

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAB DEL  
CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**SOLUCIONES NUTRITIVAS Y BIOL EN PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria  
ananassa Duch*) MEDIANTE SISTEMA HIDROPÓNICO RECIRCULANTE NFT  
EN K'AYRA – CUSCO**

Tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Agrarias: **RUBEN CCAHUANA CONDORI**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO.**

**Asesora :** Mgt. Doris Flor Pacheco Farfán

**Patrocinador:** Centro de Investigación en Suelos y Abonos – CISA

**CUSCO - PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

Con el afecto de siempre a mis padres **Claudio Ccahuana Gómez y Flora Condori Anaya**, por los sacrificios y esfuerzos realizados permanentemente para sacarme adelante y así culminar mi carrera Profesional y pensar que la mejor herencia es la educación.

A mis hermanos, **Fanny, Kevin, Cinthia, Wacner Richar y Ninfa**, por el gran apoyo moral y por estar junto a mí en todo momento orientándome.

Al **Prof. Arturo Ccahuana Gómez** y esposa **Isabel Quispe Merma**, así mismo **Luisa Gómez Huamani**, por el apoyo incondicional en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento eterno a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a todos mis docentes de la Escuela Profesional de Agronomía que fueron parte de mi formación profesional que en los próximos años de mi desenvolvimiento profesional deberé a ellos.

Mi agradecimiento profundo a mí asesora Mgt. Doris Flor Pacheco por su constante apoyo incondicional para la realización de mi trabajo de investigación en nuestra casa de estudios.

Mi agradecimiento al Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA), por brindarme todo el campo experimental y materiales de investigación, que fueron indispensables en el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	viii
<b>I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 Identificación del problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general .....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
<b>II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
2.3. Justificación .....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	5
3.1 Hipótesis general.....	5
3.2 Hipótesis específicas .....	5
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
4.1. Aspectos generales del cultivo de la fresa: Orígenes, cualidades y agroecología.....	6
4.2. Descripción sistemática.....	9
4.3. Tecnología del cultivo.....	9
<b>4.4. Clima y suelos</b> .....	9
4.5. Descripción botánica de los órganos de la fresa .....	10
4.6. Variedades.....	16
4.6.1. Variedades de día corto .....	16
4.6.2. Variedades de día neutro.....	17
4.7. Situación de la fresa en el Perú .....	18
4.7.1. Producción.....	18
4.8. Calendario de siembras y cosechas.....	20
4.9. Zonas productoras y distribución geográfica .....	20
4.10. Aspectos generales sobre sustratos.....	23
4.10.1. Características y propiedades del sustrato .....	23
4.10.2. Turba del bosque .....	29
4.11. Producción hidropónica .....	30

4.12. Clasificación y calidad.....	33
4.13. Hidroponía.....	33
4.14. La evolución y la hidroponía.....	34
4.15. Historia de la hidroponía.....	35
4.16. Ventajas de los cultivos hidropónicos.....	37
4.17. Desventajas del cultivo hidropónico sobre los cultivos en tierra.....	39
4.18. Cultivos en solución o hidropónicos.....	39
4.18.1. Sistema de solución estática.....	39
4.18.2. Sistema con solución recirculante.....	39
4.18.3. Cultivos en aire o aeropónicos.....	39
<b>4.18.4. Características de cada uno de los métodos presentados.....</b>	<b>40</b>
4.19. Sistemas recirculantes de cultivo sin suelo.....	40
<b>4.19.1. El sistema de cultivo NFT (Nutrient Film Technique).....</b>	<b>41</b>
<b>4.19.2. Elementos constituyentes de una instalación de NFT.....</b>	<b>41</b>
<b>4.19.3. La solución nutritiva en NFT.....</b>	<b>43</b>
4.20. La nutrición de los vegetales y los cultivos hidropónicos.....	47
4.21. Aspectos generales sobre invernadero.....	48
4.21.1. El invernadero.....	48
4.21.2. Ventajas de un invernadero.....	49
<b>V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>49</b>
5.1. Tipo de investigación: Descriptivo.....	49
5.2. Ámbito de investigación.....	49
5.2.1. Ubicación espacial.....	49
5.2.2. Ubicación política.....	50
5.2.3. Ubicación geográfica.....	50
5.2.4. Ubicación hidrográfica.....	50
5.2.5. Ubicación.....	50
<b>5.3. Zona de vida.....</b>	<b>50</b>
5.4. Materiales y métodos.....	50
5.5. Métodos.....	51
5.5.1. Diseño experimental.....	51
5.5.2. Características del campo experimental.....	53
5.5.3. Croquis experimental de distribución de parcelas.....	54
5.5.4. Conducción de la investigación.....	58
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>69</b>

