



**Producción de fresa (*Fragaria ananassa*) expuesta a deficiencia de nitrógeno en un sistema kratky**

Soria Paredes, Brayan Xavier

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

24 de agosto del 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera Agropecuaria

### Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: “ **Producción de fresa (*Fragaria ananassa*) expuesta a deficiencia de nitrógeno en un sistema kratky**” fue realizado por el señor **Soria Paredes, Brayan Xavier**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 24 de agosto del 2022



Firmado digitalmente por:  
**PABLO ANIBAL  
LANDASURI  
ABARCA**

**Landázuri Abarca, Pablo Aníbal**

C. C 1708262348



**Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Soria Paredes, Brayan Xavier**, con cédula de ciudadanía n° 1719774513, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Producción de fresa ( *Fragaria ananassa*) expuesta a deficiencia de nitrógeno en un sistema kratky** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 24 de agosto de 2022

Firma:

.....  
**Soria Paredes, Brayan Xavier**

C. C 1719774513



**Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Autorización de Publicación**

Yo **Soria Paredes, Brayan Xavier**, con cédula de ciudadanía n° 1719774513, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Producción de fresa (*Fragaria ananassa*) expuesta a deficiencia de nitrógeno en un sistema Kratky** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 24 de agosto del 2022

Firma:

**Soria Paredes, Brayan Xavier**

C. C 1719774513

**Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de contenidos**

Brayan Xavier Soria Paredes.docx

Scanned on: 13:21 August 25, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	391
Words with Minor Changes	128
Paraphrased Words	83
Omitted Words	0

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**PABLO ANIBAL  
LANDAURI  
ABARCA**

**Ing. Landázuri Abarca, Pablo  
Anibal Mgs.**

C. C 1708262348

## **Dedicatoria**

Ser consciente del punto en el que me encuentro ya finalizando mi carrera que a la vez de ser la mejor experiencia de mi vida hasta el momento también ha sido la más dura. Por tal motivo quiero dedicar mi trabajo a:

Mi abuelo, padre y amigo Manuel Paredes, por brindarme su amor y apoyo incondicional hasta su ultimo dia de vida, por enseñarme a ser perseverante, leal y responsable en cada sueño y meta que me he establecido hasta el día de hoy.

Mi madre María Paredes por ser incondicional a todo momento conmigo y brindarme su cariño, apoyo y enseñanzas para ser la persona que soy hoy en día.

Mi esposa e hijas por ser mi bastón en mis momentos de debilidad, ser el motor de mis esfuerzos y enseñarme a creer en mi como un gran profesional y persona.

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios por darme sabiduría en mis estudios y brindarme salud cada mañana al despertar.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional, ya que sin ellos no hubiera llegado al punto en el que me encuentro en mi vida profesional.

A mi abuelita y tíos por sus consejos y lealtad ante mí en momentos de dificultad personal y académica.

Al Ing. Pablo Landázuri, por su amistad y guía durante mi trabajo de titulación, con sus enseñanzas y experiencia.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE y la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias IASA I, por permitirme formar en una de las mejores universidades del país y ser la mejor carrera de Agropecuaria.

A mis amigos y compañeros que compartimos risas, preocupaciones, estrés durante nuestro tiempo dentro de la Universidad.

## Índice de contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Responsabilidad de autoría.....	3
Autorización de publicación.....	4
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de contenidos .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen .....	14
Abstract .....	15
Capítulo I.....	16
Introducción.....	16
Antecedentes .....	16
Justificación.....	18
Objetivos .....	19
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos.....	19
Hipótesis .....	19



Capítulo II.....	20
Marco referencial .....	20
Taxonomía y morfología .....	20
Raíz .....	20
Corona .....	20
Hojas .....	21
Flores .....	21
Fruto .....	21
Variedades .....	21
Hidroponía .....	22
Componentes de la solución nutritiva .....	22
Capítulo III.....	24
Materiales y métodos .....	24
Ubicación .....	24
Instalación del sistema hidropónico.....	25
Material Vegetal .....	25
Trasplante.....	25
Preparación de la solución nutritiva .....	25
Manejo cultural del cultivo .....	27
Variables de respuesta.....	27
Variables de desarrollo .....	27
Altura del tallo.....	27
Número de hojas.....	27

	10
Contenido de clorofila.....	27
Longitud de raíz.....	27
Masa seca.....	27
Número de estolones.....	28
Número de coronas.....	28
Variables de producción .....	28
Número de flores .....	28
Composición de Nitrógeno.....	28
Diseño experimental .....	28
Factores y tratamientos .....	28
Tipo de diseño experimental.....	29
Unidad experimental.....	30
Capítulo IV .....	31
Resultados y discusión .....	31
Resultados y discusión .....	31
Variables de desarrollo .....	31
Contenido de clorofila y Nitrógeno .....	32
Peso seco de raíz, hojas y peso seco total .....	34
Número de coronas, estolones y flores.....	35
Capitulo V .....	38
Conclusiones y recomendaciones .....	38

Conclusiones .....	38
Recomendaciones .....	38
Bibliografía.....	39

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Fertilizantes utilizados para la solución madre</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> <i>Concentración de fertilizantes en cada solución madre por tratamiento</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> <i>Tratamientos del experimento</i> .....	29
<b>Tabla 4</b> <i>ANAVA y media <math>\pm</math> desviación estándar de altura de tallo, número de hojas y longitud de raíces, con tres concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva</i> .....	31
<b>Tabla 5</b> <i>ANAVA y media <math>\pm</math> desviación estándar de porcentaje de clorofila y porcentaje de Nitrógeno, con tres distintas concentraciones de Nitrógeno en la solución nutritiva</i> .....	33
<b>Tabla 6</b> <i>ANAVA y media <math>\pm</math> desviación estándar de peso seco de raíz, hoja y peso seco total con tres concentraciones de Nitrógeno en la solución nutritiva</i> .....	34

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Ubicación del invernadero de horticultura, Hacienda "El Prado" .....	24
<b>Figura 2</b> Croquis Experimental .....	30
<b>Figura 3</b> Estado vegetativo de la planta de Frutilla (Fragaria x ananassa) .....	32
<b>Figura 4</b> <i>Gráfico de frecuencias del número de coronas por tratamiento</i> .....	35
<b>Figura 5</b> <i>Gráfico de frecuencias del número de estolones por tratamiento</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Gráfico de frecuencias de número de flores</i> .....	36

## Resumen

En el Ecuador existe una gran producción de frutilla en la cual se desconoce el efecto de la carencia de Nitrógeno en términos productivos y agronómicos, especialmente en los sistemas hidropónicos. En la actualidad, muchos de los campesinos producen de forma empírica o de forma mecánica dejando pasar por alto la importancia de los elementos nutritivos, ya que, al no contar con maquinaria o recursos tecnológicos, no evidencian esta carencia en la productividad, motivo por el cual se basan en la cantidad y no la calidad del producto final de la planta de fresa (*Fragaria x ananassa*). Debido a esto, en esta investigación se evaluaron tres dosis de Nitrógeno ( $8.3 \text{ meq. L}^{-1}$ ), ( $5.63 \text{ meq. L}^{-1}$ ) y ( $3.10 \text{ meq. L}^{-1}$ ) en la calidad de las variables agronómicas y productivas en la variedad Monterrey en un sistema hidropónico Kratky. Los resultados evidenciaron que con el tratamiento de la dosis de ( $8.3 \text{ meq. L}^{-1}$ ) presentaron mayores promedios de altura de tallo (5.39 cm), número de hojas (11.89), longitud de raíz (26.78 cm) y contenido de clorofila (14.57%) en comparación con el resto de dosis. En cuanto a variables productivas con la dosis más alta de Nitrógeno ( $8.3 \text{ meq. L}^{-1}$ ) se obtuvo un promedio de flores de (3.33 flores) con la dosis más alta.

