



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TEMA

“Realizar análisis bromatológico del forraje verde hidropónico producido con tres soluciones nutritivas para la alimentación del ganado bovino.”

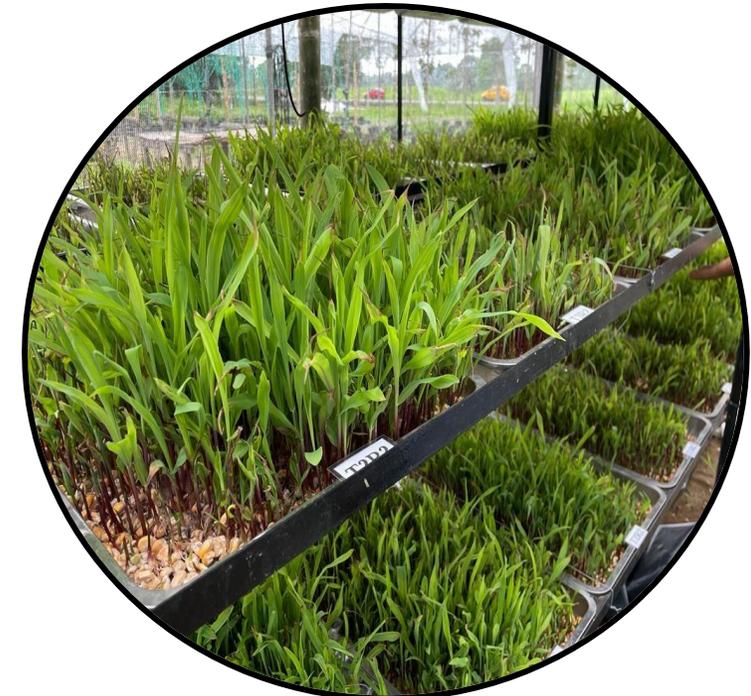
AUTORES

Jean Paul Rodríguez Verdesoto
Johan Marcelo Veloz Cando

TUTOR

Ing. Edison Javier Romero Salguero

Santo Domingo – Ecuador 2023



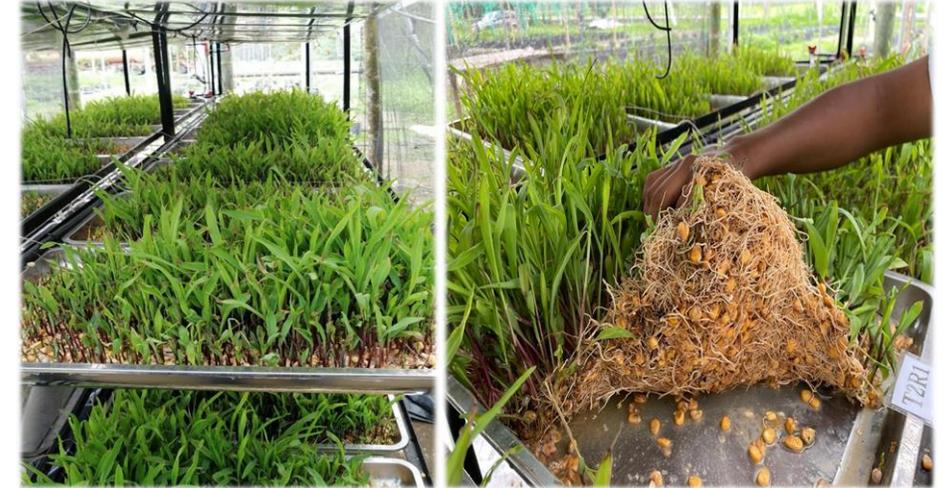
Introducción

El FVH es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta calidad nutricional que se logra a partir de la germinación rápida de semillas de especies forrajeras.

La limitación de la producción bovina se ve influenciada por el desconocimiento de alternativas alimenticias, continuando con la producción de manera tradicional.

Dentro de las variedades forrajeras el maíz destaca por su disponibilidad, rápido crecimiento, lo que refleja rendimientos altos.

La producción de FVH resulta una alternativa propicia para evadir las dificultades encontradas en tiempos de verano, donde la escasez de precipitaciones es un factor limitante para la producción de pasto de forma tradicional.



