



*Evaluación del cultivo de maíz y soya bajo condiciones hidropónicas para su posterior uso en la alimentación de especies acuícolas*

*Evaluation of corn and soybean cultivation under hydroponic conditions for subsequent use in the feeding of aquaculture species*

*Avaliação do cultivo de milho e soja em condições hidropônicas para posterior utilização na alimentação de espécies aquícolas*

Aldo José Loqui Sánchez <sup>I</sup>

[aldo.loquis@ug.edu.ec](mailto:aldo.loquis@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-8953-5105>

Washington Guillermo Meza Cabrera <sup>II</sup>

[washington.mezac@ug.edu.ec](mailto:washington.mezac@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-7252-305X>

Jeniffer Ariana Acosta Pincay <sup>III</sup>

[jeniffer.acostap@ug.edu.ec](mailto:jeniffer.acostap@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-0477-4886>

Mercedes María Maldonado Contreras <sup>IV</sup>

[mercedes.maldonadoc@ug.edu.ec](mailto:mercedes.maldonadoc@ug.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2903-3979>

**Correspondencia:** [aldo.loquis@ug.edu.ec](mailto:aldo.loquis@ug.edu.ec)

Ciencias Agropecuarias

Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de marzo de 2023 \* **Aceptado:** 12 de abril de 2023 \* **Publicado:** 20 de diciembre de 2023

- I. Magíster en Riego y Drenaje; Ingeniero Agrónomo; Docente de la Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador.
- II. Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa; Ingeniero Civil; Docente de la Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador.
- III. Ingeniera Agrónoma; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador.
- IV. Magíster en Educación Agropecuaria, Mención Desarrollo Sostenible; Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias; Ingeniera Agrónoma; Docente de la Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador.

## Resumen

El objetivo de este trabajo experimental fue evaluar el cultivo de maíz y soya bajo condiciones hidropónicas para su posterior uso en la alimentación de especies acuícolas (tilapia y langosta). Para realizar el proyecto experimental se implementó el diseño completamente al azar (DCA), donde se dio como complemento el FVH de harina de Maíz 10% y Soya 6 %, en la cual se emplearon en 9 tanques con capacidad de 1000 Lt de agua, con tres tratamientos incluido el testigo realizándose muestreo cada 10 días para tomar valores. Para el respectivo análisis estadístico se utilizó el software InfoStat con la prueba Duncan ( $p < 0.05$ ) para medir altura y número de hoja en FVH de maíz y soya. En la altura dio como resultado en la densidad de siembra 3lb de maíz un promedio de 22.20 cm y en la soya con densidad de 2.50 lb la altura es de 13.42cm. y en número de hoja en ambos cultivos no estimaron diferencias significativas. Para poder dar de alimento a las especies acuícolas se debió de realizar un análisis bromatológico de maíz y soya, donde los resultados de la proteína fueron de 5.11%, en grasa 0.16% en el FVH de soya y el FVH en maíz la proteína (3.12%) y de grasa (0.08%).

**Palabras Clave:** Forraje Verde Hidropónico (FVH), harina.

## Abstract

The of this experimental work was to evaluate the cultivation of corn and soybean under hydroponic conditions for subsequent use in the feeding of aquaculture species (tilapia and lobster). To experimental project, completely random design (DCA) was implemented, where the 10% Corn flour and 6% Soybean FVH was given as a complement, in which they were used in 9 tanks with a capacity of 1000 Lt of water, with three treatments including the witness being sampled every 10 days to take. For the respective statistical analysis, the InfoStat software with the Duncan test ( $p < 0.05$ ) was to height and number of leaves in corn and soybean FVH. The planting density 3lb of corn an average of 22.20 cm and in the soybean with a density of 2.50 lb the height is 13.42cm. and in number of leaves in both crops they did not estimate significant differences. To feed the aquaculture species, a bromatological analysis of corn and soy had to be, where the results of the protein were 5.11%, in fat 0.16% in the FVH of soy and the FVH in corn the protein (3.12%) and of fat (0.08).

**Keywords:** Kidney, Hydroponic Green Fodder (FVH), flour.

## Resumo

The of this experimental work was to evaluate the cultivation of corn and soybean under hydroponic conditions for subsequent use in the feeding of aquaculture species (tilapia and lobster). To experimental project, completely random design (DCA) was implemented, where the 10% Corn flour and 6% Soybean FVH was given as a complement, in which they were used in 9 tanks with a capacity of 1000 Lt of water, with three treatments including the witness being sampled every 10 days to take. For the respective statistical analysis, the InfoStat software with the Duncan test ( $p < 0.05$ ) was to height and number of leaves in corn and soybean FVH. The planting density 3lb of corn an average of 22.20 cm and in the soybean with a density of 2.50 lb the height is 13.42cm. and in number of leaves in both crops they did not estimate significant differences. To feed the aquaculture species, a bromatological analysis of corn and soy had to be, where the results of the protein were 5.11%, in fat 0.16% in the FVH of soy and the FVH in corn the protein (3.12%) and of fat (0.08).

**Palavras-chave:** Rim, Forragem Verde Hidropônica (FVH), farinha.

## Introducción

El crecimiento la poblacional ha llevado a los productores de alimentos a buscar nuevos métodos de producción en donde no se requieran grandes extensiones de terreno, pero la principal forma de sembrar soya o maíz es la tradicional en el suelo, porque no se conocen las ventajas de los sistemas hidrónicos para producir forrajes verdes.

Este cultivo hidropónico va integrándose de a poco en el área rural con productores pequeños, mismos que desean mejorar su calidad y cantidad de producción, es decir, obtener productos de mayor tamaño en menor tiempo y costo y con un sistema que se pueda implementar casi en cualquier lugar.

En especies acuícolas, como tal es el caso del cultivo de tilapia y de langosta es de doble propósito ya que son dos especies muy resistentes a cualquier hábitat y pueden vivir en el mismo lugar, beneficiándose una a la otra. La langosta se alimenta de los desechos o residuos que expulsa la tilapia, ayudando a reducir los contenidos de nitrógeno que se encuentra dentro del lugar.

Según Cruz, Ortega y Espinoza (2021), el uso de la hidroponía no es nuevo. Esta técnica agrícola ya era utilizada por los aztecas, según los registros históricos, pero no fue hasta el siglo XIX cuando se descubrió la idea de las soluciones minerales que necesitaban las plantas para su desarrollo. En la actualidad, los agricultores cultivan diversos productos de forma hidropónica como resultado de los avances tecnológicos, la mejora de los métodos a lo largo del tiempo y los mejores procedimientos

El forraje verde hidropónico es el proceso de la germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, trigo, alfalfa etc.) en bandejas. Se efectuará durante un periodo de tiempo, absorbiendo la energía del sol y digiriendo los minerales de la solución nutritiva (Chavarria Torrez, Castillo Castro, & Blanco Roa, 2018).

