

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Eficiencia de la remoción de macronutrientes en un sistema
hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Jhonatan Emanuel Aranda Castillo

Suymi Pilar Soto Yarasca

Asesor:

Mag. Joel Hugo Fernández Rojas

Lima, Diciembre de 2023

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Joel Hugo Fernandez Rojas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia de la remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo”** los autores Jhonatan Emanuel Aranda Castillo y Suymi Pilar Soto Yarasca tiene un índice de similitud de 9 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 7 días del mes de enero del año 2024



Joel Hugo Fernández Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **26 días** día(s) del mes de **diciembre** del año 2023 siendo **las 09:30 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez**, el secretario: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, y los demás miembros: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga y el Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y el asesor **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Eficiencia de la remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo"

de los bachilleres: a) **SUYMI PILAR SOTO YARASCA**

b) **JHONATAN EMANUEL ARANDA CASTILLO**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidatos hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por los candidatos. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **SUYMI PILAR SOTO YARASCA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno


Candidato (b): **JHONATAN EMANUEL ARANDA CASTILLO**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó a los candidatos a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente
 Mg. Iliana Del Carmen
 Gutiérrez Rodríguez



 Secretario
 Mg. Jackson Edgardo
 Pérez Carpio

 Asesor
 Mg. Joel Hugo
 Fernández Rojas

 Miembro
 Mg. Milda Amparo
 Cruz Huaranga

 Miembro
 Ing. Orlando Alan
 Poma Porras

 Candidata
 Suymi Pilar Soto
 Yarasca

 Candidato
 Jhonatan Emanuel
 Aranda Castillo

INDICE GENERAL

RESUMEN	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1. Descripción del lugar de estudio.....	9
2.2. Materiales para el fermento de cuy.....	9
2.3. Materiales para la construcción del sistema hidropónico.....	10
2.4. Metodología y elaboración del fermento de cuy.....	11
2.5. Construcción del sistema hidropónico	12
2.6. Análisis estadístico.....	14
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	14
3.1. Resultados de las características físicas de la planta de trigo.	14
3.2. Resultados del ph.	15
3.3. Resultados de conductividad eléctrica.....	16
3.4. Resultados del nitrógeno.	17
3.5. Resultados de fosforo.	19
3.6. Resultados de potasio.....	20
3.7. Análisis de las características físicas del crecimiento del trigo.	21
3.7.1. Peso de la planta de trigo	21
3.7.2. Volumen de la planta.....	22
3.7.3. Altura máxima	23
3.7.4. Altura mínima.....	24
3.8. CORRELACIÓN.....	25
4. CONCLUSIÓN	26
5. REFERENCIAS	27
6. ANEXOS	30
6.1. Evidencia del artículo en la revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.....	30
6.2. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis, aprobado por el consejo.....	31

6.3.	Diseño del sistema hidropónico en vista de 2D y 3D	32
6.4.	Manual Técnico de Forraje Hidropónico FAO	33
6.5.	Resultados de Laboratorio de Escuela de Ingeniería Ambiental.....	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de ubicación	9
Figura 2.	Elaboración del fermento de cuy.	11
Figura 3.	Construcción del sistema hidropónico.....	13
Figura 4.	Germinación y remoción de macronutrientes.....	13
Figura 5.	Resultados de bloque del ph por tratamientos y días.....	15
Figura 6.	LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.....	15
Figura 7.	Resultados de bloque de la conductividad eléctrica por tratamientos y días.	16
Figura 8.	LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.....	17
Figura 9.	Resultados de bloque del nitrógeno por tratamientos y días.....	18
Figura 10.	LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.....	18
Figura 11.	Resultados de bloque del nitrógeno por tratamientos y días.....	19
Figura 12.	LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.....	19
Figura 13.	Resultados de bloque del potasio por tratamientos y días.	20
Figura 14.	LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.....	21
Figura 15.	Resultados en bloques del peso de la planta.	21
Figura 16.	LSD de FISHER para el peso de la planta.	22
Figura 17.	Resultados en bloques del volumen de la planta.	22
Figura 18.	LSD de FISHER para el volumen de la planta.	23
Figura 19.	Resultados en bloques para la altura máxima de la planta.....	24
Figura 20.	LSD de FISHER para la altura máxima.....	24
Figura 21.	Resultados en bloques de la altura mínima.....	24
Figura 22.	LSD de FISHER para la altura mínima.	25
Figura 23.	Correlación de las características físicas de las plantas.	25

Figura 24 Evidencia del artículo en la revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente	30
Figura 25 Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis, aprobado por el consejo.....	31
Figura 26. Diseño del sistema hidropónico vista 2D.....	32
Figura 27.Diseño del sistema hidropónico vista 3D.....	32
Figura 28 Manual Técnico de Forraje Hidroponico- FAO.....	33
Figura 29 Resultados de Laboratorio- Día 1	34
Figura 30 Resultados de Laboratorio- Día 7	35
Figura 31 Resultados de Laboratorio- Día 14	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales para la fermentación del estiércol de cuy	9
Tabla 2.Materiales del sistema hidropónico.....	10
Tabla 3. Resultados de las características físicas de la planta de trigo.....	14

Eficiencia de la remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar la eficiencia de la remoción de macronutrientes de un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo. Para ello, se realizó 6 tratamientos al (t1=0%, t2=20%, t3=40%, t4=60%, t5=80% y t6=100%) de nutrientes. Los resultados obtenidos de los parámetros respectivamente fueron el ph del t1 son estadísticamente diferentes y mayores a los otros, de la misma manera los t2, t3, t4, t5 y t6 guardan semejanza; conductividad eléctrica del t5 y t6 son estadísticamente semejantes y mayores a los otros, nitrógeno t1, t2, t3, t4, t5 y t6 son estadísticamente semejantes en la concentración; fosforo en el t5 y t6 son semejantes entre sí en la concentración, en tanto, los t1, t2, t3 y t4 mantienen semejanza entre sí; potasio en el t5 y t6 son semejantes entre sí en la concentración, en tanto, los t1, t2, t3 y t4 mantienen semejanza entre sí. En un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando la planta de trigo tuvo mejor remoción en el tratamiento t5 y t6 con fermento de cuy. El parámetro de la conductividad eléctrica tuvo eficiencia de remoción de 66.8% en el t5 y del 65.6% en el t6. En el ph tuvo un aumento 18% en t5 y el 14.2% en el t6. El nitrógeno tuvo remoción de 89% Y 100% en el t5. El fosforo tuvo remoción de 79% en el t5 y 71.4 en el t6. El potasio tuvo remoción de 87% en el t5 y 92.4% en el t6.

Palabras claves: *sistema hidropónico, remoción, macronutrientes.*

Efficiency of macronutrient removal in a hydroponic system with guinea pig ferment using wheat

Abstract

The objective of this research was to determine the efficiency of macronutrient removal from a hydroponic system with guinea pig ferment using wheat. For this, 6 treatments were carried out (t1=0%, t2=20%, t3=40%, t4=60%, t5=80% and t6=100%) of nutrients. The results obtained from the parameters respectively were the ph of t1 are statistically different and greater than the others, in the same way t2, t3, t4, t5 and t6 are similar; electrical conductivity of t5 and t6 are statistically similar and greater than the others, nitrogen t1, t2, t3, t4, t5 and t6 are statistically similar in concentration; phosphorus in t5 and t6 are similar to each other in concentration, while t1, t2, t3 and t4 maintain similarity to each other; potassium in t5 and t6 are similar to each other in concentration, while t1, t2, t3 and t4 maintain similarity to each other. Hydroponic system with guinea pig ferment using the wheat plant, it had better removal in treatment t5 and t6 with guinea pig ferment. The electrical conductivity parameter had a removal efficiency of 66.8% in t5 and 65.6% in t6. The ph had an increase of 18% in t5 and 14.2% in t6. Nitrogen had a removal of 89% and 100% in t5. Phosphorus had removal of 79% in t5 and 71.4 in t6. Potassium had removal of 87% in t5 and 92.4% in t6.

Keywords: *hydroponic system, removal, macronutrients.*

1. INTRODUCCIÓN

Según la FAO, las tasas de crecimiento de alimentación mundial y los rendimientos de los cultivos han disminuido, en el tierra hay alrededor de 842 millones de personas que no tienen la cantidad de alimento necesario para comer, esto se debe por diversos factores como: escasez de agua, cambio climático, suelos infértiles y contaminados (Arias, 2015) . En la actualidad se estima que menos del 25% de la superficie terrestre está apto para el cultivo del suelo, pero para el 2050 esta proporción caerá al 10%, debido perdidas de tierras fértiles, uso de pesticidas y fertilizantes (Cerrillo, 2018).

En el Perú la problemática que afronta es la escasez de suelos agrícolas, en la región costa tenemos valles aluviales, son suelos de origen aluviónico, pero presenta escasez de agua y solo se realiza una cosecha al año. En la región sierra tenemos dos tipos de suelos laborables: secano y regadío. Los suelos de regadío se localizan en los valles interandinos, manantiales o puquiales, estos están sometidos a una explotación intensiva, cuando tienen agua permanente. Los suelos secanos se encuentran en los flancos andinos y producen por efecto oportuno de la lluvia, pero si son afectadas por las plagas y si las lluvias son irregulares se vuelve improductivo, ya que la sequía y las heladas, etc. afectarían el cultivo. En la selva alta es una zona agrícola, pero en la selva baja tiene suelos que se puede inundar, en donde el desarrollo agrícola es restringido (Palma Quito, 2018).