**Palabras clave:** Fresa, Sistema hidropónico, Concentración de Nitrógeno, Nutrición vegetal.

### **Abstract**

In Ecuador there is a large production of strawberries in which the effect of nitrogen deficiency in productive and agronomic terms is unknown, especially in hydroponic systems. At present, many of the farmers produce empirically or mechanically, overlooking the importance of nutrients, since, not having machinery or technological resources, they do not show this deficiency in productivity, which is why they rely on the quantity and not the quality of the final product of the strawberry plant (*Fragaria x ananassa*). Because of this, three doses of nitrogen (8.3 meq. L<sup>-1</sup>), (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) and (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) were evaluated in this research on the quality of the agronomic and productive variables in the Monterrey variety in a Kratky hydroponic system. The results showed that the treatment with the dose of (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presented higher averages of stem height (5.39 cm), number of leaves (11.89), root length (26.78 cm) and chlorophyll content (14.57%) in comparison with the rest of the doses. As for productive variables, with the highest dose of nitrogen (8.3 meq. L<sup>-1</sup>), an average number of flowers (3.33 flowers) was obtained with the highest dose of nitrogen (8.3 meq. L<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Strawberry, Hydroponic System, Nitrogen Concentration, Plant Nutrition.

## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

En la actualidad en el Ecuador, el cultivo de frutilla ocupa una extensión de 108 ha, razón por la cual nos da un rendimiento de 16.27 T. ha<sup>-1</sup> siendo este el menor rendimiento comparado con otros países en Latinoamérica como Colombia con un 36.5 T. ha<sup>-1</sup> (Abad et al., 2020). La provincia de Pichincha es una de las principales productoras centrándose en las localidades de Cusubamba, Checa, El Quinche, Ascázubi, Tababela, Pifo y Yaruquí siendo esta última la que mayor superficie de cultivo útil posee (Tustón, 2012). El fruto es de gran atención para el consumidor por su aroma y sabor (Karim et al., 2008). El uso de la frutilla en la dieta humana es de gran importancia por su alto contenido en vitamina C y bioflavonoides que ayuda a la coagulación, prevenir la anemia, por su cantidad de antioxidantes inhibe el crecimiento de radicales libres los cuales desestabilizan las células (Denisse et al., 2011).

El suelo en la actualidad es aún utilizado como el principal lugar de establecimiento de los cultivos, siendo así la fertilización edáfica la principal fuente de nutrientes, la cual está sujeta a pérdidas por factores ambientales o propios del suelo, por tal motivo en los últimos años se ha incrementado el uso de técnicas de sistemas hidropónicos para el cultivo de frutilla dándole un aumento de producción del 40% ya que por esta técnica se puede controlar de mejor manera el espacio, agua, fertilizantes y radiación; a más que el cultivo no se halle expuesto a enfermedades o problemas causados por el suelo donde estas se encuentren cultivados de forma tradicional (Inca, 2013). La hidroponía se basa en el uso de la solución nutritiva, que incluye los elementos necesarios para la supervivencia y producción de la planta, de acuerdo a sus requerimientos, existen varias formulaciones para este cultivo, sin embargo las más utilizadas son: Yamazaki, Steiner 50% y Furlani y Fernández (Encalada, 2020). Por su



facilidad de uso, economía, el método propuesto por Kratky que es anaerobio; se ha popularizado sobre todo para producciones pequeñas en huertas familiares y urbanas, en este sistema no se realiza flujo de movimiento de la película nutritiva y por ende no existe intercambio de oxígeno (Paloma Escobar Sepúlveda et al., 2017). Por esta razón se ha seleccionado éste sistema de producción para este trabajo.

Las deficiencias nutricionales en los cultivos, son una limitante importante en la producción y el nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de la zona caulinar de la planta ya que interviene directamente en la formación de clorofila y síntesis de proteínas (Vázquez-Gálvez et al., 2008); el nitrógeno incrementa el rendimiento de materia seca de las plantas de fresa a una dosis de 2313 y 1537 kg de N.ha<sup>-1</sup> aumenta considerablemente sacando como conclusión que una dosificación correcta de nitrógeno ayuda a la producción y evita una contaminación por un exceso de fertilización nitrogenada ya que el cultivo de fresa aprovecha poca cantidad de nitrógeno de la cantidad que se fertiliza.

La deficiencia de nitrógeno afecta de forma negativa, al cultivo de fresa a la altura de planta, longitud de raíces, porcentaje de clorofila, número de flores, número de hojas, área foliar entre otras. En dosis del 100% de N de la solución nutritiva Furlani y Fernández (2004) se obtuvo una altura de 10,33 cm en comparación con el tratamiento del 0% de Nitrógeno, con una altura de 5,93 cm (Yépez, 2018). Mientras que en el trabajo de investigación de (Lucas De Jesús et al., 2021) en cuanto tratamientos con deficiencia existen diferencias en cuanto a variables agronómicas, pero también un exceso provoca cambios en la parte foliar de la planta de Fresa, es decir, si se tiene altas concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva causan necrosis en las hojas aumentando así la masa seca de la parte aérea.

## Justificación

El Nitrógeno dentro de la planta tiene funciones vitales ya que este se encuentra de forma orgánica e inorgánica dentro de la misma, además, forma parte de moléculas como la clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, nucleoproteínas y hormonas. Su función dentro de la parte agronómica en las plantas se centra en el crecimiento, área foliar y un buen índice de producción (Perdomo & Barbazán, 1996). Al tener ese grado de importancia dentro de la planta una deficiencia de este elemento incide en la tasa de crecimiento, hojas pequeñas, e inclusive la longitud de la raíz también se ve afectada teniendo como consecuencia un efecto negativo sobre la producción total de una explotación de fresa, de igual manera la calidad de fruto se ve mermado ya que presenta mal formaciones o menor porcentaje de fruto por flor (Mengel & Kirkby, 2000).