Objetivos

● Objetivo general

Realizar análisis bromatológico del forraje verde hidropónico producido con tres soluciones nutritivas para la alimentación del ganado bovino

● Objetivos específicos

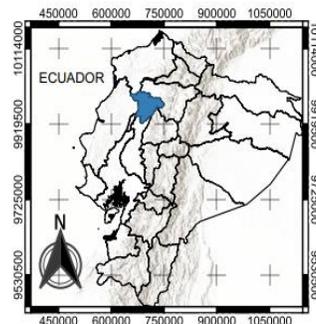
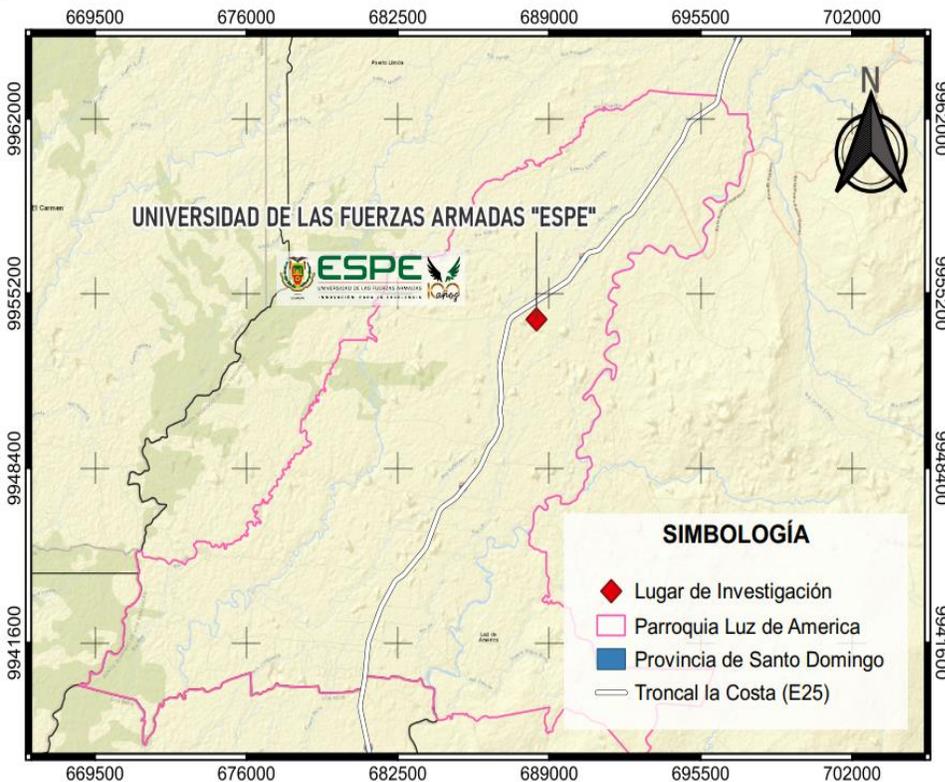
- Evaluar el desarrollo del forraje de maíz (*Zea mays* L.) hidropónico a diferentes tiempos de corte.
- Determinar la mejor solución nutritiva en base a las características organolépticas y físicas del maíz hidropónico producido.
- Establecer un análisis de costo de producción de maíz hidropónico

Metodología

"Realizar análisis bromatológico del forraje verde hidropónico producido con tres soluciones nutritivas para la alimentación de ganado bovino".

Rodriguez Verdesoto, Jean Paul
Veloz Cando, Johan Marcelo

AUTORES



Ubicación ecológica

Clima:	Bosque Húmedo Tropical
Temperatura:	24-26 C
Humedad:	89%
Pluviosidad:	2980 mm anuales
Altitud:	270 msnm
Heliofanía:	660 horas de luz

Ubicación política

- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo
- Parroquia: Luz de América
- Dirección: Km 24 vía Santo Domingo-Quevedo

ESCALA	1:2270000		PROYECCIÓN: Universal Transversa De Mercator (UTM)
FORMATO	A4		DATUM: World Geodetic System 1984 (WGS84)
			ZONA Y REFERENCIA: 17S

Materiales

Insumos:

- Nitrato de amonio
- Nitrato de potasio
- Superfosfato triple
- Sulfato de magnesio
- Quelato de hierro 6%
- Solución micronutrientes
- Solución nutritiva comercial

Materiales:

- Recipientes plásticos
- Bandejas metálicas 60x40cm
- Plástico negro
- Bomba de aspersión manual

Equipos:

- Balanza analítica



Tratamientos a evaluar

Métodos

Diseño de la investigación

Se inició con un DBCA (Diseño Bloques Completamente al Azar)

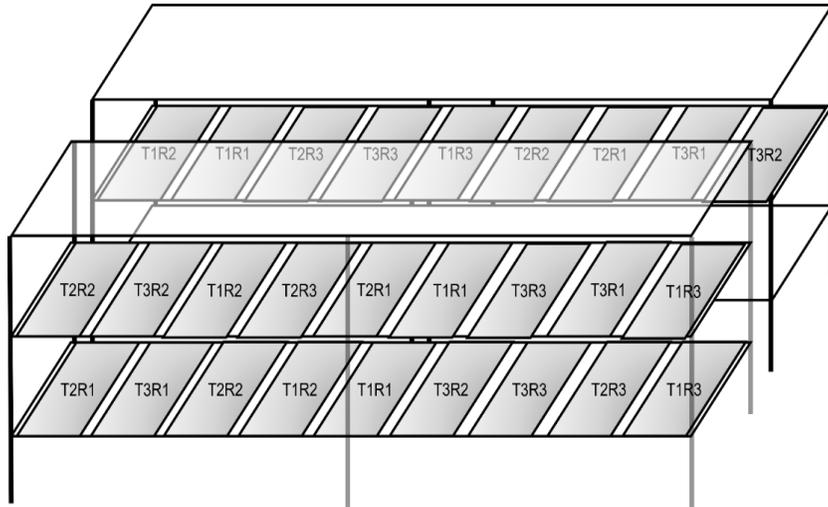
Factores a probar

Los factores a probar en la investigación fue el tipo de solución nutritiva para la producción de FVH y el tiempo de corte

Tratamientos	Descripción
T1	Solución nutritiva elaborada
T2	Solución nutritiva comercial
T3	Solución nutritiva orgánica

Métodos

Croquis del diseño



- Número de unidades experimentales: 27
- Forma de unidad experimental: Rectangular
- Ancho de unidad experimental: 0,40 m
- Largo de la unidad experimental: 0,60 m
- Área de la unidad experimental: 0,24 m²
- Área neta del ensayo: 6,48 m²
- Área total del ensayo: 21 m²

Características de las UE

Fuentes de variación	Grados de libertad
Soluciones nutritivas	2
Bloque	2
Día	2
Soluciones*Día	4
Error experimental	70
Total	80

Métodos

Variables evaluadas

Calidad de semilla de maíz

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{\text{peso de la semilla pura}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ semillas sembradas}} \times 100$$

$$\text{Valor cultural} = \frac{\% \text{ pureza} \times \% \text{ germinación}}{100}$$



Altura total de la planta



Bromatológicas

- Humedad
- Proteína
- Ext. Etereo (% grasa)
- Ceniza
- Fibra

Métodos

Manejo del experimento

Elaboración soluciones nutritivas



Solución nutritiva A

- Nitrato de amonio 550g
- Nitrato de potasio 350g
- Superfosfato triple 180g

El volumen final de la solución A fue de 5 litros

Solución nutritiva B

- Sulfato de magnesio 220g
- Quelato de hierro 6% 17g
- Se elaboró una solución de micronutrientes 400ml

El volumen final de la solución B fue de 2 litros

Estructura para FVH



Preparación de la semilla



Procedimiento de germinación



Procedimiento de producción



Tratamiento	Dosis
Solución Elaborada	<ul style="list-style-type: none"> • Solución A: 1,5cc/l • Solución B: 0,5cc/l
Solución Comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Solución A: 2cc/l • Solución B: 1cc/l • Solución C: 1cc/l
Solución Orgánica	<ul style="list-style-type: none"> • Biol relación 3:1