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos forrajeros más utilizado debido a su alto valor nutritivo y alto rendimiento, lo que permite altos y estables contenidos de FVH en el maíz con diferentes métodos de producción hidropónica.

De acuerdo con factores fisiológicos, genéticos, nutricionales, conductuales y ambientales, la harina de soja (*Glycine max*) hidropónica se presenta en este contexto como una fuente alternativa de alimento y, por su alto contenido proteico, permite complementar su valor con el alimento balanceado, logrando una mayor producción de biomasa en menor tiempo en su fase de desarrollo.

La principal ventaja de la tilapia roja como especie acuícola es que tiene un alto contenido proteínico, costos de producción bajos y un precio de venta competitivo en comparación con otras especies de peces. Es una de las principales especies cuya producción es reconocida a escala mundial. Aunque Ecuador es uno de los principales proveedores de tilapia (filete fresco), Estados Unidos es uno de los mayores consumidores. (Ibarra Sanchez & Ibarra , 2019). La langosta es una especie potencialmente invasora, fenómeno ampliamente registrado en varias partes del mundo. Se caracteriza por una amplia tolerancia a las fluctuaciones de pH, temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, así como por su fuerte potencial reproductivo. (Rodríguez-Almaraz, Mendoza, Aguilera-González, Barriga, & Tirado-Velarde, 2018),

De acuerdo con lo descrito en la presente investigación experimental se realizará con el fin de alimentar las especies acuícolas (langosta roja “red claw” y tilapia roja) con harina hidropónica de maíz y harina hidropónica de soya; y realizar un análisis bromatológico para conocer los macros y micronutrientes del cual se los alimentará durante todo el ciclo de crecimiento de tilapias, langostas en la provincia de Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Tarqui, en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

Se evaluará los beneficios de producir alimentos Hidropónicos de maíz y soya donde se efectuará un análisis bromatológico para conocer los macros y micronutrientes del cual se los alimentará durante todo el ciclo de crecimiento de tilapias, langostas. Con la necesidad de uso de forrajes verdes hidropónicos como alimento para dichas especies acuícolas, con la finalidad de buscar mejor crecimiento y disminuir el tiempo de producción y generar más rentabilidad.

Ya que, en la actualidad, ciertos países del mundo producen el cultivo de tilapia y langosta bajo métodos inapropiados que podrían en riesgo la calidad y la composición nutricional.

En la acuicultura es importante una correcta alimentación ya que es el proceso principal de adquisición de energía y nutrientes; necesarios para el crecimiento, la reproducción y todas las funciones metabólicas de cada individuo.

## **Metodología**

El presente trabajo es una investigación exploratoria, en donde se evaluó el cultivo de maíz y soya bajo condiciones hidropónicas para su posterior uso en la alimentación de especies acuícolas como tilapia y langosta a los cuales se les dio como complemento la alimentación la harina de FVH de maíz al 10%, harina FVH de soya al 6 % y balanceado, durante su periodo de crecimiento.

El proyecto fue realizado en la Facultad Ciencias Agrarias atrás del edificio administrativo, costando de dos áreas, una que pertenece al área de hidroponía y la otra designada para los tanques de piscinas para las especies acuícolas., teniendo un área total de 98 m<sup>2</sup>, con las siguientes coordenadas: 2° 9' 3.473" S 79° 54' 49.696" O

**Tabla 1.**

*Datos Climáticos del proyecto.*

<b>Temperatura</b>	<b>29 °C</b>
<b>Humedad relativa</b>	80%
<b>Precipitación Anual</b>	1025 mm.
<b>Altura</b>	4 m.s.n.m
<b>Clima</b>	Cálido

Se utilizó es el diseño experimental completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos (incluido el testigo) y 3 repeticiones, dando con un total de 9 tanques con tilapias y langostas. Se usó el software INFOSTAT para verificar la etapa de desarrollo de la biomasa (peso y talla) basados con los procedimientos y métodos relacionados con las siguientes etapas: Unidad experimental, área, forma, dimensión y asignación de tratamientos. También se realizó un análisis bromatológico con el fin de saber el valor nutricional de las semillas de Soya y de Maíz.

Se contó con una población de 360 tilapias y 65 langosta de las cual se va a dividir en 9 tanques, en donde cada una tiene un total de 40 tilapias y 7 langostas. El muestreo se lo realizara cada 10 días durante 30 días de los cuales se tomarán 15 tilapias y 5 langosta de cada piscina, dando los valores estadísticos correspondientes a la biomasa. El proyecto de investigación se distribuye de la siguiente manera:

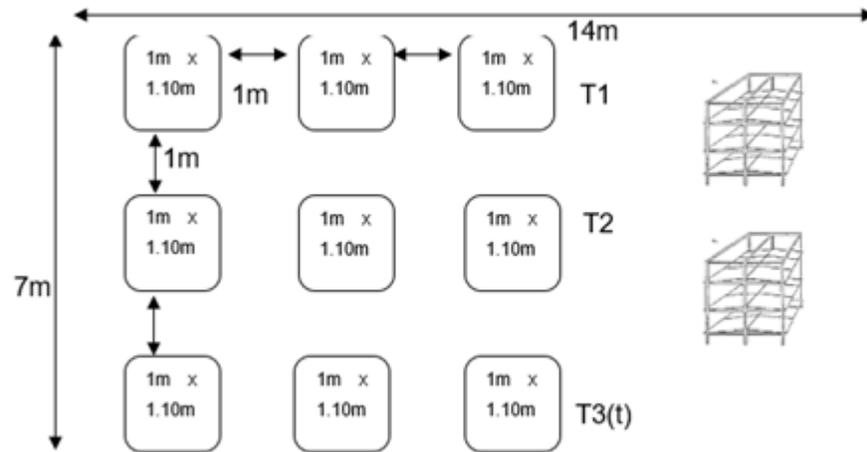
**Tabla 2.**

*Alimentación de los Tratamientos.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Alimentación</b>
<b>Tratamiento 1 Maíz (Ma1)</b>	FVH de Harina soya al 6% + balanceado
<b>Tratamiento 2 Soya (S1)</b>	FVH de Harina de Maíz 10% + balanceado
<b>Tratamiento 3 testigo (t1)</b>	Balanceado

**Figura 1.**

*Croquis de distribución de tratamientos.*



### **Preparación del sitio de trabajo.**

Se procedió a limpiar el lugar del proyecto y a limpiar los tanques para luego instalar el sistema de aireación y de oxígeno para cada uno, también se colocaron tubos para que se pueda drenar y llenar cada uno de los tanques. En el área del forraje hidropónico se instalaron las estructuras metálicas y el sistema con los nebulizadores en cada una. Después se procedió a cubrir el lugar con sarán y con plástico de invernadero para evitar el ingreso de animales depredadores y para cubrir el lugar del sol y de lluvia.