En el departamento de Lima, tenemos suelos áridos y los pocos suelos fértiles han llegado a desaparecer en los últimos años a causa de la sobrepoblación y construcción de viviendas (La Rosa, 2018). En localidad de la era- ñaña, Lurigancho-Chosica, presenta un suelo árido y rocoso, por ende, no es cultivable. Al aplicar la hidroponía permitirá implementar una ocurrencia alternativa de cultivo, al igual que el fermento del cuy como nutriente y fertilizante para cultivo. Por lo cual, esta metodología servirá como trabajo de investigación con fines de crear destrezas pro- ambientales a la población del lugar mencionado y presentar una alternativa de producción con el sistema hidropónico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del lugar de estudio

La comunidad de La Era-Ñaña se sitúa en las afueras del distrito de Lima aproximadamente 19.5 Km de la capital, del departamento de Lima, perteneciendo al distrito de Lurigancho Chosica. La dirección es Mz J-1 Lote 11, geográficamente se encuentra localizado entre las coordenadas 11°58'17.5" Latitud Sur y 76°50'22.6" Longitud Oeste, a unos 850 m.s.n.m. de altitud.



Figura 1 Mapa de ubicación

Figura 1. Mapa de ubicación

2.2. Materiales para el fermento de cuy

Para la elaboración del fermento de cuy se utilizaron los siguientes materiales:

Tabla 1. Materiales para la fermentación del estiércol de cuy

Cantidad	Materiales
3L	Agua limpia
2Kg	Estiércol de cuy
400ml	Leche fresca
500ml	Jugo de alfalfa
1L	Restos de pescado (liquido)
20L	Balde
1	Malla fina
5L	Botellas

2.3. Materiales para la construcción del sistema hidropónico

Se emplearon los siguientes materiales para la elaboración del sistema hidropónico:

Tabla 2. Materiales del sistema hidropónico.

Cantidad	Materiales
2 kg	Semilla de trigo
4	Plástico negro grandes
6	Tubo PVC 4" de 3m
1	Pegamento
1	Taladro
1	Cortadora
1	Cierra
6	Blandes de 20L
2	Lijas
1	Temporizador
1	Panel solar 1/2m ²
6	Bombas de agua 5w
1	Supresor de 6 picos
2	Tomacorrientes
4m	Cable eléctrico
1	Llave cuchilla
1	Fumigador
1	Linterna led 20w
18	Codos 4"
6	Reductores 4" a 2"
2	Codos 2"
1	Tubo de silicona 24m

2.4. Metodología y elaboración del fermento de cuy.

El proceso de elaboración de las soluciones nutritivas a base de estiércol de cuy, se realizará según Duharte Rodríguez, Odales Bernal, & Alvarez Meneses, (2021) de la siguiente manera:

- a) Se colocó los 2kg de estiércol del cuy en un balde de 20 litros.
- b) Luego, se agregó en el balde los demás insumos (400L leche, 500ml alfalfa, 2L agua y 1L restos de pescado en liquido).
- c) Proceder a cerrar herméticamente para la fermentación anaeróbica durante 30 días.
- d) Terminado el proceso de fermentación se agregó 1L agua en el balde del fermento.
- e) Se procede a colar con una malla fina de 0.5 micras, depositando en 2 botellas de plástico de 3L.
- f) Con la solución nutritiva del estiércol de cuy a dosis de 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Teniendo en cuenta que 1L de fermento es el 100%.



Figura 2. Elaboración del fermento de cuy.

2.5. Construcción del sistema hidropónico

- a) La metodología y obtención del sistema hidropónico.
- b) Cortado de tuberías de 4": Se cortó 6 tubos de 3m a 1.5 m
- c) Armado y pegado de tuberías: se colocó 2 tubos de 1.5m después 3 codos 4", 1 codo 2" y un reductor de 4" a 2", se pegó respectivamente, para los 6 tratamientos.
- d) Cortado y soporte de tuberías: Se utilizó una sierra y cortadora para realizar 8 agujeros de 30cm para cada tratamiento y del sobrante de los agujeros cortados 6 de ellos se utilizó como soporte para dar estabilidad.
- e) Elaboración de la rejilla de tubo: Se utilizó 48 moldes de los sobrantes del cortado de tubería y se moldeó utilizando fuego para darle forma plana, luego se procedió a realizar agujeros con el taladro después, se colocó tubo de silicona a los extremos de los moldes para estabilidad de las semillas.
- f) Selección, lavado y desinfección de semillas: Se inició con el pesado de semillas de trigo 2kg luego, se lavó 3 veces en un balde con agua, donde aquellas semillas que flotaban fueron descartadas. Después del último lavado se desinfectó con 10ml de lejía.
- g) Reposo y pre crecimiento de las semillas: Se dejó reposar las semillas por 24 horas en un balde con agua. Seguidamente se colocó las semillas en las rejillas de tubo y se cubrió con bolsas negras plásticas, durante 5 días.
- h) Germinación: Hasta el quinto día se estuvo fumigando con agua para que broten.
- i) Aplicación de los macronutrientes: Durante el sexto día se colocó los macronutrientes en los 6 tratamientos (20%-200ml, 40%-400ml, 60%-600ml, 80%-800ml, 100%-1L).
- j) Crecimiento del trigo: En el día 6 el trigo tuvo un crecimiento de 5cm en los 6 tratamientos, en el día 13 tuvo 18cm, el día 20 tuvo 40cm.

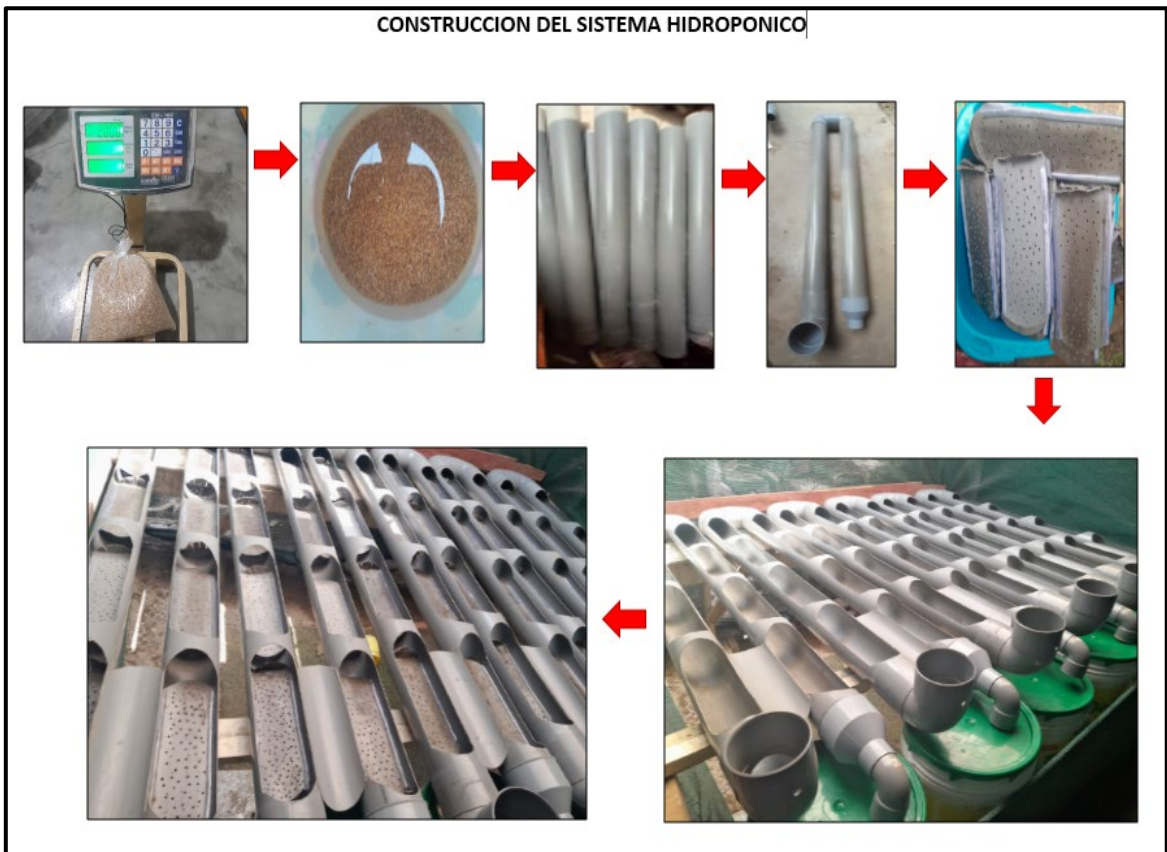


Figura 3. Construcción del sistema hidropónico.



Figura 4. Germinación y remoción de macronutrientes.

2.6. Análisis estadístico

Todos los datos fueron procesados con Microsoft Excel y RStudio; el análisis de datos se realizó mediante el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con más de tres repeticiones. primero se realizó un análisis descriptivo de los datos para aplicar el ANOVA aplicando los requisitos de normalidad y homogeneidad de varianza, luego se realizó la asimilación múltiple de los parámetros estudiados de los seis tratamientos y los días evaluados usando el test de Fisher o LSD con la finalidad de saber si tiene diferencia significativa.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Resultados de las características físicas de la planta de trigo.

Los resultados de las características físicas de la planta de trigo en los 6 tratamientos los mejor resultados fue el T6, porque tiene mayor concentración de nutrientes con los siguientes resultados:

Tabla 3. Resultados de las características físicas de la planta de trigo.

Características físicas	T (0%)	T (20%)	T (40%)	T (60%)	T (80%)	T (100%)
Volumen(cm ³)	8400	9630	10905	11280	11730	11790
Peso (g)	2720	3295	3455	3460	3555	3570
tamaño mínimo (cm)	18.3	21	21.9	22.8	23.6	24
tamaño máximo (cm)	28	32.1	36.5	37.6	39.1	39.3

3.2. Resultados del ph.

El análisis de varianza (ANOVA), presenta que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tienen un efecto significativo en el ph ya que su p-evalué=0.0370 asimismo, para los días del experimento mostro un efecto significativo con un p-evalué =0.0035.