La aplicación de N en dosis de 3 a 9 mM en el cultivo de fresas, es de gran importancia, ya que afecta la calidad de fruto en sus características sensorial y nutrimental, ya que existe una acumulación de compuestos favorables para aspectos sensoriales (Ojeda, 2006). En otro estudio se encontró que a una dosis de  $0,48 \text{ g.L}^{-1} \text{ N}$  la altura de planta incremento un 30% más que en dosis inferiores, de la misma manera con la misma dosificación el número de flores se vio incrementado en un 40%; llegando así a la conclusión de que en dosis exactas sin sufrir ni deficiencias ni excesos el cultivo tiene gran mejoría en el nivel de producción final (Pérez Salinas et al., 2021).

En la actualidad no se han realizados estudios relacionados con los efectos de la deficiencia de Nitrógeno en el cultivo de frutilla, por tal motivo, el presente trabajo de investigación se basa en la producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*) variedad Monterrey, expuesta a deficiencia de Nitrógeno en un sistema Kratky y de esa manera obtener resultados que ayuden a determinar los efectos que esta deficiencia causaría en el cultivo.

## Objetivos

### Objetivo general

Evaluar la producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*), expuesta a deficiencia de Nitrógeno en un sistema Kratky.

### Objetivos específicos

Evaluar las variables agronómicas y productivas de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en distintas concentraciones de Nitrógeno

Identificar la importancia del Nitrógeno y su deficiencia en el desarrollo de la planta de frutilla (*Fragaria x ananassa*).

### Hipótesis

**H0:** Las plantas de frutilla expuestas a dosis de 8.3 meq. L<sup>-1</sup> presentaron diferencias en las características agronómicas y productivas en comparación a los tratamientos con 5.63 meq. L<sup>-1</sup> y 3.10 meq. L<sup>-1</sup>.

**H1:** Las plantas de frutilla expuestas a dosis de 8.3 meq. L<sup>-1</sup> no presentaron diferencias en las características agronómicas y productivas en comparación a los tratamientos con 5.63 meq. L<sup>-1</sup> y 3.10 meq. L<sup>-1</sup>.

## Capítulo II

### Marco referencial

#### Taxonomía y morfología

La planta de frutilla pertenece a la familia de las Rosáceas y al género *Fragariae*. Se conoce por investigaciones que la frutilla actual proviene de dos ancestros generales, el primero viene dado por la frutilla silvestre (*Fragaria chiloensis*) y la otra parte genética proviene de plantas silvestres europeas. Producto de este cruce se buscó incrementar los rendimientos, tamaño de fruto, mejor sabor y aroma entre otros factores (Caminiti, 2015).

#### Raíz

A la frutilla se le conoce como una planta herbácea, perenne y estolonífera, es decir, durante su ciclo de vida produce varios estolones los cuales darán origen a brotes nuevos. En la altura la planta de frutilla llega a un máximo de 0.50 m de altura (Rodríguez & Hompanera, 1995). A más de esto posee un sistema radical fibroso y adventicio el cual se compone de raicillas y raíces; las más sensibles dentro de un momento de trasplante son las raicillas debido a que estas son muy afectadas por factores climáticos y condiciones del sustrato (Leod & Javiera, 2020).

#### Corona

A simple vista la frutilla se tiende a confundir a que es una planta sin tallo, sin embargo, tiene un tallo, pero se lo denomina con el nombre de corona la misma que mide un aproximado de 2 a 3 cm de largo. Desde la corona emergen hojas, flores, estolones y raíces. En la unión de la corona se encuentran yemas, las cuales están sujetas a las condiciones ambientales y nutricionales para que el posterior desarrollo de estas pueda ser de enfoque vegetativo o reproductivo (Reyes et al., 2012).

## **Hojas**

La planta posee hojas trifoliadas cada una posee su propio peciolo la cual se une directamente con la corona. Estas se disponen una sobre otra en forma de espiral lo cual le ayuda a la planta a aprovechar de mejor manera la luminosidad, el intervalo de brote de hojas nuevas es entre 8 a 12 días (Giaconi M., 1985).

## **Flores**

Las flores emergen sobre tallos modificados en los cuales una bractea en cada nudo del peciolo sustituye a lo que sería la hoja. El tamaño y largo de las inflorescencias va a depender de la duración del día y de la genética o variedad que se esté manejando en un sistema de producción (Reyes et al., 2012).

## **Fruto**

El fruto de la fresa (*Fragaria x ananassa*) se considera no climatérico, es decir, no mejora su calidad después de la cosecha. El crecimiento de los aquenios presente en el fruto permite el abultamiento del mismo, el fruto tiene forma cónica, carnoso y de color rojo a amarillento. Muchas veces presentan deformidades ya sea por factores ambientales como la temperatura y factores nutricionales por deficiencia de Calcio o Nitrógeno (Hancock, 2000).

## **Variedades**

Las plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*) se pueden dividir en tres grandes grupos según la respuesta al fotoperiodo para la inducción floral los cuales pueden ser de día corto, día largo y día neutro. De día corto requiere fotoperiodos menores a 14 horas para florecer, días largos necesitan fotoperiodos mayores a 16 horas y la de día neutros es de cierta manera independiente del fotoperiodo para florecer entre la cual destaca la variedad Monterrey (Izhar, 1997).

La variedad Monterrey es la más cultivada en la zona ecuatorial ya que presenta una buena aptitud y acogida por parte del mercado gracias a su dulzor, tamaño grande y un rápido crecimiento vegetativo. Su fruto presenta colores rojos en la parte externa e interna, con una gran firmeza que ayuda a tener más vida útil en su proceso de postcosecha. El rendimiento se ubica alrededor de 60000 plantas.  $\text{Ha}^{-1}$  a una distancia de 28 cm entre plantas para sistemas convencionales de agricultura (Morales et al., 2017).

### **Hidroponía**

La hidroponía es una técnica de cultivo en la cual se prescinde del uso del suelo y los nutrientes ya no son tomados de él, caso contrario el agua recirculante es la que nutre la planta. Este sistema de cultivo aporta varias ventajas como reducción del uso del espacio, optimización del agua, producción en climas variados entre otras. Dentro de la hidroponía existen varios sistemas entre los más comunes se encuentran de raíz flotante, NFT, cultivo en sustrato y recientemente se habla también del sistema Kratky o sistema anaerobio (Castañares, 2012).

El sistema kratky se basa en el uso de solución nutritiva no circulante, es decir, una vez que se inicia el establecimiento del sistema hidropónico no recibe movimientos sea estos por bombas o mano de obra. Dando como ventajas el uso mínimo de fuentes de energía, menos manos de obra, pero por otro lado se necesita de mayor conocimiento técnico para realizar los controles de mantenimiento del sistema sea este el pH y CE (Kratky, 1988).

### **Componentes de la solución nutritiva**

Las plantas que se encuentran ubicadas en sistemas hidropónicos dependen de dos factores principales como son el pH y la conductividad eléctrica, estos son factores que afectan directamente en la disponibilidad de nutrientes para la asimilación de nutrientes. Dentro de los elementos nutritivos que necesita una planta se encuentran los macronutrientes como el

Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Azufre y Magnesio. En los micronutrientes se encuentran el Hierro, Molibdeno, Boro, Manganeso y Zinc (Kirschbaum & Borquez, 2006).