<b>VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....</b>	<b>121</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>

## RESUMEN

El trabajo de investigación intitulado “**Soluciones nutritivas y biol en producción de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) mediante sistema hidropónico recirculante NFT en K’ayra – Cusco**”; se llevó a cabo en el periodo del 2016 - 2017, cuyos **objetivos** fueron: Determinar el rendimiento y comportamiento agronómico: peso fresco del fruto, número de frutos por planta, peso fresco de residuos de cosecha, peso seco de residuos de cosecha, diámetro del fruto, altura de planta, longitud de raíz; establecer las dosis adecuadas de soluciones nutritivas y biol en la producción de fresa y determinar costos de producción.

Las dosis de soluciones nutritivas con las que se trabajó fueron:

Dosis de solución nutritiva, D1: 5 ml Solución A + 2 ml Solución B/ litro de agua, D2: 7 ml Solución A + 4 ml Solución B/ litro de agua y D3: 9 ml Solución A + 6 ml Solución B/ litro de agua. Dosis de biol, D1: 0 ml biol/litro de agua, D2: 10 ml biol/litro de agua, D3: 15 ml biol/litro de agua y D4: 20 ml biol/litro de agua.

**La metodología** que se utilizó es el análisis estadístico de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 4B, 12 tratamientos, 4 repeticiones y total 48 unidades experimentales. En donde se llegó a las siguientes **resultados y conclusiones**:

En peso fresco del fruto se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 19.75 g/planta fue superior.

En número de frutos por planta se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 59.75 frutos por planta fue superior.

En peso fresco de residuos de cosecha se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 55.75 gramos por planta fue superior.

En peso seco de residuos de cosecha se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 11.10 gramos por planta fue superior.

En diámetro ecuatorial del fruto se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 4.00 cm ocupó el primer lugar.

En altura de planta se desprende que, el tratamiento 5 ml A/ litro de agua + 2 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 30.00 cm ocupó el primer lugar.

En para longitud de raíz se desprende que, el tratamiento 9 ml A/ litro de agua + 6 ml B/ litro de agua x biol 20 ml/ litro de agua, con 22.00 cm ocupó el primer lugar.



## INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) es una planta precoz de alta producción, cuyo fruto es de agradable sabor y posee alto valor nutricional muy gustoso en el mercado interno y externo.

Por las características de exquisitez de sus frutos, como son el color, forma, sabor y aroma; es uno de los productos más apetecibles, tanto para consumo directo como para la elaboración de derivados que tiene gran demanda. Es también importante mencionar que la introducción de nuevas variedades de fresa a nuestra región significara mejorar la producción de fresa. La producción mundial de fresa en la presente década ha sido variable, mientras que la superficie dedicada a la producción disminuye y los productores buscan alternativas, así como el cultivo hidropónico para la producción de fresas, ya que se aprovecha de mejor manera tanto el espacio como los nutrientes. Sin embargo, hace falta establecer la dosis de solución nutritiva de macro y micronutrientes en la que genere mejores rendimientos. El producir hidropónicamente fresas bajo condiciones de invernadero, es un sistema práctico para obtener en el período más largo del año y diferentes épocas, altos rendimientos y producto de calidad.