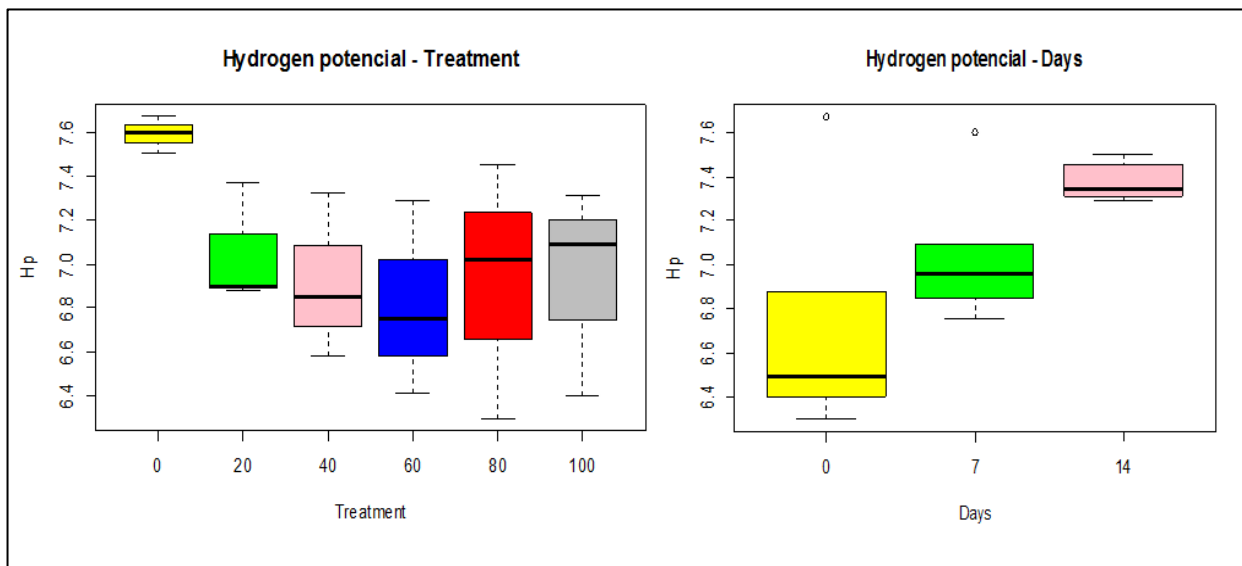


Figura 5. Resultados de bloque del ph por tratamientos y días.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk obteniendo un p-value = 0.9304, mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.083719, cumplidos estos requisitos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 0.06354333, indicando que el tratamiento con fermento de cuy al 0%, son estadísticamente diferente y mayores a los otros, de la misma manera los t2, t3, t4, t5 y t6; guardan semejanza en los resultados de la ph. Por otro lado, se inició el ph con 6.8 y 7, el cual con el transcurrir de los días, incremento ligeramente en el sistema hidropónico.

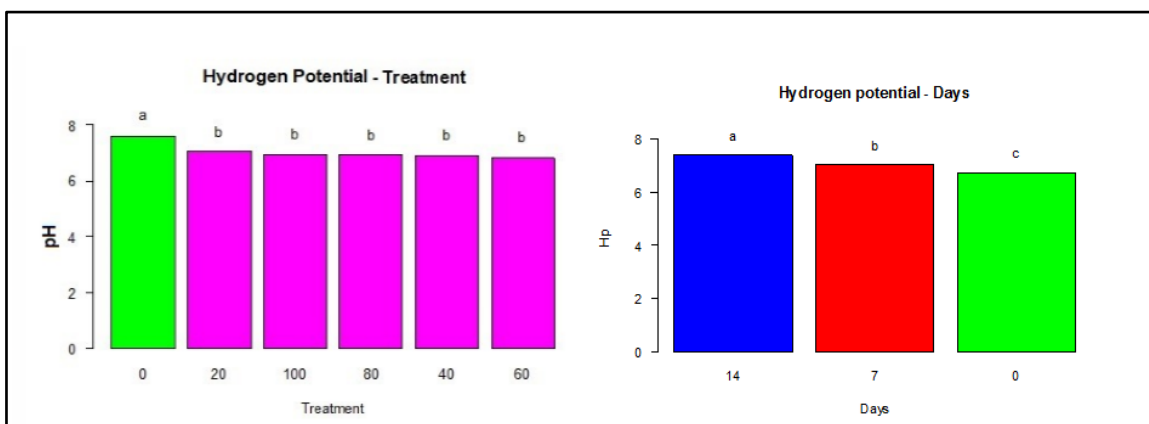


Figura 6. LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.

A partir de los resultados, que indicaron que el ph se mantuvo en un rango 6.75-7.5. Según el valor del ph del agua de riego tiene que estar entre 6.5 y 7.5., (Guia orientativa de hidroponia urbana, 2018).

Las cantidades de concentración de macronutrientes en cada tipo de tratamiento tiene una leve disminución del ph. Sin embargo, con el transcurso de los días el ph aumenta, esto se debe que la planta absorbe los macronutrientes.

El ph actúa conservando los iones solubles para la planta, optimizando su nutrición. Valores extremos superiores a 7.5 existe precipitación de iones, afectando la absorción de fosforo, hierro y magnesio, por debajo de los 5 puede verse deteriorado el sistema de raíces de las plantas. La corrección del ph puede evitar los estados de carencia (Aguilar O., 2022).

3.3. Resultados de conductividad eléctrica.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en la hidroponía han tenido un efecto significativo en la Conductividad eléctrica ya que su p-value = 0.0127, por otro lado, en el análisis respecto a los días del experimento se evidenció que hubo un efecto significativo al tener un p-value = 0.0031.

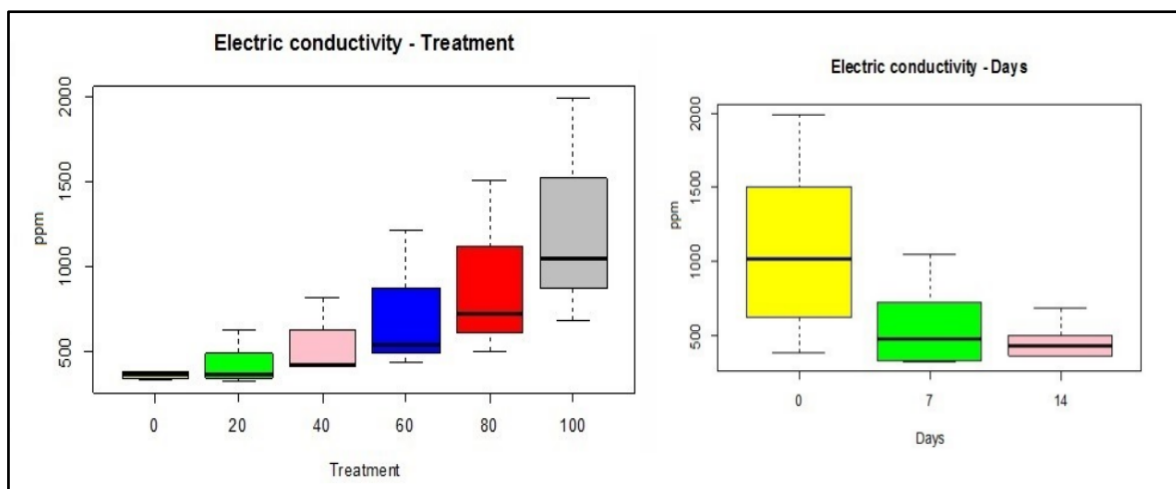


Figura 7. Resultados de bloque de la conductividad eléctrica por tratamientos y días.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk obteniendo un p-value = 0.9843, mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.11764, cumplidos estos requisitos se aplica en la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 62477.87, indicando que los t6 y t5 son estadísticamente semejantes y mayores a los otros, de la misma manera los t5, t4 y t3; guardan semejanza en los resultados de la conductividad eléctrica y por último, los t4, t3, t2 y t1; también son semejantes. Por otro lado, en relación con las unidades de conductividad eléctrica se visualizó que a medida que se incrementan los porcentajes de nutrientes o de los tratamientos también aumenta la conductividad eléctrica. Además, la conductividad eléctrica a través de los días es que disminuye, esto porque se va removiendo los nutrientes a medida que pasan los días.

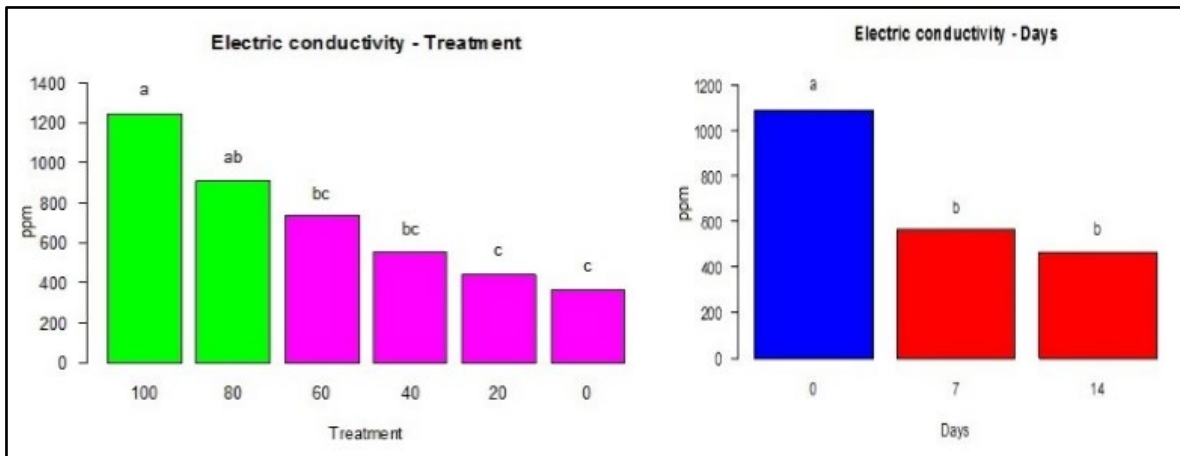


Figura 8. LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.