Resultados y discusión

Calidad de semilla de maíz

$$\text{Porcentaje de pureza} = \frac{154}{200} \times 100 = 77\%$$

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{346}{405} \times 100 = 85,43\%$$

$$\text{Valor cultural} = \frac{77 * 85,43}{100} = 65\%$$

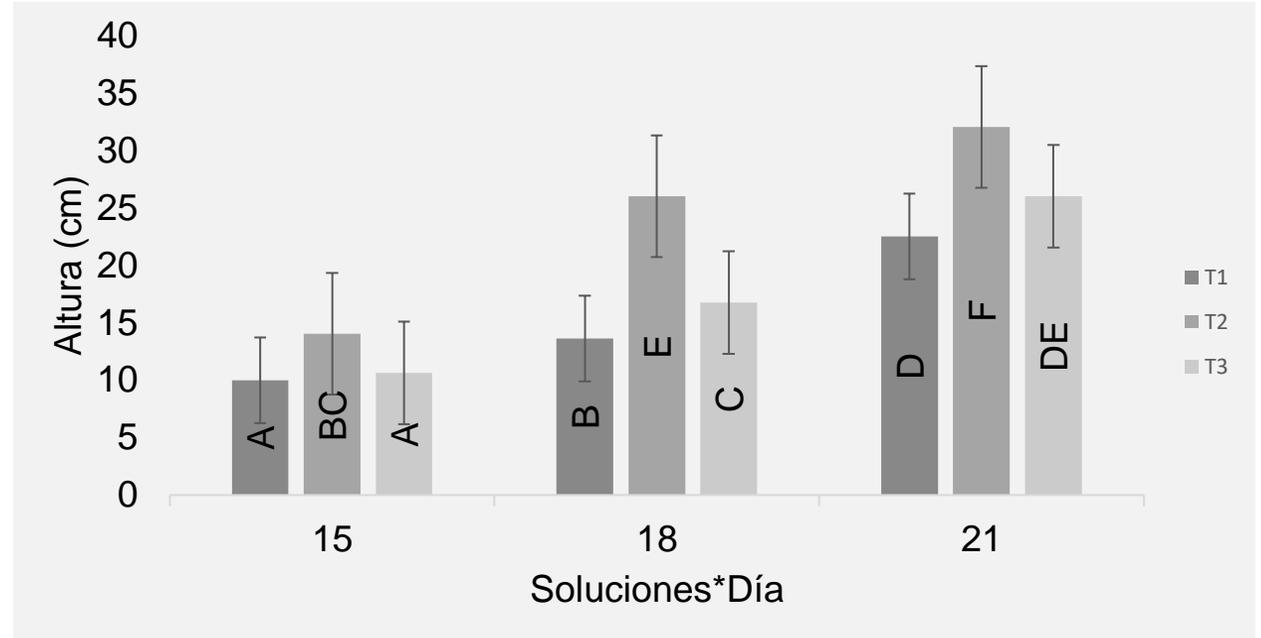
(Vilchez, 2021)	Daños mecánicos que producen magulladuras y abrasiones que provocan un descenso en vigor y germinación.
(Natera, 2008)	94% de germinación de maíz de semillas certificada
(Guillen de la Cruz et al., 2008)	Germinación mayor al 80% en semillas criollas.

Los resultados de germinación de semillas de maíz variedad criolla, demostraron un 77% de pureza y un porcentaje de germinación de 85,43 %

Resultados y discusión

Análisis de la varianza para la variable altura

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fe	p-valor
Soluciones nutritivas	2	1133,93	566,96	152,68	<0,0001
Bloque	2	166,87	83,44	22,47	<0,0001
Día	2	2883,35	1441,67	388,23	<0,0001
Soluciones*día	4	176,79	44,20	11,90	<0,0001
Error	70	259,94	3,71		
Total	80				



(Favela Chávez, Preciado Rangel, & Benavides Mendoza, 2006)

La solución nutritiva debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, logrando que se eviten deficiencias.

Villota G., (2013)

En su estudio obtuvo una medida de 10,43 cm a los 15 días evaluados

Espinosa (2019)

24,85 cm de altura a los 12 días evaluados.