Se conoce que el tener una armonía entre todos los elementos para la nutrición de la planta ayuda a un buen crecimiento y a futuro una buena producción de la misma. El elemento más importante dentro de las plantas es el Nitrógeno el cual afecta directamente sobre el crecimiento vegetativo, productividad y calidad de la frutilla. Este elemento existe en varias formas, pero la más asimilable para la planta es en forma de Nitrato, al tener una deficiencia de este elemento se puede disminuir el vigor de la planta, pero también existe consecuencias si este elemento se encuentra en exceso como reducir la inducción floral, retrasa la floración, reduce la calidad del fruto y favorece el ataque de enfermedades y plagas (Kirschbaum & Borquez, 2006).

## Capítulo III

### Materiales y métodos

#### Ubicación

El área experimental, se ubicó en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia de Sangolquí, barrio San Fernando, en el invernadero de Horticultura de la Hacienda “El Prado”, el cual tiene como temperatura media anual de 18.4°C, humedad relativa del 40.16% y  $658.91 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (Villareal, 2018). La Hacienda “El Prado” se encuentra ubicada en una longitud de 78°24'44"E y a una latitud de 0°23'20"S, teniendo como altitud 2748 msnm. Las temperaturas de la zona de estudio se ubican como temperatura mínima promedio de 7.95°C y temperatura máxima promedio de 19.93°C, con una precipitación anual de 1332.72 mm (Arce, 2009).

#### Figura 1

*Ubicación del invernadero de horticultura. Hacienda "El Prado"*



*Nota.* Ubicación de la fase de experimentación, adaptado de Google Maps (2022).



### **Instalación del sistema hidropónico**

El sistema hidropónico utilizado para el experimento fue el método Kratky; para esto se utilizaron 27 baldes de 20 litros de color negro, para evitar el crecimiento de algas, donde se sembraron las plantas. La solución nutritiva base fue de Furlani y Fernández (2004) para los tratamientos utilizados en el proyecto. Se prepararon tres soluciones madres 100X y se dividieron en 3 recipientes distintos, uno para las distintas dosis de N.

### **Material Vegetal**

La variedad utilizada para el ensayo fue Monterrey, que tiene fotoperiodo neutro. Las plantas fueron desinfectadas las raíces por inmersión para prevenir posibles enfermedades, para lo cual se usó 2 g.L<sup>-1</sup> de Terraclor y Captan 2 ml.L<sup>-1</sup> por 10 minutos.

### **Trasplante**

Previo a la siembra de las plantas de frutilla en el sistema hidropónico, se sembraron en sustrato de pomina para estimular la brotación de nuevas raíces. A los 30 días de enraizamiento las plantas fueron trasladadas al sistema Kratky, teniendo un total de 9 plantas por tratamiento. La solución nutritiva se trabajó con un pH de 5.7 a 6.2 y una C.E. de 1.2  $\mu\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### **Preparación de la solución nutritiva**

La base de la solución nutritiva fue Furlani y Fernández (2004) para cada tratamiento con la única diferencia en la concentración de Nitrógeno de acuerdo a los tratamientos establecidos.

**Tabla 1**

*Fertilizantes utilizados para la solución madre*

<b>Tanque A</b>	<b>Tanque B</b>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
KNO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	MgSO <sub>4</sub>
	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
	ZnSO <sub>4</sub> x7H <sub>2</sub> O
	CuSO <sub>4</sub>
	MnSO <sub>4</sub> x2H <sub>2</sub> O
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub>

*Nota.* Fuentes de fertilizantes separados por tanque A (Nitratos y macronutrientes) y tanque B (Fosfatos, Sulfatos y micronutrientes).

Los tratamientos se dividieron por la concentración de Nitrógeno, teniendo como resultado los datos de la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Concentración de fertilizantes en cada solución madre por tratamiento*

	T1	T2	T3
Fuentes	g.L <sup>-1</sup>	g.L <sup>-1</sup>	g.L <sup>-1</sup>
(NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	6.4	-	5.28
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	42.64	42.64	-
(KNO <sub>3</sub> )	23.23	4.34	24.64
(KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	21.76	21.76	19.86
(K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	-	12.62	-
((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	-	5.28	-
(MgSO <sub>4</sub> )	18	18	18
(NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )			1.61
(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0.28	0.28	0.28
(ZnSO <sub>4</sub> x7H <sub>2</sub> O)	0.198	0.198	0.198
(CuSO <sub>4</sub> )	0.054	0.054	0.054
(MnSO <sub>4</sub> x2H <sub>2</sub> O)	0.181	0.181	0.181
EDTA-Fe	3.33	3.33	3.33
((NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> )	0.027	0.027	0.027
Ca <sup>+2</sup>	-	-	54.84

*Nota.* Contenido de fertilizantes por cada tratamiento

### **Manejo cultural del cultivo**

Se realizaron podas en aquellas hojas que presentaban necrosamiento o envejecimiento, junto a ellas se cortaron los estolones para inducir a la floración.

Para el control de pulgones se utilizó Thiamethoxam trabajó con una dosis de 0.4 g. L<sup>-1</sup>.

### **Variables de respuesta**

#### **Variables de desarrollo**

##### **Altura del tallo**

La altura del tallo se basó en un solo dato en el cual se utilizó un flexómetro como instrumento de medida. Para la toma de datos se midió desde la base de la planta, lugar donde se une raíz y tallo, hasta la primera hoja emergente de la corona.

##### **Número de hojas**

Se contaron las hojas desde las nuevas hasta las viejas, excluyendo las hojas senescentes; esta variable se la midió al final del ensayo (75 ddt).

##### **Contenido de clorofila**

Se midió el contenido de clorofila con el clorómetro HANSATECH modelo CL-01, en la tercera hoja de la planta (Matei, 2011).

##### **Longitud de raíz**

Para esta variable se tomó una planta por repetición, para lo cual se sacó la planta del recipiente con solución nutritiva y con ayuda de un flexómetro se midió desde la base hasta el ápice de la raíz.

##### **Masa seca**

Se seleccionaron tres plantas de cada tratamiento, se lavaron las hojas con agua destilada y jabón neutro, luego se separó la raíz de la parte vegetativa y se secaron en la estufa

por 24 horas a 100°C. una vez cumplido este tiempo, se pesaron tanto las raíces, así como las partes vegetativas de las plantas.

### **Número de estolones**

Para esta variable se contaron el número total de estolones por planta, y por cada tratamiento

### **Número de coronas**

Las coronas se contaron en la parte basal de la planta de fresa, en la cual se verificó la presencia de una o más coronas (López, 2021).

### **Variables de producción**

#### **Número de flores**

Se contaron las flores cuajadas al final del experimento.