Los resultados obtenidos de la conductividad eléctrica oscilan entre 327-1049 us/cm, según el tipo de tratamiento, a medida que aumenta el porcentaje de tratamiento, también se incrementa la conductividad. (Guía orientativa de hidroponia urbana, 2018).

Al añadir nutrientes al agua, se transforma en una solución de macronutrientes, se produce la descomposición en las moléculas de nutrientes y la disminución de iones. Por tanto, la combinación de iones y sus cargas eléctricas hace que aumente la Conductividad eléctrica del agua (Lopez, 2023). Eso se puede apreciar el aumento de la conductividad con la cantidad de nutrientes que se agregó para cada tratamiento. Pero al pasar los días se observa que la conductividad va disminuyendo esto se debe a que la planta absorbe los nutrientes.

Debemos asumir que los valores extremos de la conductividad eléctrica logran afectar la absorción del agua en las raíces, porque la planta tiene un proceso de ósmosis, asimismo una concentración alta en iones en la solución dañara considerablemente hasta el adentro de las raíces. En resultado, las hojas de la planta se vuelven coriáceas, se curvan hacia abajo o incluso se queman en las puntas. Por otro lado, una concentración de nutrientes inferior a la deseada origina plantas con hojas amarillas y otros signos propios de un pérdida de ciertos elementos y se volverá más susceptibles a enfermedades (Cardador Maria , 2020)

3.4. Resultados del nitrógeno.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron un efecto no significativo en el nitrógeno ya que su p-evalué=0.424 asimismo, para los días del experimento mostro un efecto no significativo con un p-evalué =0.128.

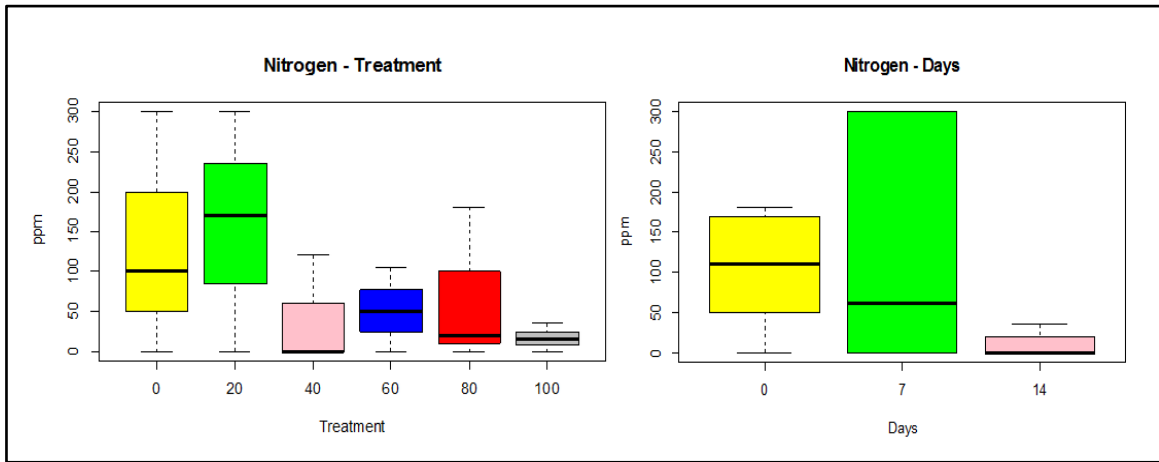


Figura 9. Resultados de bloque del nitrógeno por tratamientos y días.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.5796, mientras que, la prueba de homocedasticidad también mostró un p-value = 0.23065, cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 8427.5 indicando que los t1, t2, t3, t4, t5 y t6; son estadísticamente semejantes en la concentración de nitrógeno. Asimismo, en relación con los días de la investigación, se reveló al inicio oscila de 0-178ppm, el cual con el transcurrir de los días, disminuye notablemente en el sistema hidropónico.

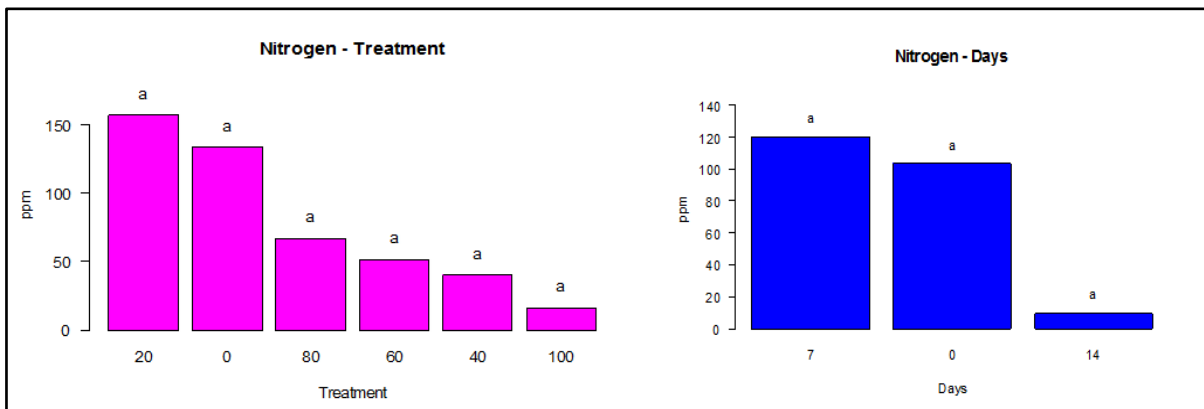


Figura 10. LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.

El nitrógeno para su rendimiento óptimo es de 207 ppm. Por el cual si el tratamiento tiene esas concentración de nutrientes, mayor será el crecimiento de la planta (Guia orientativa de hidroponia urbana, 2018)

Una vez que el nitrógeno ha sido impregnado por las raíces de la planta en forma de iones nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+), se mueve por la xilema encargado de trasladar agua y nutrientes desde la raíz hasta las hojas. Después se distribuye a través del floema encargado de transportar nutrientes y compuestos orgánicos producidos por la fotosíntesis (Gonzalez Andres, 2020). Sin embargo, si hay deficiencia de nitrógeno su crecimiento será lento, amarillento y tendrá quemaduras en los márgenes de la hoja, empezara a perder su pigmento verde. (Belen Acosta , 2021)

3.5. Resultados de fósforo.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron un efecto significativo en el fósforo ya que su p-valor=0.0292 asimismo, para los días del experimento mostro un efecto no significativo con un p-valor =0.1078.

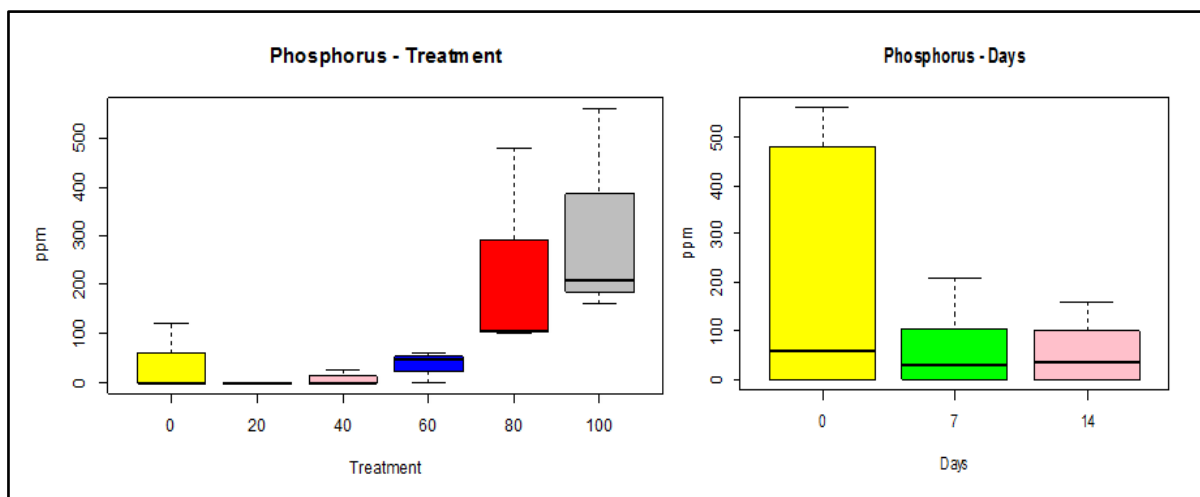


Figura 11. Resultados de bloque del nitrógeno por tratamientos y días.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.1944, mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.014144, cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE =12936.39, indicando que los t6 y t5, son semejantes entre sí en la concentración de fósforo; en tanto, los t1, t2, t3 y t4; mantienen semejanza entre sí. Asimismo, en relación a los días de la investigación, se reveló al inicio una concentración entre 0-560 ppm el cual con el transcurrir los días se mantiene constante en el sistema hidropónico.