### **Instalación y equipos para FVH de Soya y Maíz**

La producción de forraje verde hidropónico de soya y maíz se realizó dentro de un invernadero cubierto por sarán para evitar el ingreso de animales depredadores y la entrada de los rayos del sol. En donde se encuentran unas estructuras metálicas que se usó para contener las bandejas plásticas y proceder a germinar las semillas para los forrajes hidropónicos.

Se utiliza un sistema de micro aspersores para regar cada dos horas para un total de cuatro riegos de 1 minuto cada día.

Se utilizaron 24 bandejas de plástico de 32 cm de largo por 44 cm de ancho y 2,5 cm de profundidad en cada cultivo; luego se perforaron numerosos agujeros a través de cada bandeja para evitar la acumulación de agua.

### **Instalaciones de tanques para las especies acuícolas**

Un mes antes del ingreso de los alevines se procedió adecuar el todo el perímetro para evitar el ingreso de animales, luego procedí a la instalación de los tanques con sus respectivas tuberías para drenar y para llenar de agua. Dichos tanques tienen una capacidad de 1000 litros y con un sistema de aireación en cada uno.

### **Traslado de las especies acuícolas**

Los alevines fueron trasladados desde el cantón Yaguachi de la provincia del Guayas, hasta Guayaquil. Los cuales fueron ubicados en una funda de plástico transparente con agua y oxígeno, se cerró herméticamente para evitar la pérdida de oxígeno.

### **Aclimatación de las especies acuícolas**

Antes de liberar a las especies en cada uno de los tanques, se los dejó dentro de la funda aproximadamente entre unos 30 a 45 minutos sobre el agua, para igualar ambas temperaturas y evitar un choque térmico. Luego pasado de ese tiempo se procedió a liberarlos en los tanques.

### **Recambios de agua**

Los recambios de agua se realizaron de acuerdo con los resultados de la medición de pH. Reduciendo el nivel del agua aun 30% de cada tanque para después volver a llenarlos por el sistema de riego. normalmente se cambió el agua pasando de 3 a 4 días.

### **Alimentación**

El horario con el cual se procedió a alimentar fue de cada 4 horas iniciando desde las 8h00, 12h00, 16h00. Alimentándolos tres veces al día.

### **Sistema de aireación**

Para realizar este proceso se utilizó dos blower, el cual estaban programado con un temporizador o timer, en donde las maquinas se apagaban automáticamente de acuerdo con el horario de la alimentación (8h00, 12h00, 16h00) y se prendida después de la hora de la alimentación manteniéndose prendida en ese tiempo prolongado hasta el día siguiente.

### **Manejo general**

Se realizo registro de los parámetros: temperatura, oxígeno y pH usando un pH-chimetro digital que me ayudaba a tener los dos valores de la temperatura y del pH; y el oxígeno-metro. Se midieron también el amonio, nitrito y nitrato con el Test Kit.

### **Preparación de FVH de soya y maíz.**

#### **Selección de Semillas**

Obtener semillas de Maíz trueno y semilla de Soya P-34, en un lugar comercial para obtener excelentes resultados en el desarrollo de cada cultivo.

#### **Lavado y Germinación de la semilla**

Con las semillas de soya se procederá a seleccionarlas y a lavarlas con agua limpia. Luego se las dejo en un balde alrededor de 2 horas tapadas para que no reciba el paso de la luz solar.

En las semillas de Maíz se deberá de lavarlas para extraer cualquier químicos o fungicidas. Luego se procedió a dejar en remojo durante 24 horas cubierta con un plástico negro para impedir el ingreso de la luz. Luego se las dejo en una tela hermética para que las semillas puedan tener más calor y así puedan germinar en su totalidad.

#### **Sembrado de las semillas de Soya y de maíz.**

Se coloco diferentes densidades de siembras de 2, 2.5 y 3 libras, en cada una de las bandejas plásticas para después colocarlas en las estructuras metálicas y reciban el riego correspondiente cada 2horas durante un minuto desde la mañana.

### **Recolección y secado de las semillas de Soya y Maíz**

En las semillas de soya luego de haber transcurrido los 7 días de la siembra y que la planta haya desarrollado correctamente, se las deja secar en un lugar donde reciban bastante luz, para después pasarlas por el molino y se obtiene una pasta que luego se la deja secar durante 24 horas a temperatura ambiente en las bandejas plásticas.

En las semillas de maíz se procedió a recolección luego de haber transcurrido 15 días de la siembra y que la planta se haya desarrollado correctamente, se deja secar por un periodo de cuatro días al sol y luego se procede pasarlo por el molino.

### **Molienda y obtención de la harina de soya y maíz hidropónico.**

Ya teniendo seca las dos muestras de harina se procedió a pasarlas de nuevo por el molino para luego obtener la harina hidropónica de soya y maíz.

### **Aplicación de solución nutritiva**

Con el fin de mejorar la nutrición del FVH, se aplicó una solución nutritiva (humus líquido) a partir del 4 día en todas las bandejas experimentales. Se trabajó con dosis de 100 ml diluido en 1L de agua.

### **Programa de alimentación**

Consistió en agregarle al tratamiento 1 con sus dos repeticiones balanceado más el 6% de la harina de soya en cada horario de alimentación (8 am, 12pm, 16pm) y al tratamiento dos con sus dos repeticiones el 10 % de la harina de maíz más balanceado. Al tratamiento 3 (testigo) solo se le dará balanceado.

### **Examen bromatológico de la soya**

Una pequeña muestra de la semilla de soja hidropónica se entregó al laboratorio AVVE tras sembrarse durante 7 días. Para conocer el valor nutritivo de la semilla.

**Tabla 3.**

*Composición de Examen Bromatológica de la Soya P34.*

Condiciones ambientales		Humedad relativa:
		24% - 62%
Parámetros	Unidad	Método de referencia
Humedad muestra original	g/100g	AOAC 20TH 930.04
Cenizas en base seca	g/100g	AOAC 20TH 930.05
Grasa en base seca	g/100g	AOAC 20TH 930.09
Proteínas (Nx 6.25)	g/100g	AOAC 20TH 978.04
Humedad a 100°C por 5 h	g/100g	AOAC 20TH 930.04
Fibra en base seca	g/100g	INEM NTE 0542

### **Examen bromatológico del maíz**

Una pequeña muestra de la semilla de maíz hidropónica se entregó al laboratorio AVVE tras sembrarse durante 15 días. Para conocer el valor nutritivo de la semilla.