### **Composición de Nitrógeno**

Para la medición de Nitrógeno se utilizó la metodología propuesta por (Yépez, 2018), mediante el uso del medidor de clorofila.

### **Diseño experimental**

#### **Factores y tratamientos**

En esta investigación se evaluaron el efecto de tres dosis de nitrógeno sobre el crecimiento y producción de una variedad de fresa (Monterrey). El factor en estudio fueron las dosis de N, 8,3 meq. L<sup>-1</sup>, 5,63 meq. L<sup>-1</sup> y 3,10 meq. L<sup>-1</sup> (Tabla 2).

**Tabla 3***Tratamientos del experimento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis de N</b> meq. L <sup>-1</sup>	<b>Descripción</b>
T1	8.3 (Alta)	Solución Furlani y Fernández con variedad Monterrey
T2	5.63 (Media)	Solución Furlani y Fernández con variedad Monterrey
T3	3.10 (Baja)	Solución Furlani y Fernández con variedad Monterrey

*Nota:* Distribución de los tratamientos durante la investigación, T1: 8.63 meq. L<sup>-1</sup> T2: 5.63 meq. L<sup>-1</sup> y T3: 3.10 meq. L<sup>-1</sup>.

**Tipo de diseño experimental**

El diseño utilizado en la investigación fue completamente al azar con 9 repeticiones. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$D_i$  = efecto de la  $i$ -ésima dosis de Nitrógeno

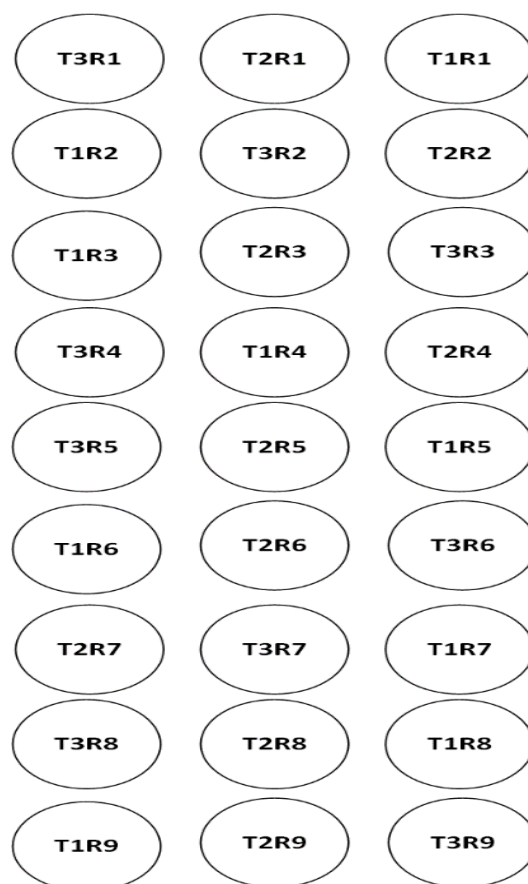
$\epsilon_{ij}$  = error experimental

Las variables de crecimiento número de estolones y las de producción como número de flores se caracterizaron mediante estadística descriptiva (media y desviación estándar). Las variables se analizaron mediante un análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos. Para la normalidad de las variables se verifico usando la prueba de Shapiro-Wiks y para la homocedasticidad los residuos se modelaron con la función Varident con los residuos absolutos para los tratamientos. Los tratamientos y sus respectivos efectos sobre cada variable

se analizaron mediante pruebas de comparación de medias LSD al 5%. Estos análisis fueron realizados mediante el software estadístico InfoStat y su interfaz con el software R studio (di Rienzo et al., 2017). Para las variables que no pudieron ser analizadas con ANAVA se les aplicó un análisis estadístico descriptivo como frecuencias, media y desviación estándar.

## **Figura 2**

### **Croquis Experimental**



*Nota:* Distribución de las U. experimentales

### **Unidad experimental**

La unidad experimental fue un balde con una planta de fresa de la variedad Monterrey, teniendo así 9 unidades experimentales por tratamiento.

## Capítulo IV

### Resultados y discusión

#### Resultados y discusión

#### Variables de desarrollo

En base al análisis de resultados se encontraron diferencias significativas para las variables de desarrollo, como el número de hojas ( $F_{2,24}=11.82$ ;  $p=0.0003$ ), altura del tallo ( $F_{2,24}=8.37$ ;  $p=0.0017$ ) y longitud de raíces ( $F_{2,24}=21.47$ ;  $p<0.0001$ ).

#### Tabla 4

*ANAVA y media  $\pm$  desviación estándar de altura de tallo, número de hojas y longitud de raíces, con tres concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva*

Tratamiento	Altura de tallo (cm)	Número de hojas	Longitud de raíz (cm)
T1	5.39 $\pm$ 1.26 a	11.89 $\pm$ 3.66 a	26.78 $\pm$ 2.25 a
T2	3.81 $\pm$ 1.30 b	5.89 $\pm$ 2.42 b	19.40 $\pm$ 4.80 b
T3	3.07 $\pm$ 1.18 b	5.44 $\pm$ 1.67 b	17 $\pm$ 4.58 b

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD;  $p>0.05$ ). T1= 8.3 meq. L<sup>-1</sup>; T2=5.63 meq. L<sup>-1</sup>; T3= 3.10 meq. L<sup>-1</sup>.

El T1 (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presentó una altura de (5.39 $\pm$ 1.26 cm), a diferencia de T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) y T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>). Referente al número de hojas de igual manera T1 se destacó sobre los demás tratamientos, presentando 11.89 $\pm$ 3.66 hojas en promedio. Finalmente, para la longitud de raíz el T1 evidenció un promedio de 26.78 $\pm$ 2.25 cm sobre el T2 y el T3 que alcanzaron 19.40 $\pm$ 4.80 cm y 17 $\pm$ 4.58 cm respectivamente.. Estos resultados obtenidos coinciden con la investigación de (Encalada, 2020) en la cual se evalúa el efecto de soluciones nutritivas y variedades de fresa en un sistema hidropónico, teniendo como resultados que la solución

Furlani y Fernández con una dosis de  $9.1 \text{ meq. L}^{-1}$  de N presentó mayor altura, número de hojas y área foliar.

La deficiencia de N influencia sobre la altura del tallo, número de hojas y longitud de raíz en el cultivo de fresas este elemento nutritivo es esencial para el crecimiento vegetativo de las plantas. Los procesos en los que forma parte el Nitrógeno son: la formación de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos (Abdollahi et al., 2012).

### Figura 3

*Estado vegetativo de la planta de Frutilla (Fragaria x ananassa)*



*Nota.* Diferencia de altura y número de hojas entre el T1 ( $8.3 \text{ meq. L}^{-1}$ ), T2 ( $5.63 \text{ meq. L}^{-1}$ ) y T3 ( $3.10 \text{ meq. L}^{-1}$ ).