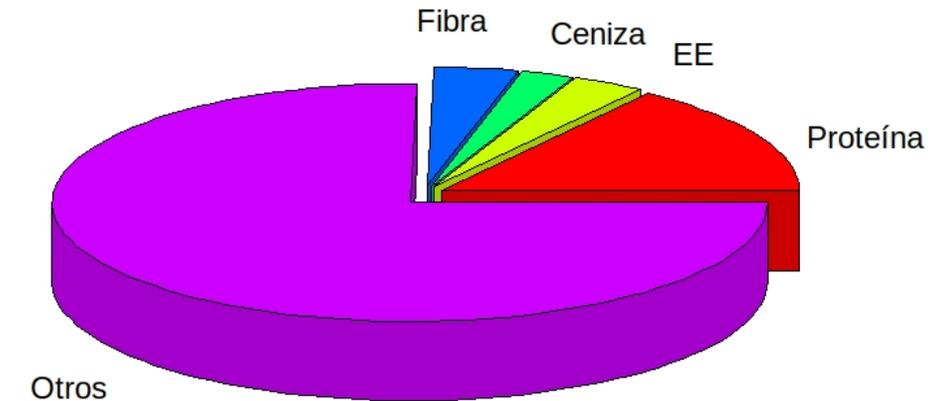
En cuanto a la altura de la planta, se determinó que T2 (Solución comercial), posee el mejor resultado a los días 18, 21 días con una altura de planta 26,03; 32,07 cm respectivamente a diferencia de la solución elaborada y orgánica

Resultados y discusión

Examen bromatológico

18 días

Días	Proteína	EE	Ceniza	Fibra	Otros
15	14,20	3,22	2,68	4,70	75,38
18	15,22	3,27	2,38	3,80	75,33
21	13,42	3,90	2,89	5,20	74,59



Se obtuvo el valor de proteína máximo a los 18 días con un contenido de 15,22%,

(Mirabá, 2015)	En su pico de producción de proteína el cual puede alcanzar valores hasta 18% e inclusive llegar a 26,3%
(Espinosa, 2019)	Disminuye el contenido de proteína y aumenta el de fibra
(Mejía & Reyes, 2020)	El maíz en su etapa vegetativa inicial es donde tiene un mayor contenido de proteína bruta y carotenos

Resultados y discusión

Costos

Costos para producción de FVH generales.

Insumos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Semilla de maíz (criollo)	Libras	90	0,25	22,50
Solución comercial	Mililitros	288	0,03	8,64
Solución elaborada	Mililitros	436	0,002	0,89
Solución orgánica	Litros	15	0,50	7,50
Total				39,53

Costos por cosecha de FVH producido.

Tipo	Tiempo	Costo
Estructura	18 días	1,82
Insumos	18 días	39,53
Total		41,35

Costos de la estructura para establecer una producción de FVH ocupando el 100% de su capacidad.

(NEC, 2016)	La caña guadua debe pasar por procesos tanto de secado y preservación
(Pertierra Lazo, Torres, & Balsameda Espinosa, 2019)	Al comparar estructuras de caña guadua para FVH específicamente determinaron vida útil de 5 años y para hierro 20 años

Resultados y discusión

Costos

Proyección de costos para un año

Tipo	Costo de producción	Cosechas/año	Costo/año
Producción de FVH	41,35	20	827

(Amaguaña, 2012)

Análisis estadísticos presentaron diferencia significativa habiendo un mayor pico de crecimiento para el día 18

FVH se consideró de 18 días ya que en base a los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos.



Conclusiones

- La aplicación de diferentes soluciones nutritivas influye en el desarrollo del maíz hidropónico. El FVH producido con la solución T2 (solución comercial) demostró mejores resultados, presentando en su variable altura de la planta llegando a una media de 32,08cm a los 21 días de corte.
- El tiempo adecuado de corte en base al análisis bromatológico fue a los 18 días, llegando a un 15,22% de contenido de proteína y un 3,8% de fibra, evidenciando que mientras transcurren los días el contenido proteico disminuye mientras que el fibroso aumenta.
- La producción de FVH tiene un costo accesible, al realizar el análisis de costos se concluyó que, producir FVH es económico y además tiene una larga vida útil su estructura, aparte no demanda de mucha mano de obra por su fácil manejo, pudiendo ser implementado en las actividades cotidianas del productor.

Recomendaciones

- En la producción de FVH se recomienda seleccionar la semilla que se va a utilizar eliminando impurezas y semillas dañadas, que pueden producir hongos en las bandejas.
- Realizar futuras investigaciones utilizando diferentes densidades de siembra para mejorar el rendimiento del FVH producido.
- Incentivar la utilización del sistema de FVH a productores que, debido a su bajo costo de producción y el beneficio que otorga, puede reducir las temporadas duras de escasez de precipitaciones.



**MUCHAS
GRACIAS**