**Tabla 4.**

*Composición de Examen Bromatológico del Maíz.*

Método	Parametro
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	Proteína
Folch Modificado	Grasa
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	Humedad
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	Ceniza
AOAC 978.1	Fibra
Clegg-Antrone	Carbohidratos totales
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	Energía
AOAC 968.08	Hierro
AOAC 965.17	Fosforo
AOAC 927.02	Calcio
AOAC 975.03	**Magnesio
AOAC 986.16	**Potasio

AOAC 965.09

\*\*Sodio

Se realizó el peso con una balanza electrónica realizando cada 10 días seleccionando 15 peces y 5 langostas aleatoriamente durante 30 días que duro la investigación teniendo un total de 4 muestreos.

Formula:

$$\text{Peso promedio (gr)} = \frac{\text{peso total de los peces (gr)}}{\text{\# peces}}$$

Se realizó el muestreo de la talla con una cinta métrica seleccionando 15 peces y 5 langosta aleatoriamente cada 10 días midiendo desde la cola hasta la aleta caudal.

Formula:

$$\text{Medición Promedio} = \frac{\text{Medición Total de los peces}}{\text{\# Peces}}$$

Para calcular el porcentaje de mortalidad se tomó en cuenta el número de peces muertos diarios, con relación al número total de peces vivos por semana (para cada tratamiento).

Formula:

$$\text{Mortalidad \%} = \frac{\text{\# de peces vivos} \times 100}{\text{\# de peces sembrados por tratamiento}}$$

Al obtener la biomasa total de la finalización del estudio de cada tanque, muestreos realizados y alimentación aplicada en el periodo de alimentación obtenemos por medio de la formula la conversión alimenticia.

Formula:

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{Ganancia de Peso}}$$

Ganancia de Peso

Se eligieron al azar 15 plantas de cada densidad 7 días de su desarrollo y se midieron con una regla de 15 cm. En el cultivo de maíz se midieron después de los 15 días de su desarrollo y se midieron con una regla de 30 cm desde la base hasta la parte superior de las plantas.

Se eligieron al azar 15 plantas de cada densidad y se contó el número de hoja que tenía cada una, a un día antes de la cosecha, es decir en la soya se realizó a los 7 días de haber tenido su proceso germinativo y su crecimiento. En el maíz a los 15 días de haber tenido su proceso germinativo y su crecimiento.

En cada cultivo de soya y de maíz las densidades que se usaron en las bandejas fueron de 2 lb, 2.5 lb y de 3l. teniendo un total de 24 bandejas ya que en cada densidad se usaron 8 bandejas. Se utilizó una balanza digital para pesar las bandejas que contiene la materia fresca de la soya y del maíz, se las peso en libras.

Se debe de tomar en cuenta que la soya y el maíz una vez germinado y con la altura necesaria pasa a un proceso de secado mediante la luz solar, dicho proceso será después de una a dos semanas dependiendo el clima. Y luego será pesado mediante una balanza digital.

El peso en harina se lo tomo cuando el peso de la materia seca es pasado por un molino y dicho contenido es pesado en una balanza digital.

## Resultados

### Análisis de los resultados bromatológicos de la soya

El examen bromatológico del forraje soya hidropónico arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 5.11% y fibra seca 4.33 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para la producción de especies acuícolas de tilapia y langosta.

### Tabla 5.

*Resultados del Análisis Bromatológico de la Soya.*

Condiciones ambientales		Temperatura: 22°C – 33°C Humedad relativa: 24% - 62%	
Parámetros	Unidad	Resultados	Método de referencia
Humedad muestra original	g/100g	70,19	AOAC 20TH 930.04
Cenizas en base seca	g/100g	0,66	AOAC 20TH 930.05
Grasa en base seca	g/100g	0,16	AOAC 20TH 930.09
Proteínas (Nx 6.25)	g/100g	5,11	AOAC 20TH 978.04

Humedad a 100°C por 5 h g/100g 65,73

AOAC 20TH 930.04

Fibra en base seca g/100g 4,33

INEM NTE 0542

### Análisis de los resultados bromatológicos

El examen bromatológico del forraje maíz hidropónico Trueno NB7443 arrojó como resultado un porcentaje de proteína de 3.12% y fibra de 0,97 % que junto con el balanceado podría ser usado como alimentación complementaria para las especies acuícolas de tilapia y langosta.

**Tabla 6.**

*Resultados del Análisis Bromatológico del Maíz.*

Método	Parametro	Resultados
POE-UBA-01 Basado en AOAC 17th 984.13	<b>Proteína</b>	3.12 %
Folch Modificado	<b>Grasa</b>	0.08 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 930.15	<b>Humedad</b>	83.89 %
POE-UBA-02 Basado en AOAC 942.05	<b>Ceniza</b>	0.41 %
AOAC 978.1	<b>Fibra</b>	0.97 %
Clegg-Antrone	<b>Carbohidratos totales</b>	5,69 %
Codex CAC-GL2-EN (calculo)	<b>Energía</b>	35,96 Kcal/100g 450.46(kj/100g)
AOAC 968.08	<b>Hierro</b>	1.61 mg/kg
AOAC 965.17	<b>Fosforo</b>	491.01 mg/kg
AOAC 927.02	<b>Calcio</b>	253.79 mg/kg
AOAC 975.03	<b>**Magnesio</b>	283.88 mg/kg
AOAC 986.16	<b>**Potasio</b>	0.22 mg/kg
AOAC 965.09	<b>**Sodio</b>	41.37 mg/kg

### Altura de la planta (cm)

#### Soya

Los valores del análisis de varianza según el forraje hidropónico (FVH) de soya no estimaron diferencias significativas en las densidades en estudio. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación mostro un resultado de 16.80%.