### Contenido de clorofila y Nitrógeno

Según los resultados extraídos del análisis de varianza para clorofila se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 ( $8.3 \text{ meq. L}^{-1}$ ), T2 ( $5.63 \text{ meq. L}^{-1}$ ) y T3 ( $3.10 \text{ meq. L}^{-1}$ ) ( $F_{2,24}=7.06$ ;  $p=0.0039$ ) y para el contenido de nitrógeno con un valor entre tratamientos de ( $F_{2,24}=6.31$ ;  $p=0.0063$ ).



**Tabla 5**

*ANAVA y media  $\pm$  desviación estándar de porcentaje de clorofila y porcentaje de Nitrógeno, con tres distintas concentraciones de Nitrógeno en la solución nutritiva*

<b>Tratamiento</b>	<b>Clorofila (%)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Diagnóstico</b>
T1	14.57 $\pm$ 3.74 a	2.19 $\pm$ 0.56 a	Óptimo
T2	8.80 $\pm$ 3.90 b	1.32 $\pm$ 0.58 b	Deficiente
T3	8.10 $\pm$ 4.97 b	1.22 $\pm$ 0.75 b	Deficiente

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD;  $p > 0.05$ ). T1= 8.3 meq. L<sup>-1</sup>; T2=5.63 meq. L<sup>-1</sup>; T3= 3.10 meq.L<sup>-1</sup>.

Para la variable de contenido de clorofila se encontró mediante un análisis de diferencia de medias LSD al 5% que el T1(8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presento mayor cantidad de clorofila en comparación al T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) y T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) con un valor de (14.57 $\pm$ 3.74 %). En cuanto al porcentaje de Nitrógeno de igual manera el T1 destaco en comparación con el T2 y el T3 con un valor de (2.19 $\pm$ 0.56 %) teniendo así un contenido de Nitrógeno óptimo. Estos datos coinciden con el trabajo de (Yépez, 2018), en el cual utilizó la solución Furlani y Fernández (2004) para la evaluación de un método no destructivo para la obtención de Nitrógeno, en el que manejo variables como el contenido de clorofila, el cual presentó un mayor valor en el tratamiento de 100% de N (9.3 meq. L<sup>-1</sup>) y un contenido de Nitrógeno de 2,47%.

El contenido de clorofila depende de varios factores que pueden alterar su presencia o ausencia dentro de la planta, uno de estos puede ser la cantidad de Nitrógeno presente en la planta. La clorofila está inmersa en diferentes funciones como la fijación de carbono, procesos fotosintéticos entre otros; afectando de manera directa sobre la síntesis, transporte y almacenamiento de proteínas (Steele et al., 2008).

### Peso seco de raíz, hojas y peso seco total

Para la variable peso seco de la raíz ( $F_{2,6}=8.24$ ;  $p=0.019$ ), peso seco de la parte foliar ( $F_{2,6}=25.23$ ;  $p=0.0012$ ) y para el peso seco total de la planta ( $F_{2,6}=27.19$ ;  $p=0.001$ ) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

**Tabla 6**

*ANAVA y media  $\pm$  desviación estándar de peso seco de raíz, hoja y peso seco total con tres concentraciones de Nitrógeno en la solución nutritiva*

Tratamiento	Peso seco raíz (g)	Peso seco foliar (g)	Peso seco total (g)
T1	2.81 $\pm$ 0.43 a	13.18 $\pm$ 3.35 a	15.99 $\pm$ 3.44 a
T2	0.91 $\pm$ 0.39 b	3.42 $\pm$ 0.84 b	4.33 $\pm$ 0.94 b
T3	1.61 $\pm$ 0.82 b	2.42 $\pm$ 0.84 b	4.03 $\pm$ 1.64 b

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes (LSD;  $p>0.05$ ). T1= 8.3 meq. L<sup>-1</sup>; T2=5.63 meq. L<sup>-1</sup>; T3= 3. 10meq.L<sup>-1</sup>.

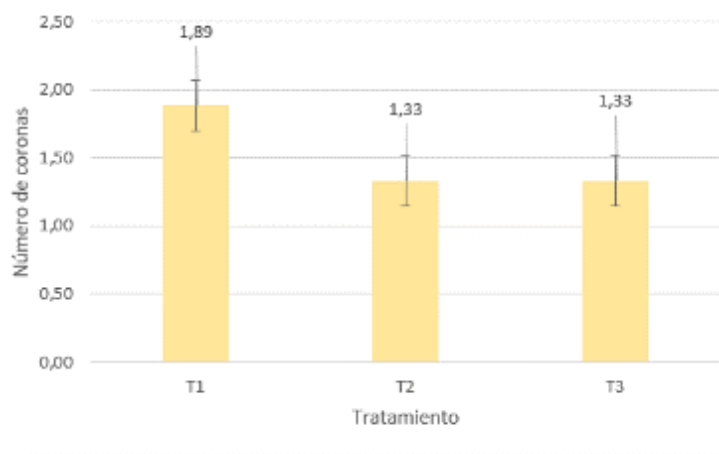
Para la variable de peso seco de raíz se encontró un mayor peso con el T1(meq. L<sup>-1</sup>) en comparación con el T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) y el T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) con un valor de (2.81 $\pm$ 0.43 g). En el caso de peso seco de la parte foliar de la planta se encontró un mayor peso con el T1 que con los otros dos tratamientos obteniendo un valor de (13.18 $\pm$ 3.35 g) y en peso total de la misma manera el T1 destacó con un mayor peso teniendo el valor de (15.99 $\pm$ 3.44 g). Estos datos coinciden con el trabajo realizado por (Encalada, 2020) el cual obtuvo una mayor cantidad de peso seco de raíz, hojas y peso seco total con la solución de Furlani y Fernández (9.1 meq. L<sup>-1</sup> N; 1.6 meq. L<sup>-1</sup> P) con valores de (22.52 g) de peso seco de raíz, (45.70 g) de peso seco foliar y (68.22 g) de peso seco total. Según (Sangoquiza et al., 2019) el Nitrógeno y Fósforo están relacionados directamente ya que al ser elementos que dependen el uno del otro para el funcionamiento correcto de la célula, esto incide en el incremento o deficiencia de la división celular y por ende el tamaño de la planta.

### Número de coronas, estolones y flores

En el número de coronas el T1 (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presentó 1.9 coronas. planta<sup>-1</sup>, en comparación en comparación T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) con 1.33 coronas y T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) con 1.33 coronas.