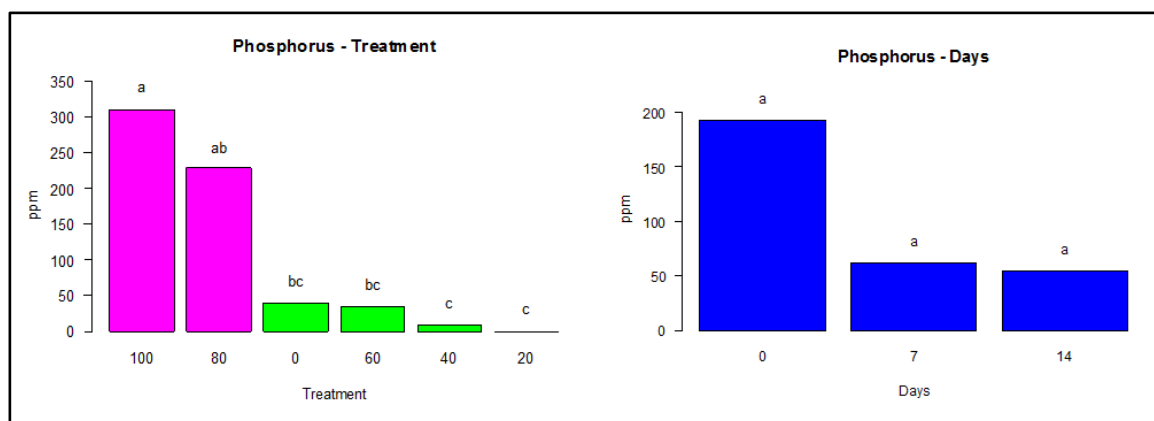


Figura 12. LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.

El fósforo para su rendimiento óptimo es de 83ppm (Guía orientativa de hidroponía urbana, 2018). En el t5 y t6 tiene mejor resultado, esto se debe a la concentración de sus nutrientes. Con el transcurso de los días el fósforo va disminuyendo.

El fósforo se considera el segundo nutriente más importante después del nitrógeno y es el encargado de una amplia variedad de funciones biológicas. Redime un papel crucial en ayudar a las plantas a detener y acumular energía de sol durante la fotosíntesis, convirtiendo ADP en ATP (Lopez, 2023). Por otro lado la deficiencia del fósforo se emplea cuando hay un crecimiento raquíutico, disminución en los frutos y flores, las hojas puede tener un color violeta debido a que el proceso de la fotosíntesis se ve afecta (Garcia, 2016).

3.6. Resultados de potasio.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron un efecto no significativo en el fósforo ya que su p-evalué=0.0866 asimismo, para los días del experimento mostro un efecto significativo con un p-evalué =0.0112.

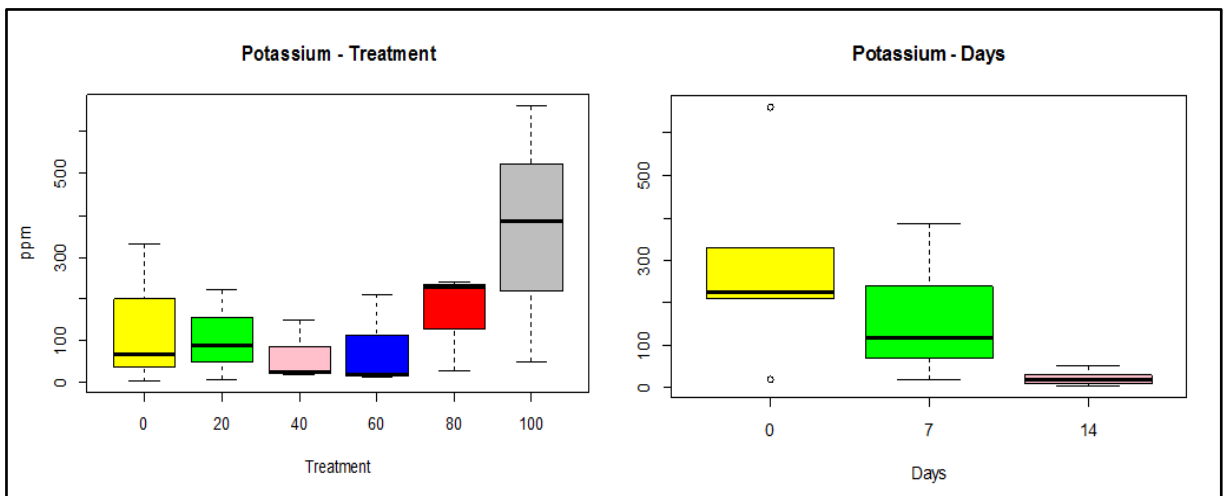


Figura 13. Resultados de bloque del potasio por tratamientos y días.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.05512, mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.093145, cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 13524.17, indicando que los t6 y t5; son estadísticamente semejantes; en tanto, los t1, t2, t3 y t4; mantienen semejanza entre sí. Asimismo, en relación a los días de la investigación, se reveló al inicio una concentración de 20-660 ppm, el cual con el transcurrir de los días, disminuye notablemente en el sistema hidropónico.

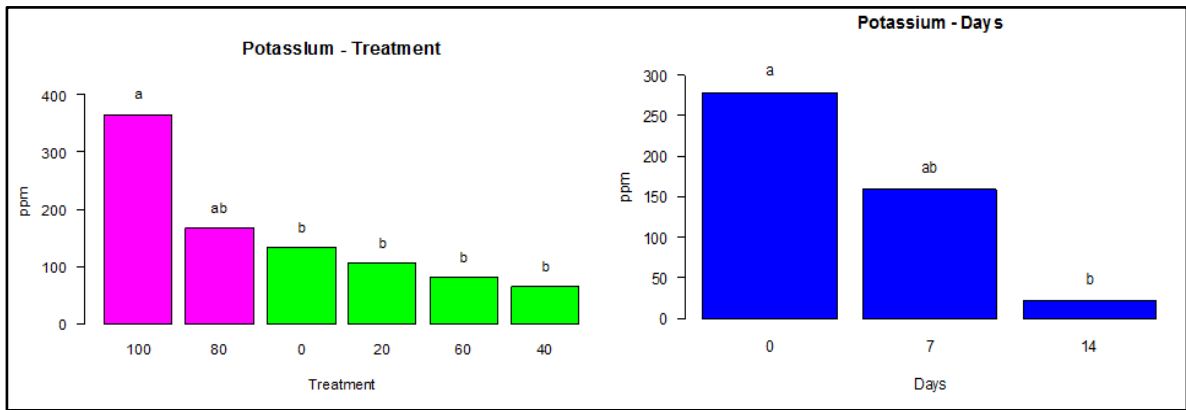


Figura 14. LSD de FISHER para los tratamientos y días de investigación.

El potasio para su rendimiento óptimo tiene 178 ppm (Guía orientativa de hidroponía urbana, 2018). Por el cual, si el tratamiento tiene esa concentración de nutrientes, mayor será el crecimiento de la planta. Y con el transcurso de los días el potasio disminuye por la absorción de la esta.

El potasio el tercer nutriente primario requerido por las plantas. Es impregnado por las raíces en su forma iónica (K^+) y persiste de esta manera dentro de las plantas, aplicando en distintos procesos bioquímicos y metabólicos. Asimismo sistematiza la apertura y cierre de los estomas (los orificios de las hojas permiten el cambio de gas y vapor de gas) (Barros, 2020). El incremento de potasio, causa déficit de otros nutrientes como el Ca, Mg, Fe, Zinc y otros. La deficiencia de potasio causa necrosis en la punta y al borde de las hojas, el tallo se vuelve débil, crecimiento lento (Al servicio de la Agricultura, 2020).

3.7. Análisis de las características físicas del crecimiento del trigo.

3.7.1. Peso de la planta de trigo

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron en efecto significativo con el peso de la planta ya que su p -evalué=3.17e-15.

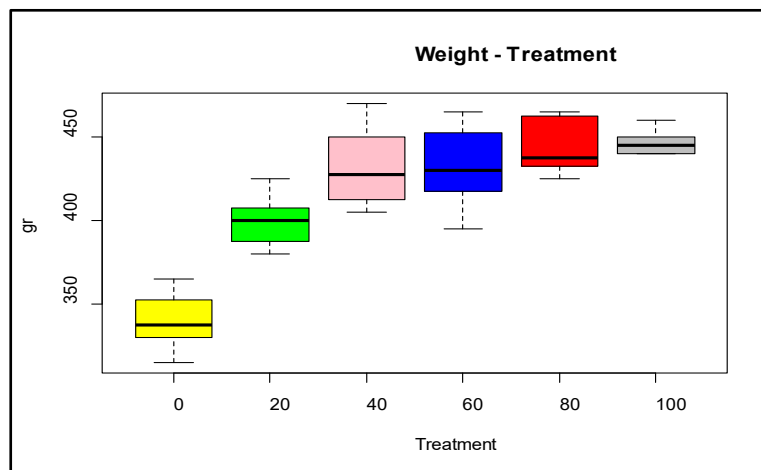


Figura 15. Resultados en bloques del peso de la planta.

Por otro lado, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.6052, mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.8368, cumplidos estos requisitos se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 318.2568, indicando que los t6, t5, t4 y t3; son estadísticamente semejantes; en tanto, los t1 y t2; mantienen diferencias entre sí.

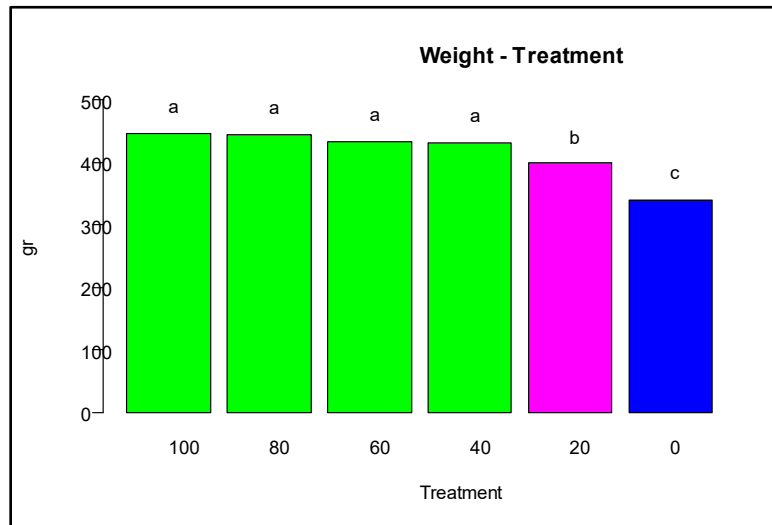


Figura 16. LSD de FISHER para el peso de la planta.

