1), 46–53. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1102>
- Héctor, M. R., Alejandro, G. D., Porfirio, J. L., Lenin, L. O., & Alejandro, L. de C. (2012). Forraje Verde Hidropónico de Maíz Amarillo (Zea Maíz L.) con diferente Concentración de Solución Nutritiva. *Abanico Veterinario ISSN 2448-6132 Editor Sergio Martínez González Sisupe.Org/Revistasabanico*, 0(0).
- Hidroponico, M. y factores que influyen en la producción de forraje verde. (2001). *Métodos y factores que influyen en la producción de forraje verde hidroponico*.
- Llugsha, L., & Moreno, W. (2021). “*Diseño de un Módulo de Cultivos Hidropónico Fvh para la Crianza de Animales de Corral Basado en Iot*.”
- Medina, L. (2017). Efecto de la Intensidad Lumínica de Diodos Emisores de Luz y del Fotoperiodo en la Producción de Forraje Verde Hidropónico de Maíz (Zea mays) y Utilización de agua. *Biblioteca Digital - Dirección de Sistemas de Informática y Comunicación*, 0(0), 59.

- Martínez, F., Oliveira, J. A., Calvete, E. O., & Palencia, P. (2017). Influence of growth medium on yield, quality indexes and SPAD values in strawberry plants. *Scientia Horticulturae*, 217, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.024>
- Mattson, N., & Heinrich Lieth, J. (2019). *Liquid culture hydroponic system operation. Soilless Culture: Theory and Practice Theory and Practice* (Second Edition). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63696-6.00012-8>
- Pérez, L. S., Ramón, J., Rivera, E., Rangel, P. P., Paul, V. De, Reyna, Á., Armando, J., Velázquez, M., Rodolfo, J., Martínez, V., & Ortiz, M. (2012). Y Capacidad Antioxidante De Forraje Verde. *Interciencia*, 37(3), 215–220.
- Pillasagua, J. (2022). Valor nutritivo de la harina de maíz forrajero (*Zea mays* L.) hidropónico, en diferentes días de cosecha. 2005–2003, 8.5.2017, γ787.
- Specht, K., Weith, T., Swoboda, K., & Siebert, R. (2016). Socially acceptable urban agriculture businesses. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0355-0>
- Samaniego, M. (2015). “Utilización De Forraje Hidropónico *Zea Mays* (Maíz), En La Alimentación De *Cavia Porcellus* (Cuyes), En La Etapa De Crecimiento Y Engorde En La Provincia De Morona Santiago.”
- Sanchez, J. (2015). Cultivo en hidroponía. *FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES*.
- Tomalá, M. (2021). Producción de forraje verde hidropónico bajo la aplicación de biofertilizantes. *Producción De Forraje Verde Hidropónico Bajo La Aplicación De Biofertilizantes*, 5–89.
- Tórrez, A. C. (2018, 15 noviembre). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. portal.amelica.org. Recuperado 27 de junio de 2022, de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941755005/html/index.html>
- Valencia, A. (2016). Apuntes De Horticultura Avanzada. *Unidad De Aprendizaje Horticultura Avanzada*.
- Velázquez, A. (2020, 4 noviembre). *¿Qué es la investigación experimental?* QuestionPro. Recuperado 1 de agosto de 2022, de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>

11. Anexos

Anexo 1. Evidencias fotográficas



Fotografía 1: *Lavado de la semilla*



Fotografía 12: *Hidratación de la semilla*



Anexo 3: *Colocación de la semilla en bandejas*



Fotografía 4: Fertilización



Fotografía 5: Riego con nebulizadores



Fotografía 6: Fertilización foliar



Fotografía 7: Socialización de resultados

Anexo 2. Tablas de datos para análisis de datos, variable longitud

Semana	Maíz blanco	Maíz amarillo
1	1,5	1,5
1	2,3	1,4
1	2,2	1,6
2	8,3	7
2	7	8,1
2	6,4	7,4
3	10,2	10,5
3	9,8	9,6
3	8,3	10,2

Semana	Maíz blanco	Maíz amarillo
1	1	1
1	1	1
1	1	1
2	2	1,8
2	1,9	1,95
2	2,05	1,9

3	4	3,2
3	4,2	3,1
3	4	3,2

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO		
MAÍZ BLANCO	T1R1	T1R3
FERTILIZACIÓN	10,3gr	10,3gr
AGUA	3,3lts	3,3lts
NITRÓGENO (N)	1,120PP	1,120PP
FÓSFORO (P2O5)	4,30PP	4,30PP
POTASIO (K2O)	2,600PP	2,600PP
MAÍZ AMARILLO	T2R1	T2R3
AGUA	3,3lts	3,3lts
FERTILIZACIÓN	10,3gr	10,3gr
NITRÓGENO (N)	1,120PP	1,120PP
FÓSFORO (P2O5)	4,30PP	4,30PP
POTASIO (K2O)	2,600PP	2,600PP

FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO			
VARIABLES			
MAÍZ BLANCO	T1R1	T1R2	T1R3
LONGITUD INICIAL	0	0	0
LONGITUD FINAL	20,7cm	20,5cm	20,6cm
PESO INICIAL	1Kg	1Kg	1Kg
PESO FINAL	7,0 kg	7,1kg	7,05 kg
MAÍZ AMARILLO	T2R1	T2R2	T2R3
LONGITUD INICIAL			
LONGITUD FINAL	19cm	19,1cm	19,2cm
PESO INICIAL	1Kg	1Kg	1Kg
PESO FINAL	6kg	6,05Kg	6,1kg

Anexo 3. Certificado traducción del Abstrac



**FINE-TUNED ENGLISH
LANGUAGE INSTITUTE**
Líderes en la Enseñanza del Inglés

Lic. Carlos Fernando Velastegui Aguilar
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA. LTDA.

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés, del Resumen de Tesis titulada: "RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN DOS VARIETADES DE MAÍZ (*Zea mays*) CRIOLLO BLANCO Y AMARILLO EN LA PARROQUIA CALDERÓN, QUITO", autoría del Estudiante Darío Xavier Ávila Villalta, con CI. 1725288995, egresado en la Carrera de Administración y Producción Agropecuaria, de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza al interesado, hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 23 de junio de 2023.



Lic. Carlos Fernando Velastegui Aguilar
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA. LTDA.
Líderes en la Enseñanza del Inglés

Moritz - Loja: Macará 206-51 entre Rocafuerte y Miguel Rofrío - Teléfono: 072578889
Zamora: García Moreno y Pasaje 12 de Febrero - Teléfono: 072608169
Yantzaza: Jorge Mosquera y Luis Basifidas - Edificio Sindicato de Choferes - Teléfono: 072301329

www.fte.edu.ec