El objetivo general de esta investigación es determinar el rendimiento y el comportamiento agronómico, establecer las dosis adecuadas de soluciones nutritivas y biol en la producción de fresa y determinar costos de producción, de la variedades de fresa en cultivo hidropónico y por efecto de las dosis de soluciones nutritivas con macro y micronutrientes, con el propósito de determinar cuál de estas dosis aplicadas son más favorables para la variedades de fresa empleada, especialmente en el sector experimentado ya que serviría de mucho aporte para los posteriores investigadores y como no a los propios productores.

El manejo agronómico del cultivo comprende las etapas de vivero, instalación del cultivo, mantenimiento y cosecha. Para un buen desarrollo de la fresa es necesario manejar la tecnología desde la propagación de las plantas madres hasta la cosecha; particularmente es muy importante conocer el efecto de las dosis de nutrientes vía radicular y biol vía foliar en el rendimiento y características agronómicas de la planta.

**El autor.**

## I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Identificación del problema

La fresa es un cultivo muy importante dentro de las hortalizas y el fruto es de consumo tanto en estado fresco o mediante elaboración de postres.

En la región Cusco, particularmente en las zonas de Urubamba y Calca se tiene referencia que antes se cultivaba una especie del género *Fragaria* conocida como “frutilla”, pero en los últimos años su extinción es notoria.

Cuando se hace una revisión exhaustiva de la tecnología de cultivo de la fresa y dentro de ello del efecto de los nutrientes en soluciones, así como la influencia de abonos orgánicos foliares como el biol mediante el sistema hidropónico recirculante de NFT (Nutrient Film Technique), no se tiene información alguna, mucho menos existe resultados de producción obtenidos en condiciones de invernadero; además no existe sobre resultados del efecto de los abonos foliares en esta hortaliza, referidos al peso fresco del fruto, número de frutos, peso fresco y seco de residuos de cosecha, diámetro ecuatorial del fruto, altura de planta, longitud de raíz.

Más aún no existe resultado de investigación que reporte sobre las dosis de soluciones hidropónicas, así como las dosis del biol que repercutan sobre el rendimiento del fruto y características agronómicas mucho menos sobre las dosis adecuadas establecidas para la producción del cultivo de fresa, conducida bajo una cubierta controlada como el invernadero.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto de las dosis de soluciones nutritivas y biol en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) mediante el sistema hidropónico recirculante de NFT en K'ayra – Cusco?.

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuánto es el rendimiento: peso fresco del fruto, número de frutos por planta, peso fresco de residuos de cosecha, peso seco de residuos de cosecha y el comportamiento agronómico: diámetro ecuatorial del fruto, altura de planta, longitud de raíz, por efecto de las dosis de soluciones nutritivas y biol?.
2. ¿Cuánto es la dosis adecuada de soluciones nutritivas y biol en la producción de fresa?
3. ¿Cuál es el costo de producción del cultivo de fresa?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivo general

Evaluar las soluciones nutritivas y biol en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) mediante sistema hidropónico recirculante NFT en K'ayra – Cusco.

### 2.2. Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento: peso fresco del fruto, número de frutos por planta, peso fresco de residuos de cosecha, peso seco de residuos de cosecha y determinar el comportamiento agronómico: diámetro del fruto, altura de planta, longitud de raíz, por efecto de las dosis de soluciones nutritivas y biol
2. Establecer las dosis adecuadas de soluciones nutritivas y biol en la producción de fresas.
3. Determinar los costos de producción del cultivo de fresa

### 2.3. Justificación

Aplicar las diferentes dosis de las soluciones nutritivas por sistema hidropónico recirculante de NFT en el cultivo de fresas es muy importante evaluar, porque es la única manera de conocer los elementos nutritivos (macro y micronutrientes) óptimamente extraídos por el cultivo para lograr su rendimiento en fruto, cuando los productores a nivel mundial buscan alternativas económicamente viables como es el cultivo hidropónico.