El peso de planta de trigo se debe a la cantidad de nutrientes que se colocó de acuerdo a los tratamientos y se obtuvo un mejor resultado en el t6.

3.7.2. Volumen de la planta.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron en efecto significativo con el volumen de la planta ya que su p-evalué=<2e-16.

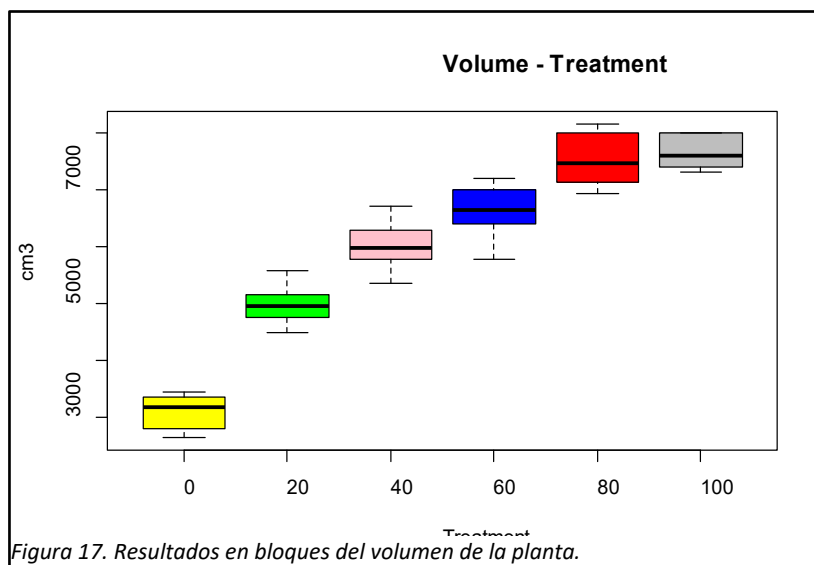


Figura 17. Resultados en bloques del volumen de la planta.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.6123 mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.40387 cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 154930.7, indicando que los t6 y t5, son estadísticamente semejantes; en tanto, los t1, t2, t3 y t4; mantienen diferencias entre sí.

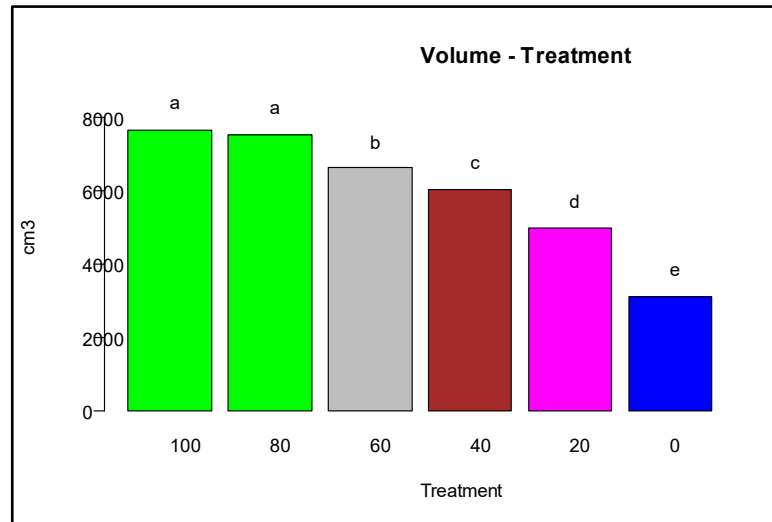


Figura 18. LSD de FISHER para el volumen de la planta.

El mayor volumen que se obtuvo fue en t6, porque la planta de trigo tubo un mayor desarrollo.

3.7.3. Altura máxima

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron en efecto significativo con el volumen de la planta ya que su p-evalué=<2e-16.

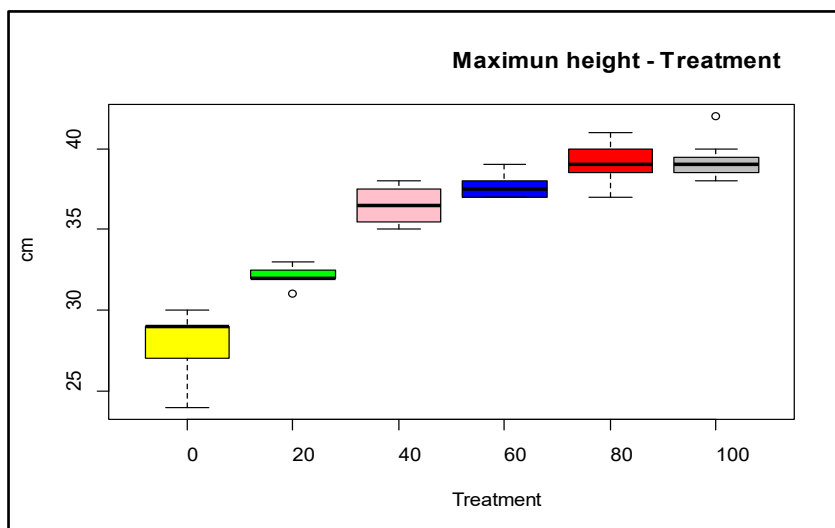


Figura 19. Resultados en bloques para la altura máxima de la planta.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.1427 mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.066241 cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 1.550595, indicando que los t6 y t5, son estadísticamente semejantes; en tanto, los t3 y t4, son estadísticamente semejantes y el t1 y t2, mantienen diferencias entre sí.



Figura 20. LSD de FISHER para la altura máxima.

Como resultado la altura máxima se obtuvo en el t6, esto se debe a que las plantas absorbieron los nutrientes necesarios para su crecimiento.

3.7.4. Altura mínima.

El análisis de varianza (ANOVA), se visualiza que los seis tratamientos aplicados en el sistema hidropónico tuvieron en efecto significativo con el volumen de la planta ya que su p-evalué=1.33e-09.

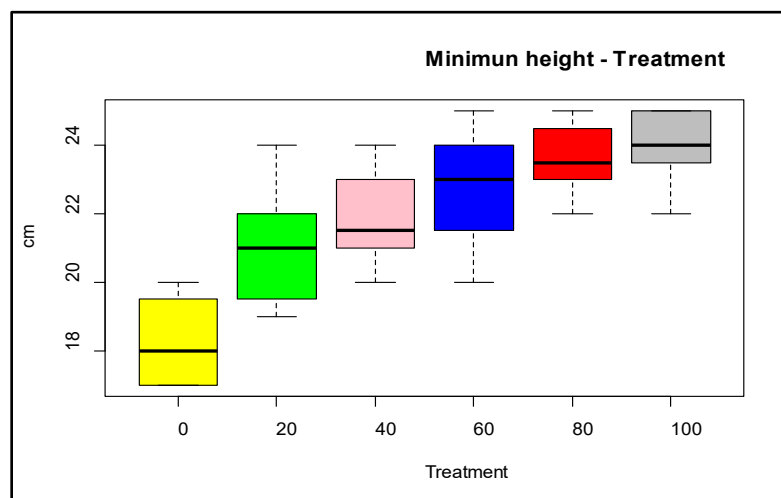


Figura 21. Resultados en bloques de la altura mínima.

Por otro lado, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk la cual obtuvo un p-value = 0.7677 mientras que, la prueba de homocedasticidad mostró un p-value = 0.64615 cumplidos estos requisitos se realizó la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher obteniendo un MSE = 1.946429, indicando que los t6 y t5, son estadísticamente semejantes; en tanto, los tratamientos t3 y t4, son estadísticamente semejantes, y el t1 y t2, mantienen diferencias entre sí.

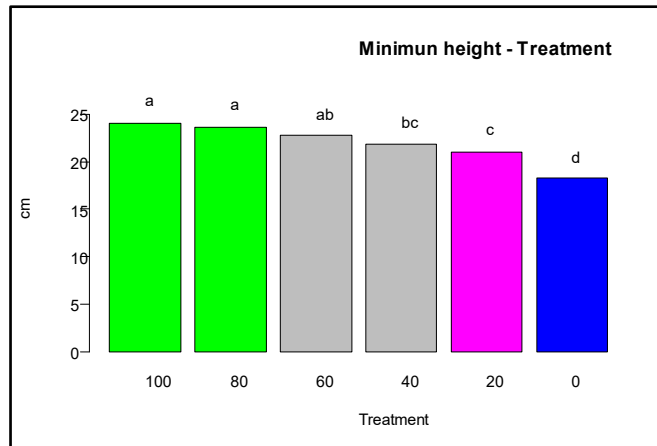


Figura 22. LSD de FISHER para la altura mínima.

Como resultado la altura mínima se obtuvo en el t6, porque la planta de trigo no absorbió los nutrientes para su desarrollo a causa de la cantidad de agujeros para que sus raíces puedan alcanzar los nutrientes necesarios.

3.8. CORRELACIÓN

EL peso y el volumen tienen una correlación de 0.85, eso quiere decir si aumenta el peso el volumen también aumentara el peso. El peso y la altura mínima tiene una correlación de 0.83, el volumen y la altura máxima tiene una correlación de 0.95, el volumen y la altura mínimo tiene una correlación de 0.86 y la altura mínima y altura máxima tiene una correlación de 0.88. Desde que germinan las semillas, al pasar el tiempo, la planta va creciendo, sus células se fraccionan y aumentan, el resultado es que la planta aumenta de tamaño y peso. Sin embargo, el desarrollo no es parejo de la toda la planta (Ricardo Perez, 2020).