**Tabla 7.**

*Coefficiente de Variación de la altura de soya.*

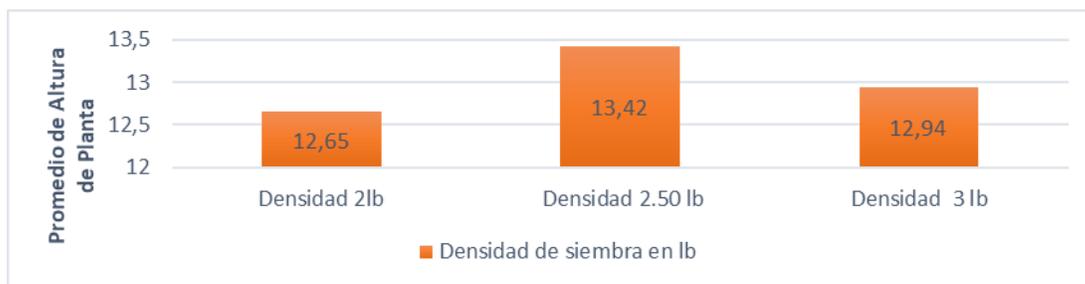
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
<b>Modelo</b>	2.40	2	1.20	0.25	0.7797
<b>Tratamiento</b>	2.40	2	1.20	0.25	0.7797
<b>Muestra</b>	0.00	0	0.00	sd	sd
<b>Error</b>	100.21	21	4.77		
<b>Total</b>	102.61	23			
<b>CV (%)</b>	16.80				

De acuerdo con las distintas densidades de siembra presento una mínima diferencia, en los promedios de la variable altura de planta, en la densidad de siembra de 2.50 lb el promedio total fue de 13.42 cm, sin embargo, en las densidades de 2 lb y 3 lb fueron 12.65 cm y 12.94 cm.

Con relación en el programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística mostrando que la densidad de siembra con 2.50 lb señalo mayor resultado con una media de 13.42 cm y el promedio menos significativo fue la densidad de 2 lb con 12.65 cm.

**Figura 2.**

*Representación del Promedio de Altura del FVH de Soya.*



Según Silva Orlando (2013) menciona que en la variable altura de planta en el cultivo de Trigo un, Avena y Cebada no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, por lo

tanto el promedio de la altura de planta a los 6 días presento 1.05 cm en trigo, 1.02 cm en avena, y 1.06cm en cebada.

### Maíz

Los valores del análisis de varianza según el forraje hidropónico (FVH) si estimaron diferencias significativas en las densidades en estudio. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación mostro un resultado de 1.61%.

#### Tabla 8.

*Coefficiente de variación de Altura en Maíz.*

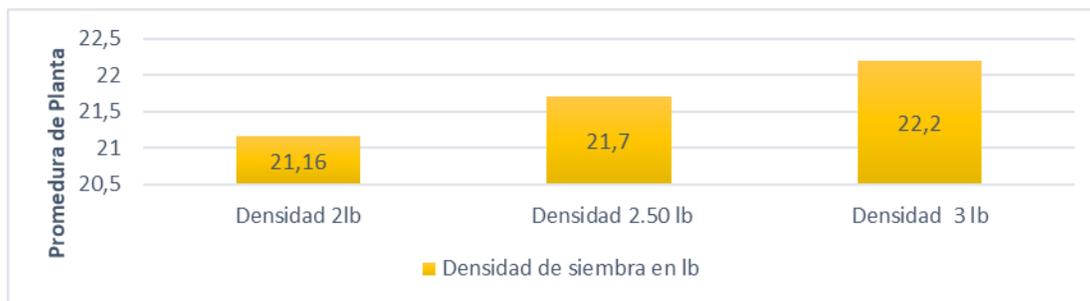
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p – valor</b>
<b>Modelo</b>	4.35	2	2.17	17.92	< 0.0001
<b>Muestra</b>	0.00	0	0.00	sd	sd
<b>Densidad</b>	4.35	2	2.17	17.92	< 0.0001
<b>Error</b>	2.55	21	0.12		
<b>Total</b>	6.90	23			
<b>CV (%)</b>	1.61				

De acuerdo con las distintas densidades de siembra presento diferencia, en los promedios de la variable altura de planta, sin embargo, la mayor fue en la densidad de siembra de 3 lb el promedio total fue de 22.20 cm mientras que, en la densidad de 2 lb la media fue de 21.16 y en la 2.5 lb fue de 21.70 cm.

Con relación en el programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística mostrando que la densidad de siembra con 3 lb señalo mayor resultado con una media de 22.20 cm y el promedio menos significativo fue la densidad de 2 lb con 21.16 cm.

**Figura 3.**

*Representación de Promedio de Altura FVH de Maiz.*



Según Silva (2013) la variable de altura de planta en el forraje hidropónico de trigo obtuvo un promedio de 10.26 cm en la planta registrada a los 15 días del remojo para cada tratamiento con aplicación de productos nutritivo.

### Numero de hoja

#### Soya

Los valores del análisis de varianza según el forraje hidropónico (FVH) de soya no estimaron diferencias significativas en las densidades en estudio. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación mostro un resultado de 13.77%.

**Tabla 9.**

*Coefficiente de variación en Numero de hoja en Soya.*

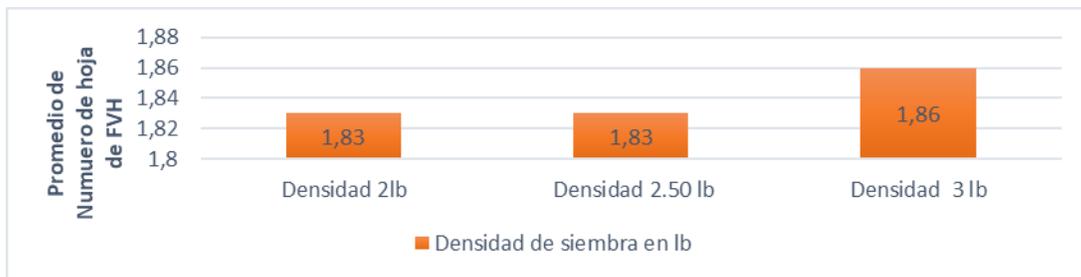
F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
<b>Modelo</b>	0.01	2	3.1E-03	0.05	0.9526
<b>Muestra</b>	0.01	2	3.1E-03	0.05	0.9526
<b>Densidad</b>	0.00	0	0.00	sd	sd
<b>Error</b>	1.35	21	0.06		
<b>Total</b>	1.36	23			
<b>CV (%)</b>	13.77				

De acuerdo con las distintas densidades de siembra no demostraron diferencia, en los promedios de la variable número de planta, ya que las densidades de siembra de 2 lb y de 2.5 dieron media similar de 1.83. Con relación al programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se

comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística determinando que la densidad de siembra con 3 lb señaló mayor resultado con una media de 1.86 en el promedio del número de hoja.

**Figura 4.**

*Representación de Promedios de Numero de Hoja FVH de Soya.*



Según Coveña (2021) en la variable número de hoja en el cultivo de cebada demostró una diferencia estadística a los 13 y 16 días con un promedio de 1.51 y 1.71 respectivamente.