#### Figura 4

Gráfico de frecuencias del número de coronas por tratamiento

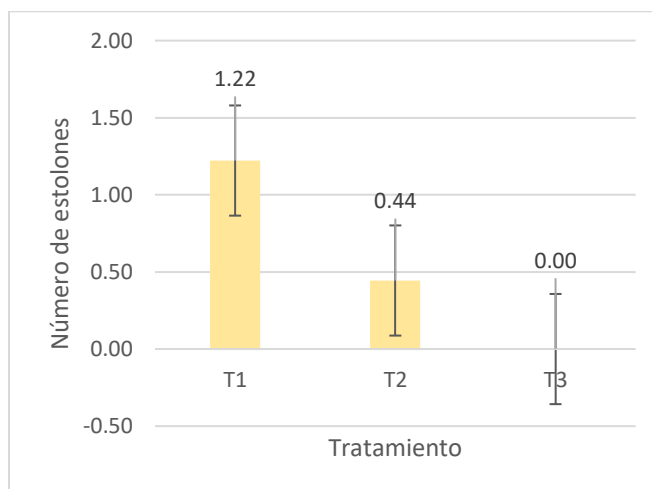


*Nota.* Número de coronas por tratamiento; T1: (8.3 meq. L<sup>-1</sup>), T2: (5.63 meq. L<sup>-1</sup>), T3: (3.10 meq. L<sup>-1</sup>).

Para el número de estolones, el T1 (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presenta una mayor cantidad con una media de 1.22 con respecto a T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) que presenta 0.44 de media de estolones y el T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) no desarrolló estolones por efecto de la deficiencia de N.

### Figura 5

Gráfico de frecuencias del número de estolones por tratamiento

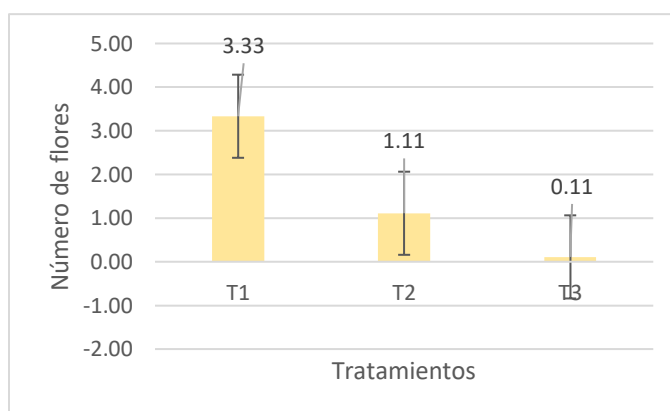


*Nota.* Número de estolones por tratamiento; T1: (8.3 meq. L<sup>-1</sup>), T2: (5.63 meq. L<sup>-1</sup>), T3: (3.10 meq. L<sup>-1</sup>).

Para el número de flores se encontró diferencia teniendo como el T1 (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) el tratamiento que presentó un mayor valor de flores 3.33, seguido del T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>) con 1.11 flores y el T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) con 0.11 flores.

### Figura 6

Gráfico de frecuencias de número de flores



*Nota.* Número de flores por tratamiento; T1: (8.3 meq. L<sup>-1</sup>), T2: (5.63 meq. L<sup>-1</sup>), T3: (3.10 meq. L<sup>-1</sup>).

El efecto de la deficiencia de N en las variables número de coronas, número de estolones y número de flores se nota a partir del T2 (5.63 meq. L<sup>-1</sup>), acentuándose en T3 (3.10 meq. L<sup>-1</sup>), a diferencia de T1 (8.3 meq. L<sup>-1</sup>); esto coincide con el trabajo de (Guacapiña, 2020) que con una dosis de (5.5 meq<sup>-1</sup> N) obtuvo un promedio de 7.66 flores de promedio; por ese motivo la deficiencia de Nitrógeno limita el crecimiento vegetativo e influye en la reproducción y fructificación de la planta de frutilla (*Fragaria x ananassa*) (Avitia et al., 2014).

## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- La dosificación alta de Nitrógeno (8.3 meq. L<sup>-1</sup>) presentó mejores características en las variables agronómicas y productivas en la planta de fresa (*Fragaria x ananassa*) ya que se obtuvo mayor altura de tallo (5.39 cm), número de hojas (11.89), longitud de raíz (26.78 cm), porcentaje de clorofila (14.57%), porcentaje de Nitrógeno (2.19%), peso seco de la raíz (2.81 g), peso seco foliar (13.18 g), peso seco total (15.99 g), número de flores (3.33), número de estolones (1.22) y número de coronas (1.9) que la dosificación media (5.63 meq.L<sup>-1</sup>) y la dosificación baja (3.10 meq. L<sup>-1</sup>).
- En base a los análisis estadísticos y como valor referencial la dosis baja de Nitrógeno (3.10 meq. L<sup>-1</sup>) se encontró una disminución del tamaño de planta (3.07±1.18 cm), menor crecimiento vegetativo (5.44±1.67) y una producción negativa de flores (0) y frutos (0), teniendo como consecuencia un déficit tanto de desarrollo como de características productivas. El Nitrógeno, por ende, tiene relación directa con las plantas ya que este se considera un elemento principal dentro de la nutrición vegetal.

#### Recomendaciones

- Se recomienda probar otras variedades de fresa en el sistema Kratky para poder valorar el efecto genético en cuanto a productividad con una dosis de 8.3 meq. L<sup>-1</sup>.
- Se recomienda utilizar diferentes soluciones nutritivas en el sistema Kratky para relacionar la producción de frutos y crecimiento vegetativo con el sistema de cultivo hidropónico.
- Se recomienda realizar estudios donde se evalué el efecto de absorción de Nitrógeno y su relación con la cantidad de oxígeno en un sistema Kratky.

## Bibliografía

- Abad, C. F. A., Álvarez, L. S. J., & Mora, E. D. C. (2020). Effect of the roof (low tunnel) on the productivity of two varieties of strawberry (*fragaria vesca*) in Cajanuma, Loja. *Granja*, 31(1), 134–143. <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.10>
- Abdollahi, M., Eshghi, S., Tafazzoli<sup>1</sup>, E., & Moosavi<sup>1</sup>, N. (2012). Effects of Paclobutrazol, Boric Acid and Zinc Sulfate on Vegetative and Reproductive Growth of Strawberry cv. Selva. In *J. Agr. Sci. Tech* (Vol. 14). [www.SID.ir](http://www.SID.ir)
- Arce, M. (2009). Normal climática y distribución de la precipitación de la hacienda El Prado-IASA. *Boletín Técnico*, 8, 126–128.
- Avitia, E., Pineda-Pineda, J., Castillo-González, A. M., Libia, S., Trejo-Téllez, I., Corona-Torres, T., & Cervantes-Urbán, E. (2014). Nutrient extraction in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(3), 519–524. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n3/v5n3a15.pdf>
- Caminiti, A. (2015). *Cultivo de Frutillas en la provincia del Neuquén*. [www.sagpya.gov.ar](http://www.sagpya.gov.ar)
- Castañares, J. (2012). *ABC DE LA HIDROPONIA*. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_amba\\_-\\_abc\\_de\\_la\\_hidroponia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_amba_-_abc_de_la_hidroponia.pdf)
- Denisse, L., Moya, V., Caviedes, M., Uzcátegui, E., & Koziol, M. (2011). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO COLEGIO DE AGRICULTURA, ALIMENTOS Y NUTRICION*. *Miembro del tribunal*.
- di Rienzo, J., Robledo, C., Casanoves, F., & Balzarini, M. (2017). *Infostat, versión 2017* [Universidad Nacional de Córdoba]. <file:///C:/Users/BRAYAN/Documents/TESIS/DOCUMENTOS%20BIBLIOGRAFIA/ManualIN FOSTAT2008.pdf>

Encalada, J. (2020). *Evaluación de tres soluciones nutritivas en el rendimiento y calidad de dos variedades de *Fragaria x ananassa* “fresa” en un sistema semihidropónico.*

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24771/1/T-IASA%20I-005600.pdf>

Giaconi M., V. (1985). *Cultivo de hortalizas* (F. Sudzuki H. & Vilma. Villagrán D., Eds.; 5a. ed.) [Book]. Vicente Giaconi.