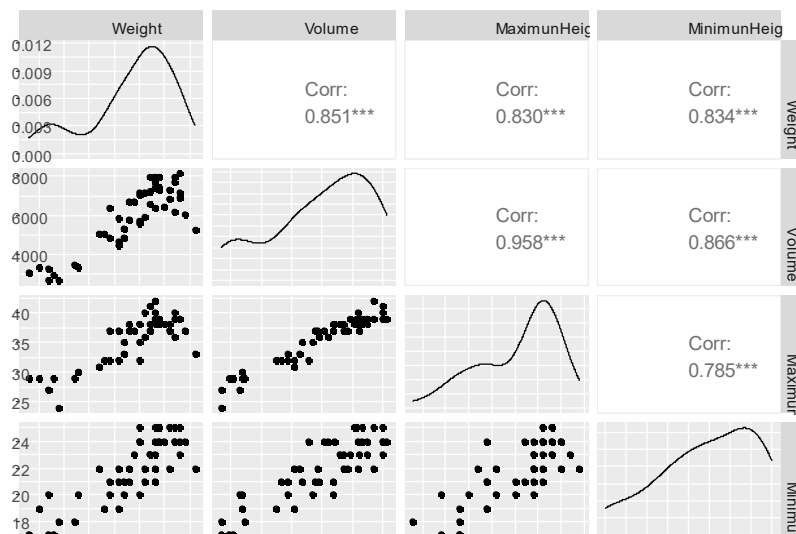


Figura 23. Correlación de las características físicas de las plantas.

4. CONCLUSIÓN

En conclusión, Los tratamientos con fermento de cuy han tenido un efecto significativo sobre la remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico utilizando la planta de trigo.

- En un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando la planta de trigo tuvo mejor remoción en el tratamiento t5 y t6 con fermento de cuy. El parámetro de la conductividad eléctrica mostro una eficiencia de remoción de 66.8% en el t5 y del 65.6% en el t6. En el ph tuvo un aumento 18% en t5 y el 14.2% en el t6. El nitrógeno mostro una remoción de 89% y 100% en el t5. El fosforo mostro una remoción de 79% en el t5 y 71.4 en el t6. El potasio mostro una remoción de 87% en el t5 y 92.4% en el t6.
- Con respecto a las características físicas de la planta se obtuvo un mejor resultado en tratamiento t5 y t6 con una mínima diferencia de crecimiento. A mayor sea la solución de nutrientes la planta absorbe los nutrientes y tendrá un mayor crecimiento. En el t5 su tamaño mínimo fue 23.6cm y máximo 39.1. En el t6 su tamaño mínimo fue 24cm y máximo fue 39.3cm. Y su peso en el t5 fue de 3555g y t6 fue 3570 g.
- Por último, se realizó una comparación de los parámetros según (Guia orientativa de hidroponia urbana, 2018), cumpliendo el ph en el t2, t3 Y t4, conductividad eléctrica en el t4, t5 y t6, nitrógeno en el t1 y t2, fosforo en el t5 y t6 y potasio en el t5 y t6.

5. REFERENCIAS

- Altamirano Muñoz, L. (2015). Evaluación comparativa del forraje verde hidropónico de maíz y chala en cuyes mejorados (*cavia porcellus*). 88. Retrieved from <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3163/BC-TES-TMP-1956.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANA. (2016). Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Autoridad Nacional Del Agua, p. 85. Retrieved from <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>
- Arias, N. (2015). La mayor parte de la tierra que es cultivable a nivel mundial está en América Latina. *Globoeconomia - La Republica*, 1–1. Retrieved from <https://www.larepublica.co/globoeconomia/la-mayor-parte-de-la-tierra-que-es-cultivable-a-nivel-mundial-esta-en-america-latina-2217671>
- Aguilar O. (2022). El ph Y LA Conductividad electrica de la solución nutritiva. Fertilab
- Al servicio de la Agricultura. (2020). La gran importancia del potasio en la planta. *Vitra*
- Barros, P. (2020). La hidroponia pero si es muy facil.
- Belen Acosta . (2021). Función del nitrógeno en las plantas y su importancia. *scielo*.
- Cerrillo, A. (2018). La degradación continua pone en peligro la seguridad alimentaria, destruye la biodiversidad y agrava el calentamiento.
- Cardador, M. J. (2020). Conductividad Electrica . Hidropinia al cubo .
- Costa, A. d. (2016). Importancia del fosforo por las plantas. Mexico: Grupo SACSA.
- Duarte Rodríguez, W. L., Odales Bernal, L., & Alvarez Meneses, R. (2021). Estimation of the biogas potential de la gallina. *Revista Cubana de Química*, 33(1), 54–69.
- Guía orientativa de hidroponía urbana. (2018). Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del NNFA. verde al cubo.
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación (6ta. Edici). Mexico, Punta Santa Fe.
- Gomez Huanca , A. (2018). Solucion nutritiva de biol a base de estircol de cuy,

ovino y vacuno en la producción de forraje verde hidroponico de cebada en Puno. Universisas Nacioanal del Altiplano.

Gonzalez Andres, I. (2020). LA Hidroponia. Vinculación T.V.

Hidroponia España. (2023). ¿Que es la conductividad electrica? scielo.

Hidroponia España. (2023). Fosforo: elemento esenczial para las plantas . Grogo Garden .

La Rosa, E. (2018). Cambios de las propiedades fisicoquímicas del suelo en las laderas del cerro Concacucho post forestación en la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima. 94. Retrieved from <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1176>

Manual Tecnico , & Hidroponico(FAO). (2001). Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del NNFA. Santiago, Chile: Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

MINAN. (2017). Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. El Peruano, 6–9. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

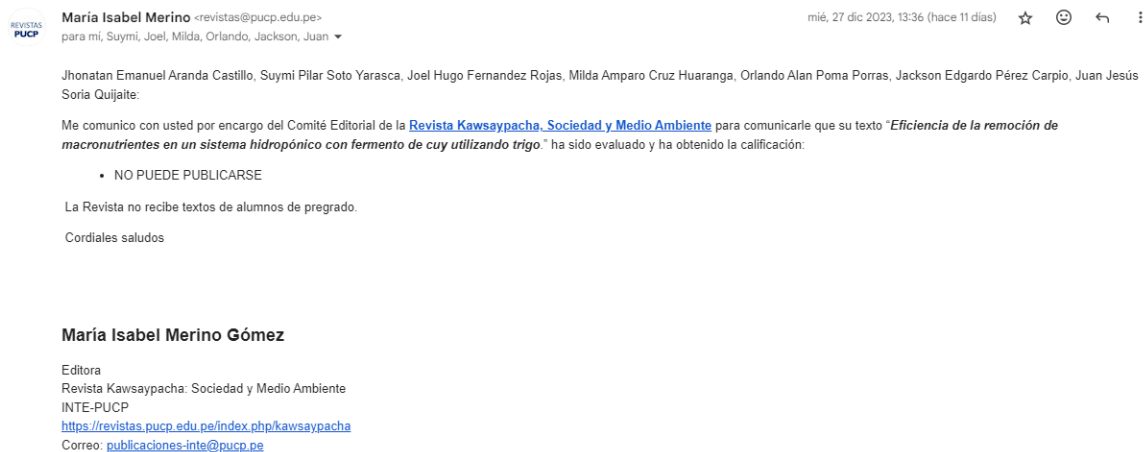
Palma Quito, M. (2018). Agricultura en la Costa, Sierra y Selva. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 1–57. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3464>

Salas, L., Preciado, P., Esparza, J., Álvarez, P., Palomo, A., Márquez, C., & Rodríguez, N. (2010). Rendimiento y calidad de forraje hidroponco producido bajo fertilizacion organica. Terra Latinoamericana, 28(4), 355–360.

Zubcoff Vallejo, J. J. (2017). Módulo 3. Gráficos básicos con R. (x), 1–25.

6. ANEXOS

6.1. Evidencia del artículo en la revista **Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente**



REVISTAS PUCP **María Isabel Merino** <revistas@pucp.edu.pe> mié, 27 dic 2023, 13:36 (hace 11 días) ☆ ☺ ↶ ⋮
para mí, Suymi, Joel, Milda, Orlando, Jackson, Juan ▾

Jhonatan Emanuel Aranda Castillo, Suymi Pilar Soto Yarasca, Joel Hugo Fernandez Rojas, Milda Amparo Cruz Huaranga, Orlando Alan Poma Porras, Jackson Edgardo Pérez Carpio, Juan Jesús Soria Quijaité:

Me comunico con usted por encargo del Comité Editorial de la [Revista Kawsaypacha, Sociedad y Medio Ambiente](#) para comunicarle que su texto "*Eficiencia de la remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando trigo*" ha sido evaluado y ha obtenido la calificación:

- NO PUEDE PUBLICARSE

La Revista no recibe textos de alumnos de pregrado.
Cordiales saludos

María Isabel Merino Gómez
Editora
Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente
INTE-PUCP
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/kawsaypacha>
Correo: publicaciones-inte@pucp.pe

Figura 24 Evidencia del artículo en la revista *Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*

6.2. Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis, aprobado por el consejo

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0742-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 16 de agosto de 2022

VISTO:

El expediente de **Suymi Pilar Soto Yarasca**, identificado(a) con Código Universitario N° 201422042 y **Jhonatan Emanuel Aranda Castillo**, identificado(a) con Código Universitario N° 201510448, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Suymi Pilar Soto Yarasca**, y **Jhonatan Emanuel Aranda Castillo**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Eficiencia de remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando maíz y cebada" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 16 de agosto de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Eficiencia de remoción de macronutrientes en un sistema hidropónico con fermento de cuy utilizando maíz y cebada**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga** y **Mg. Orlando Poma Porras**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.


Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA


Dr. Santiago Ramírez López
SECRETARIO ACADÉMICO

CC:
-Interesado
Asesor
Dirección General de Investigación
Archivo

Figura 25 Resolución de inscripción del perfil de proyecto de tesis, aprobado por el consejo

6.3. Diseño del sistema hidropónico en vista de 2D y 3D

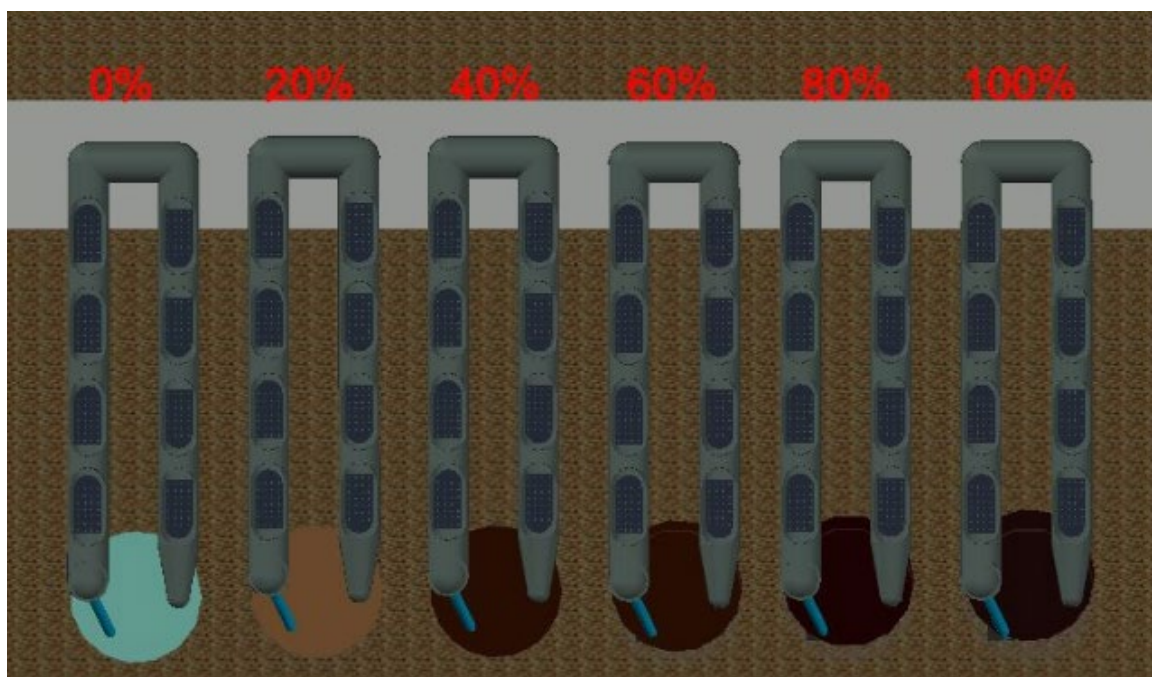


Figura 26. Diseño del sistema hidropónico vista 2D

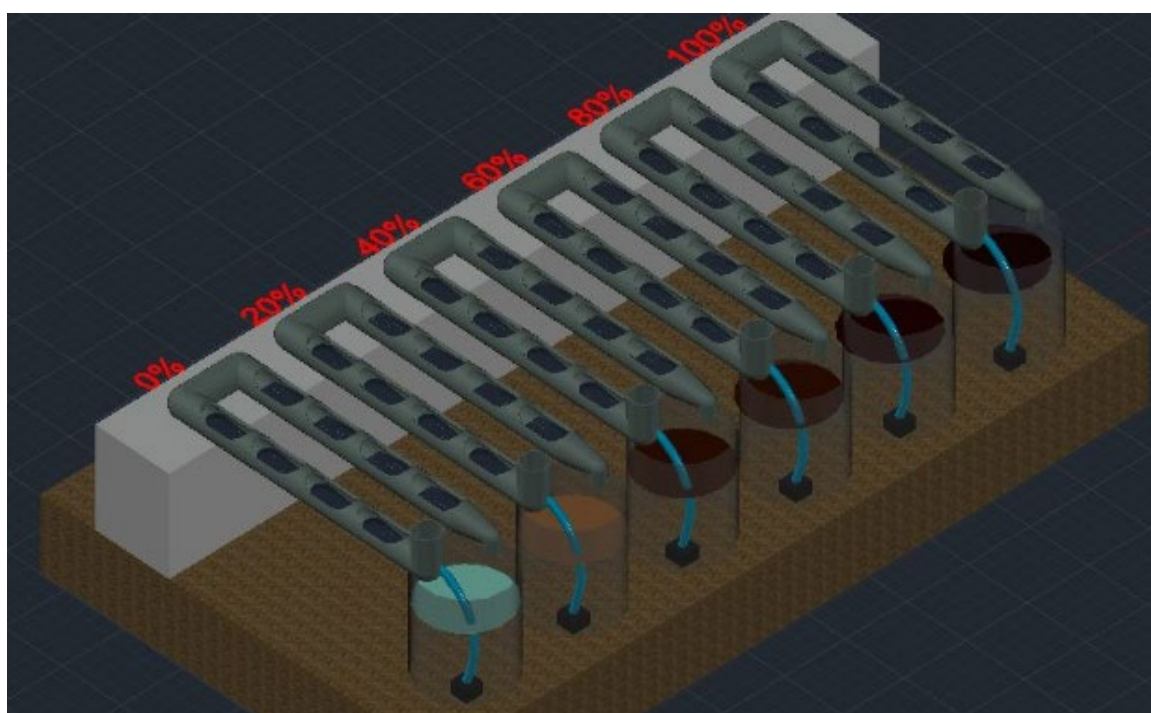


Figura 27. Diseño del sistema hidropónico vista 3D.

6.4. Manual Técnico de Forraje Hidropónico FAO



Figura 28 Manual Técnico de Forraje Hidropónico- FAO

6.5. Resultados de Laboratorio de Escuela de Ingeniería Ambiental.

UPeU UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN		LIAM		
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		FECHA DE RECEPCIÓN: 05/09/2023		
LABORATORIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL Teléfono: 943 871 846 liam@upeu.edu.pe		FECHA DE ENTREGA: 18/09/2023		
SOLICITANTES: Suyml Pilar Soto; Jhonatan Emanuel Aranda Testistas de la EP. De Ingeniería ambiental Código universitario: 201422042 y 201510448 suymlsoto08@gmail.com , jhonatanaranda76666@gmail.com				
Muestra 1: Sistema hidropónico				
N°	MUESTRAS	N	P	K
1	Pre 80% Nutrientes - 20% agua	180.0	480.0	230.0
2	Pre 100% Nutrientes - 0% agua	0.0	560.0	660.0
3	Pre 0% Nutrientes - 100% agua	100.0	120.0	330.0
4	Pre 20% Nutrientes - 80% agua	170.0	0.0	220.0
5	Pre 40% Nutrientes - 60% agua	120.0	0.0	20.0
6	Pre 60% Nutrientes - 40% agua	50.0	0.0	210.0


LABORATORIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Ing. Zaidi Zegarra
Jefe de Laboratorio de Medio Ambiente

Figura 29 Resultados de Laboratorio- Día 1

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

FECHA DE RECEPCION: 12/09/2023

LABORATORIOS DE INGENIERIA AMBIENTAL
Teléfono: 943 871 846 liam@upeu.edu.pe

FECHA DE ENTREGA: 18/09/2023

SOLICITANTES:

Suyml Pilar Soto; Jhonatan Emanuel Aranda
Tesisistas de la EP. De Ingeniería ambiental
Código universitario: 201422042 y 201510448
suymlsoto.08@gmail.com, jhonatanaranda76666@gmail.com

Muestra 2: Sistema hidropónico

N°	MUESTRAS	N	P	K
1	100% agua - 0% Nutrientes	300.0	0.0	70.0
2	80% agua - 20% Nutrientes	300.0	0.0	90.0
3	60% agua - 40% Nutrientes	0.0	0.0	150.0
4	20% agua - 80% Nutrientes	0.0	105.0	240.0
5	0% agua - 100% Nutrientes	15.0	210.0	385.0
6	40% agua - 60% Nutrientes	105.0	60.0	20.0



UPeU
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIOS DE INGENIERIA AMBIENTAL
Ing. Zabdí Zegarra
Jefe de Laboratorio de Medio Ambiente

Figura 30 Resultados de Laboratorio- Día 7

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

LABORATORIOS DE INGENIERIA AMBIENTAL
Teléfono: 943 871 846 liam@upeu.edu.pe

FECHA DE RECEPCION: 19/09/2023

FECHA DE ENTREGA: 20/09/2023

SOLICITANTES:

Suyml Pilar Soto; Jhonatan Emanuel Aranda
Tesis de la EP. De Ingeniería ambiental
Código universitario: 201422042 y 201510448
suymlsoto.08@gmail.com, jhonatanaranda7666@gmail.com

Muestra 2: Sistema hidropónico

N°	MUESTRAS	N	P	K
1	Post 2 - 20% Nutrientes - 80% agua	0.0	0.0	10.0
2	Post 2 - 0% Nutrientes - 100% agua	0.0	0.0	5.0
3	Post 2 - 60% Nutrientes - 40% agua	0.0	45.0	15.0
4	Post 2 - 80% Nutrientes - 20% agua	20.0	100.0	30.0
5	Post 2 - 100% Nutrientes - 20% agua	35.0	160.0	50.0
6	Post 2 - 40% Nutrientes - 60% agua	0.0	25.0	25.0



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL
Ing. Zaidi Zegarra
Jefe de Laboratorio de Medio Ambiente

Figura 31 Resultados de Laboratorio- Día 14