### Maíz

Los valores del análisis de varianza según el forraje hidropónico (FVH) de maíz no estimaron diferencias significativas en las densidades en estudio. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación mostro un resultado de 2.31%.

**Tabla 10.**

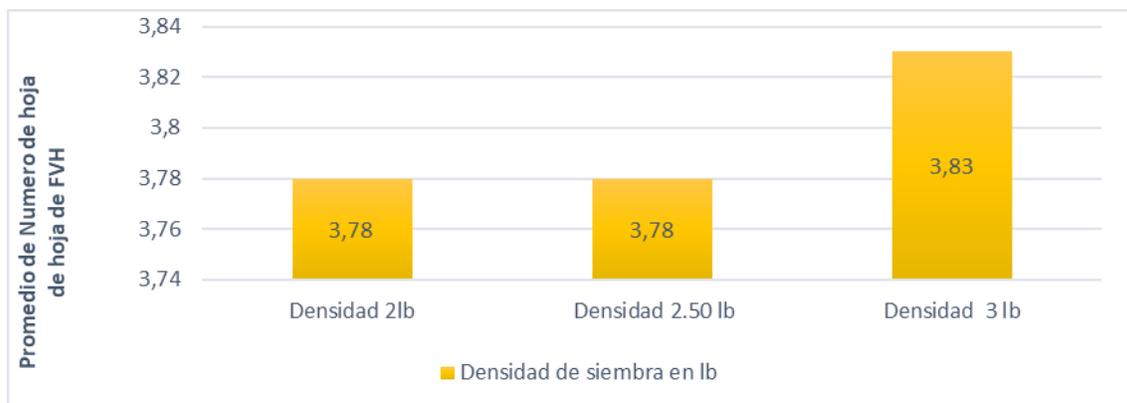
*Coficiente de variación de Numero de hoja de Maíz.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p – valor
<b>Modelo</b>	0.01	2	0.01	0.87	0.4336
<b>Muestra</b>	0.00	0	0.00	sd	sd
<b>Densidad</b>	0.01	2	0.01	0.87	0.4336
<b>Error</b>	0.16	21	0.01		
<b>Total</b>	0.18	23			
<b>CV (%)</b>	2.31				

De acuerdo con las distintas densidades de siembra no demostraron diferencia, en los promedios de la variable número de planta, ya que las densidades de siembra de 2 lb y 2.50 lb dieron una media igual de 3.78. Con relación al programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística determinando que la densidad de siembra con 3 lb señaló mayor resultado con una media de 3.83 en el promedio del número de hoja.

### Figura 5.

*Representación de Numero de hoja de FVH de Maíz.*



Según Alzamora (2022) en la variable número de hoja en el cultivo de maíz y de cebada, se pudo determinar que en esta variable no existe diferencia significativa pero si diferencia numérica, el tratamiento 1, 2 y 4 obtuvieron un valor de 2 cantidad de hojas a los 7 días, mientras que los tratamientos 3, 4 y 5 obtuvieron una hoja a los 7 días.

### Peso de FVH

#### Soya

Los valores del análisis de varianza según las variables en peso de materia fresca, seca y harina en el FVH de soya si estimaron diferencias significativas en el peso fresco, peso seco y en harina. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación (CV) mostro un resultado de 6.06%.

**Tabla 11.**

*Peso: fresco, seco y harina de soya.*

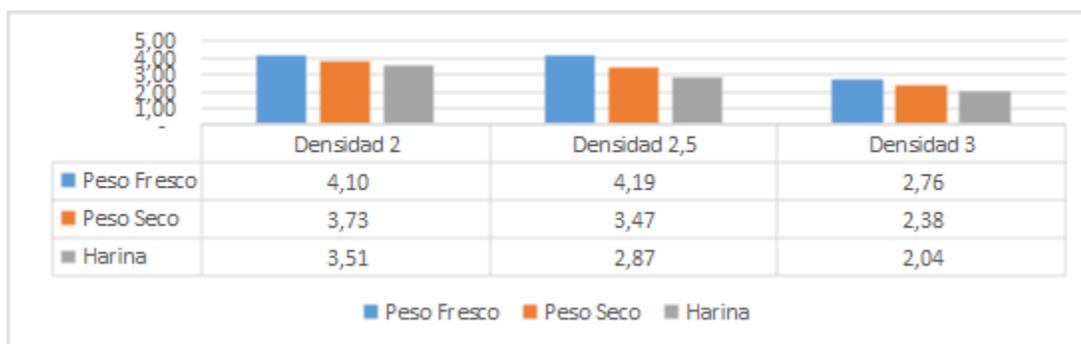
MUESTRA	Medias	N	E. E.	
HARINA	2.80	3	0.11	A
PESO SECO	3.19	3	0.11	A
PESO FRESCO	3.68	3	0.11	B

Con relación al programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística determinando que el peso vario a cada toma ya que el Peso fresco es el que tiene mayor porcentaje de Media de 3.68 debido a que la planta se mantiene en su estado, sin embargo, en el Peso seco y en Harina va disminuyendo en cada una debido a que la planta pasa a secarse perdiendo temperatura, humedad debido a los rayos del sol.

De acuerdo con las densidades de siembra se demostró que la densidad de 2.50 lb obtuvo una media mayor de 3.51 de Peso, mientras que en la densidad de 3 lb el peso fue de 2.39 y en la densidad de 2 lb fue de 3.78.

**Figura 6.**

*Peso FVH de Soya.*



Según (Catuto Suarez, 2013) obtuvo como resultado en la variable del peso en estado fresco, el mayor peso de la planta se encontró en el tratamiento 5 (INIAP 308 + N-DURE) con una media de 6,85 g.

## Maíz

Los valores del análisis de varianza según las variables en peso de materia fresca, seca y harina en el FVH de soya si estimaron diferencias significativas en las dos densidades de siembra en estudio. Con un total de 24 bandejas germinadoras el coeficiente de variación (CV) mostro un resultado de 12.48%.