Cuando se pretende alcanzar una alta producción y productividad de la fresa mediante el cultivo hidropónico, es muy importante también comparar el comportamiento agronómico de las plantas; en razón de que si bien el cultivo puede tener una característica genética propia, es vital ver su adaptación en condiciones de invernadero cuando este cultivo es propio de zonas cálidas y con sustratos de

diferente naturaleza. Asimismo las características agronómicas influyen en la calidad y cantidad de la cosecha, que el productor de fresas debe conocer técnicamente, a fin de que su actividad alcance una rentabilidad socioeconómica rentable.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1 Hipótesis general**

La producción del cultivo de fresa mediante el sistema hidropónico recirculante de NFT es variable, porque está en función al efecto de las diferentes dosis de soluciones nutritivas y biol aplicados por vía radicular y foliar respectivamente.

#### **3.2 Hipótesis específicas**

1. El rendimiento de fresa en cultivo mediante el sistema hidropónico recirculante de NFT, es independiente al efecto de las diferentes dosis de las soluciones nutritivas y biol.
2. Existe variabilidad, en el comportamiento agronómico de la planta de fresa cultivado mediante el sistema hidropónico recirculante de NFT, por efecto de las dosis de las soluciones nutritivas y biol.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Aspectos generales del cultivo de la fresa: Orígenes, cualidades y agroecología

M. Agricultura (2008) refiere que la fresa tiene un origen europeo, de la región alpina; en esa época era una fruta pequeña y sus cualidades le daban un sabor intenso. En el siglo XVIII Chile nos presenta una fresa más voluminosa, que comúnmente hoy denomina como fresón o frutilla y el mudo lo prefiere por sus altos rendimientos y hoy recibe como denominación genérica de “fresa”.

M. Agricultura (2008) describe que la planta de fresa es pequeña alcanzando 50 centímetros de altura, sus raíces superficiales y posee de acuerdo a (M. Agricultura, 2008), numerosas hojas trilobuladas que nacen en la corona o un rizoma muy corto que se encuentra al nivel del suelo convirtiéndose en la base para el crecimiento de la planta; (M. Agricultura, 2008), señala que la base presenta tres yemas diferenciadas:

- uno de tallos,
- otro de estolones
- y una donde se forman los racimos florales.

Lo que se conoce como fresa indica (M. Agricultura, 2008), es un falso fruto, pero en ella se encuentran unas semillas diminutas donde están los frutos requeridos.

*(M. Agricultura, 2008), señala que la fresa genérica fue presentada en Europa por colonizadores de Virginia (Estados Unidos). Cuando llega la fresa de Virginia en el siglo XIX, se generan otras variedades que se desarrollaron en tamaño y su sabor fue mermándose poco a poco. Posteriormente con la variedad chilena se realizaron cruces*

*con sus similares, se obtuvieron fresas que mantenían su sabor, pero ganaban tamaño. Actualmente el mundo conoce alrededor de 1.000 variedades de fresa. Además de fresa, también tiene nombres variados, así en castellano recibe la denominación de frutilla o fresón, en francés fraise, en italiano fragola, en inglés Straw Berry. M. Agricultura (2008)*

M. Agricultura (2008) la fresa presenta propiedades medicinales como: anticancerígenos, antiinflamatorios, y mineralizantes. Su consumo no es restringido para las personas con diabetes; además sus hojas tiernas pueden ser consumir como parte de las verduras. Así mismo posee propiedades cosméticas. Tiene propiedades terapéuticas(laxantes) que facilitan el tránsito intestinal y están recomendados para el caso de estreñimiento; regulan la función hepática, limpia el organismo del perjuicio de las toxinas y es aconsejado para el caso de hepatitis; normaliza la presión arterial alta, y así mismo su buen contenido de fibra alimentaria detiene el asentamiento de colesterol en las arterias, sumado con sus propiedades antioxidantes, hace que disminuya el riesgo de aterosclerosis. Son diuréticas que favorecen la producción de orina permitiendo la eliminación de ácido úrico, razón por lo cual son eficaces en casos de artritis y gota.