Guacapiña, P. (2020). *Curvas de extracción nutrimental de N, P, K, Ca, Mg, mediante tecnología micro carbono (TMC) y fertilización convencional, en el cultivo semi hidropónico de frutilla (*Fragaria x ananassa*).* [Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE].

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24772/1/T-IASA%20I-005601.pdf>

Hancock, J. F. (2000). *STRAWBERRIES*.

Inca, S. (2013). “*AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA NFT PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS*” [Universidad Ricardo Palma].

<https://core.ac.uk/download/pdf/249982827.pdf>

INTAGRI. (2008). *Uso eficiente del Fósforo en la Agricultura*. <https://www.intagri.com/articulos/>

INTAGRI. (2018). *Producción Hidropónica de Fresa*.

<https://www.intagri.com/articulos/frutillas/produccion-hidroponica-de-fresa>

Izhar, S. (1997). Infra short-day strawberry types. *Acta Horticulturae* 439, 155–160.

<https://doi.org/https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.439.19>

Karim, R., Aziz, A., Roy, U. K., Karim, M. R., Roy, U. K., Hoque, M. A., & Hossain, M. M. (2008).

Bangladesh View project In vitro response of strawberry (*Fragaria x ananassa* Dutch.) for callus induction and shoot regeneration. In *Dhaka, International Journal of Agronomy and Agricultural Research* (Vol. 1, Issue 1). <http://www.innspub.net>



- Kirschbaum, D., & Borquez, A. (2006). *Nutrición mineral de la frutilla (Fragaria x ananassa Duch.)*. <https://www.researchgate.net/publication/270105103>
- Kratky, B. (1988). Observations on a non-circulating hydroponic system for tomato production. *Hortscience*, 5(23), 906–907. <https://www.researchgate.net/publication/264708296>
- Leod, C., & Javiera, K. (2020). *ARQUITECTURA DE LA PLANTA DE FRUTILLA*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17814.29761>
- López, M. (2021). *Diagnóstico morfológico de la pudrición de la corona de la fresa (Fragaria x ananassa Duchesne ex Rozier) en el cantón Quito* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23969/1/UCE-FAG-LOPEZ%20MAYRA.pdf>
- Lucas De Jesus, G., Pauletti, V., Cassilha Zawadneak, M. A., & Cuquel, F. L. (2021). *Calidad de la fresa afectada por la relación nitrato: amonio en la solución nutritiva*. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2764>
- Matei, P. M. (2011). *Relación entre el potencial enológico de la uva y el contenido de nutrientes y pigmentos de la hoja en viñedos afectados por clorosis Férrica* [Universidad de Valladolid]. <https://www.researchgate.net/publication/290994580>
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *PRINCIPIOS DE NUTRICIÓN VEGETAL* (4ta ed.). Instituto Internacional del Potasio. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod\\_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf)
- Morales, G., Riquelme, J., & France, A. (2017). *Manual de manejo agronómico de la frutilla*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6713/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20382?sequence=1&isAllowed=y>

Ojeda, L. (2006). *Efecto de la fertilización nitrogenada y del sistema de riego en la calidad del fruto de fresa.*

[http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/3820/IIQB-M-2006-0006.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/3820/IIQB-M-2006-0006.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ONU. (1984). *LA AGRICULTURA CAMPESINA EN SUS RELACIONES CON LA INDUSTRIA.*

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8049/S8400000\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8049/S8400000_es.pdf)

Paloma Escobar Sepúlveda, L., Alonso Marín Aranda, C., Margarita Mojica Muñoz, D., Estela Ra-mírez Trejo, B., & Laura Zaragoza Vázquez, D. (2017). *Cultivos Hidropónicos: Optimización del método Kratky.*

Perdomo, C., & Barbazán, M. (1996). *Nitrógeno.*

<http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>

Pérez Salinas, M., Dobronski Arcos, J., Artieda Rojas, J., & Perez Salinas, M. (2021).

*EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FRESA (Fragaria x ananassa) BERTHA ELIZABETH IBARRA LOPEZ.*

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33466/1/Tesis-281%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20%20Garc%C3%A9s%20Galarza%20Jenny%20Abigail.pdf>

Reyes, M., Benjamín, M., & Villagrán, Z. (2012). *FRUTILLA, CONSIDERACIONES PRODUCTIVAS Y MANEJO* (M. Reyes & B. Villagrán, Eds.) [INIA].

<https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7561>

Rodríguez, J., & Hompanera, N. (1995). *Producción de Plantines para la multiplicación de Frutillas.* [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2__produccion_de_plantines_de_frutillas.pdf)

[2\\_\\_produccion\\_de\\_plantines\\_de\\_frutillas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2__produccion_de_plantines_de_frutillas.pdf)

- Sangoquiza, C. A., Yanez Guzmán, C. F., & Borges García, M. (2019). Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 11(1).  
<https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.943>
- Steele, M. R., Gitelson, A. A., & Rundquist, D. C. (2008). A comparison of two techniques for nondestructive measurement of chlorophyll content in grapevine leaves. *Agronomy Journal*, 100(3), 779–782. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0254N>
- Tustón, R. (2012). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3759/6/UPS-YT00195.pdf>
- Vázquez-Gálvez, G., Cárdenas-Navarro, R., & Lobit, P. (2008). EFECTO DEL NITRÓGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE FRESA REGADA POR GOTEO Y GRAVEDAD \* EFFECT OF NITROGEN ON GROWTH AND YIELD OF STRAWBERRY IRRIGATED ON DRIP AND GRAVITY SYSTEMS. In *Agricultura Técnica en México* (Vol. 34).
- Villareal, V. (2018). *Evaluación de las condiciones climáticas y fuentes de boro, para la germinación in vitro de polen en frutilla (Fragaria x ananassa) variedad Festival* [Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14539/T-IASA%20I-005444.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yépez, D. (2018). *Evaluación de un método no destructivo para determinar el contenido de nitrógeno foliar en Fragaria vesca variedad: Festival*.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15844/1/T-IASA%20I-005462.pdf>

Enlace drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1NDQhip-1rTbYmslCyg-i1jx-6n8rUF7o?usp=sharing>