### Tabla 12.

*Peso: fresco, Seco y harina de maíz.*

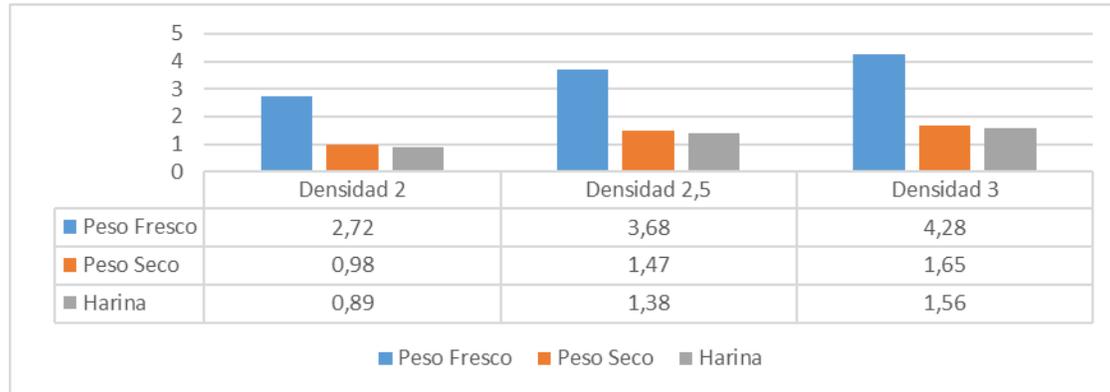
Muestra	Medias	N	E. E	
Harina	1.28	3	0.15	A
Peso Seco	1.37	3	0.15	A
Peso Fresco	3.56	3	0.15	B

Con relación al programa INFOSTAT para realizar el análisis estadístico se comprobó los resultados del test de Duncan al 5% de probabilidad estadística determinando que el peso vario a cada toma ya que el Peso fresco es el que tiene mayor porcentaje de Media de 3.56 debido a que la planta se mantiene en su estado, sin embargo, en el Peso seco (1.37) y en Harina (1.28) va disminuyendo en cada una debido a que la planta pasa a secarse perdiendo temperatura, humedad debido a los rayos del sol.

De acuerdo con las densidades de siembra se demostró que la densidad de 3 lb obtuvo una media mayor de 2.50 de Peso, mientras que en la densidad de 2.50 el peso fue de 2.18 y en la densidad de 2 lb fue de 1.53 peso.

**Figura 7.**

*Peso de FVH de Maíz.*



Según (Romo, 2022) el rendimiento de materia fresca se obtuvo a los catorce días antes de cosechar, los resultados indican que el tratamiento 2 (biol porcino 150ml) obtuvo el mayor rendimiento con un valor de 685.8 gr, seguido por el tratamiento 1 (biol porcino 100ml) con 674.2 gr y el rendimiento más bajo fue el tratamiento 5 (ácido húmico) con 507.2 gr.

### **Peso de las especies acuícolas**

Según los muestreos que se realizó en cada tanque se puede observar que en el Tratamiento 2 alimentado con el FVH de Harina de Soya al 6 %, obtuvo un promedio de 80.78 gr, mientras que en el tratamiento 1 alimentado FVH de Harina de Maíz 10% peso 48.28 gr y en el tratamiento 3 testigo hubo un incremento de 20.10 gr , de tal manera que se logra determinar que en el tanque del Tratamiento 2 con alimentado con el FVH de Harina de Soya al 6 %, logro adquirir resultados superiores a los demás tratamientos.

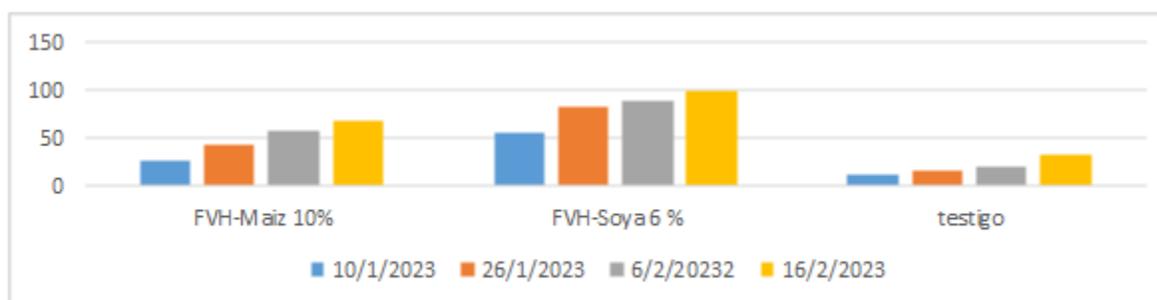
**Tabla 13.**

**Peso de las especies acuícolas.**

Fecha	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	FVH de Maíz al 10 %	FVH de Soya al 6%	Testigo
10/1/2023	25,64	55,11	12,53
26/1/2023	42,47	81,59	14,77
6/2/2023	57,55	87,77	20,62
16/2/2023	67,46	98,64	32,48
Promedio	48.28	80.78	20.10

**Figura 8.**

*Peso de las Tilapia y Langosta.*



Según Villafuerte (2021) , en el cultivo de tilapia con el alimento complementario con maiz y vitamina C dio como resultado en el tratamiento A1 en la variable de peso logró un aumento de 8,5 gramos, el tratamiento A2 produjo un aumento de peso de 6,35 gramos y en el grupo de control, se produjo un aumento de 8,05 gramos, lo que demuestra que el grupo A1 superó al resto.

**Talla de las especies acuicolas**

Según los muestreos que se realizó en cada tanque se puede observar que en el Tratamiento 2 alimentado con el FVH de Harina de Soya al 6 %, obtuvo un promedio de 12.60 cm en talla, mientras que en el tratamiento 1 alimentado FVH de Harina de Maíz 10% obtuvo un promedio de 12.00 cm y en el tratamiento 3 testigo hubo un incremento de 9.50 cm, de tal manera que se logra

determinar que en el tanque del Tratamiento 2 con alimentado con el FVH de Harina de Soya al 6 %, logro adquirir resultados superiores a los demás tratamientos.

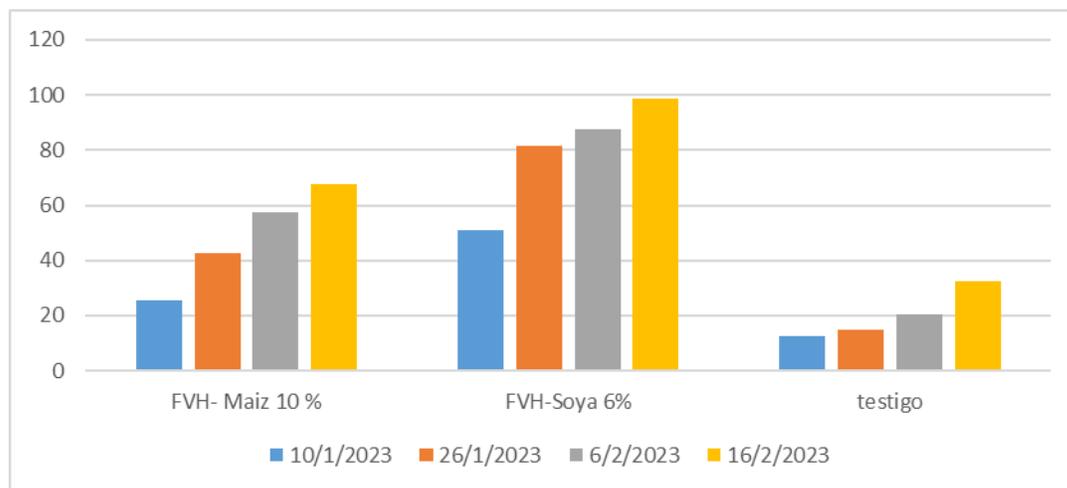
**Tabla 14.**

*Talla de las especies acuícolas.*

Fecha	Tratamiento 1 FVH de Maíz al 10 %	Tratamiento 2 FVH de Soya al 6%	Tratamiento 3 testigo
10/1/2023	10,07	10,78	8,37
26/1/2023	11,33	12,55	8,91
6/2/2023	12,88	13,15	9,40
16/2/2023	13,73	13,91	11,31
Promedio	12.00	12.60	9.50

**Figura 9.**

*Talla de Tilapia y Langosta.*



Según Villafuerte (2021), en el cultivo de tilapia con el alimento complementario con maiz y vitamina C dio como resultado el tratamiento A1 en la variable Talla logró un aumento de 7.41 cm , el tratamiento A2 produjo 6.9 cm y en el grupo de control, se produjo un aumento de 7.30 cm, lo que demuestra que el grupo A1 superó al resto.

## Mortalidad

En el transcurso del proyecto de investigación que se realizó con la alimentación complementaria de FVH de harina de soya y maíz del forraje hidropónico el cual tuvo una duración de 60 días se obtuvo un porcentaje de mortalidad donde el Tratamiento 1 de FVH de maíz al 10% dio un promedio de 2% mientras que en el tratamiento 2 FVH de soya al 6 % fue de 2.25 % y en el testigo fue de 3.25%.

**Tabla 15.**

*Mortalidad de las especies acuícolas.*

Fecha	T1-FVH de Maiz al 10%	T2- FVH de Soya al 6%	testigo
10/1/2023	1	3	3
26/1/2023	5	2	4
6/2/2023	2	2	2
16/2/2023	0	2	4
promedio	2	2,25	3,25

Según Villafuerte (2021) los promedios obtenidos por el parámetro de mortalidad en el cultivo de tilapia fueron en A1 1% y A2% 1,50% mientras que en el testigo fue del 3%.

## Conclusión

Se concluye de acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación exploratoria las siguientes conclusiones:

- El forraje verde hidropónico de Maíz en la variable altura de planta si estimaron diferencias significativas la mayor fue en la densidad de siembra de 3 lb el promedio total fue de 22.20 cm. Y en el número de hoja no estimaron diferencias significativas.
- En el forraje verde hidropónico de la soya en los promedios no estimaron diferencias significativas en las variables de altura de planta y numero de hojas; en la altura de planta la densidad de siembra de 2.50 lb el promedio fue de 13.42 cm, y en el número de hoja no estimaron diferencias significativas con un coeficiente de variación de 16.80%
- El análisis bromatológico de Soya presento los niveles más altos de proteínas con 5.11% y con grasa de 0.16%, debido a que el forraje contiene nutrientes más digestibles para estas

especies. Y el análisis bromatológico del maíz presento niveles bajos de proteína con 3.12% y de grasa de 0.08%

- En el peso y talla de las especies acuícolas (tilapia y langosta) obtuvieron mejor resultados en la alimentación fue en el tratamiento 2 alimentado con el FVH de Harina de Soya al 6 %, obtuvo un promedio total de 80.78 gr y de talla obtuvo un promedio de 12.60 cm.

## Referencias

- Alzamora, M. (2022). *Obtención de forraje verde hidropónico de maíz (zea mays l.) Y cebada (hordeum vulgare l.) En el cantón Guayaquil, provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil, Facultad Ciencias Agrarias. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63631/1/TESIS%20AMY%20ALZAMORA.pdf>
- Catuto Suarez, A. (2013). *Efecto de inoculación de rhizobium en el crecimiento y nutrición de plántulas de soya, en la zona de Manglaralto, cantón Santa Elena*. Universidad Estatal, Ciencias Agrarias, La Libertad - Ecuador.
- Chavarria Torrez, A., Castillo Castro, S., & Blanco Roa, N. (2018). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(8), 1032-1039. doi:<https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
- Coveña Morales , N. (2021). *Desarrollo de forraje verde de cebada (hordeum vulgare) en condiciones hidropónicas*. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Ciencias Agrarias, Guayaquil- Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56260/1/Cove%20C3%B1a%20Morales%20Nara%20Estefan%20C3%ADa.pdf>
- Cruz, S., Ortega , J., & Espinoza , E. (Octubre de 2021). *Maíz & soya por Imagen & Comunicación*. (M. N. Escobar, Editor, & imagen comunicacion) Obtenido de <https://www.maizysoya.com/lector.php?id=20200822>

- Ibarra Sanchez, J., & Ibarra , J. (2019). “*Producción, comercialización y rentabilidad del cultivo de tilapia roja*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3690/1/T-UTEQ-054.pdf>
- Rodríguez-Almaraz, G., Mendoza, R., Aguilera-González, C., Barriga, C., & Tirado-Velarde, M. (Diciembre de 2018). Registros adicionales de poblacionessilvestres del acocil australiano *Cheraxquadricarinatus* en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad (2018) 1322-1327*, 89(4). doi:<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.4.2065>
- Romo, D. (2022). *Obtención de forraje hidropónico verde de maíz (zea mays l) con aplicación de biofertilizante en el cantón Milagro*. Trabajo de Titulacion, Universidad de Guayaquil, Ciencias Agrarias. Obtenido de <file:///C:/Users/pc2/Desktop/TESIS%20Domenica%20Romo%20Quinde.pdf>
- Silva , L. (Agosto de 2013). “*Tratamiento pre germinativo de las semillas de trigo (triticum sativum), avena (avena sativa) y cebada (hordeum vulgare) en cultivos hidropónicos*”. Universidad Tecnica de Ambato, Ingenieria Agronomia, Cevallos-Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10545/1/Tesis-103%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20327.pdf>
- Villafuerte , J. (2021). *Evaluación de parámetros zootécnicos de oreochromis spp alimentados con fvh de maíz al 8% y ácido ascórbico en piscinas de tierra*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53692/1/JOEL%20VILLAFUERTE%20SORNOZA%20TESIS%20.pdf>