M. Agricultura (2008) la fruta contiene la vitamina C, que puede consumirse directamente como freza en estado natural o procesada como yogurt, leche, helado, pulpa, dulces, salsa, mermelada, jugo o licor.

M. Agricultura (2008) la fresa requiere ciertas características del suelo y ambiente:

- para su desarrollo requiere de suelos con pH ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7,0) y con una conductividad eléctrica no mayor de 2 mmhos/cm, no es apto para suelos salinos.
- Se debe sembrar en suelos con bajo porcentaje de carbonatos de calcio (<5%) y con buen drenaje.
- Son propicios los suelos con textura franco arenosa, dado que tienen más filtración que los suelos arcillosos; un buen drenaje evita las enfermedades fungosas de raíz y corona.
- Es un cultivo adaptable a diferentes condiciones de temperatura, pero propicios las temperaturas de 18 a 22 °C durante la fructificación y de 23 a 28 °C para el buen crecimiento vegetativo, sobre todo en los cultivares de día corto.



- Sin embargo, presenta variedades que se adaptan a ambientes cálidas
- Para lograr mejores rendimientos exige un periodo de frío por debajo de 7 °C, por lo que constituye una práctica muy importante guardar plantas seleccionadas en cámara fría por 1 o 2 meses después de terminar la campaña a temperatura de 0 a -2 °C.

INIA (1997) relata que las fresas del antiguo mundo fueron descritas hace algo de 3000 años; pero en el siglo XVI de la era cristiana comenzó a cultivarse en escala reducida, evolucionando en la calidad y en rendimiento de fruto por planta. El tamaño de los frutos de ese entonces era relativamente reducido, pero tenía buen aroma.

Maroto (1988) nos cuenta que la fresa tiene una referencia de hace muchos años. Estos se cultivaban desde los tiempos romanos. Algunos escritores como Cato (239-149 A.C.), Ovidio y Plinio, indican que las fresas eran bastante apreciadas por el sabor y fragancia de los frutos y sobre los que algunos autores creen que se cultivaban en los huertos familiares.

**Tabla 1. Composición química de las fresas.**

(contenido en 100 g de fruta)

<b>Componentes químicos</b>	<b>Cantidad</b>
Vitamina A	100 U.I.
Vitamina B	10.03 mg
Vitamina B	20.97 mg
Vitamina B	50.90 mg
Vitamina C	90 mg
Valor energético	40 kcal
Proteínas	0.9 g
Grasas	0.5 g
Carbohidratos	13 mg
Calcio	21 mg
Fósforo	21 mg
Potasio	164 mg
Ácido fólico	0.07 mg
Sodio	1 mg

---

Hierro

1 mg

---

**Fuente:** FAO 1987-1987

#### **4.2. Descripción sistemática**

Hernandez (2004) Hace la clasificación taxonómica botánica de la siguiente manera:

**Familia:** Rosáceas.

**Subfamilia:** Rosídeas.

**Tribu:** Potentillea.

**Género:** Fragaria.

**Especie:** Fragaria dioica, Fragaria vesca.

#### **4.3. Tecnología del cultivo**

M. Agricultura (2008), La fresa está comprendida dentro de la familia Rosácea, género Fragaria. Se trata actualidad de una especie que se cultiva comercialmente por su fruto comestible. La planta de fresa es perenne ya que, constantemente genera nuevos tallos, y en este sistema permanecen viva en forma indefinida.

#### **4.4. Clima y suelos**

Vargas (2006), la planta de fresa es termo y fotoperiódica, que depende de las condiciones de la temperatura y de la luz. Las temperaturas extremas y los días largos de luz provocan crecimiento vegetativo excesivo; caso contrario se inducen a la floración.

En condiciones, donde los días son cortos, el factor determinante para producir este fruto es la temperatura, se estima que la temperatura óptima es de 14°C, pero también se cultivan entre los 10 y 20°C.

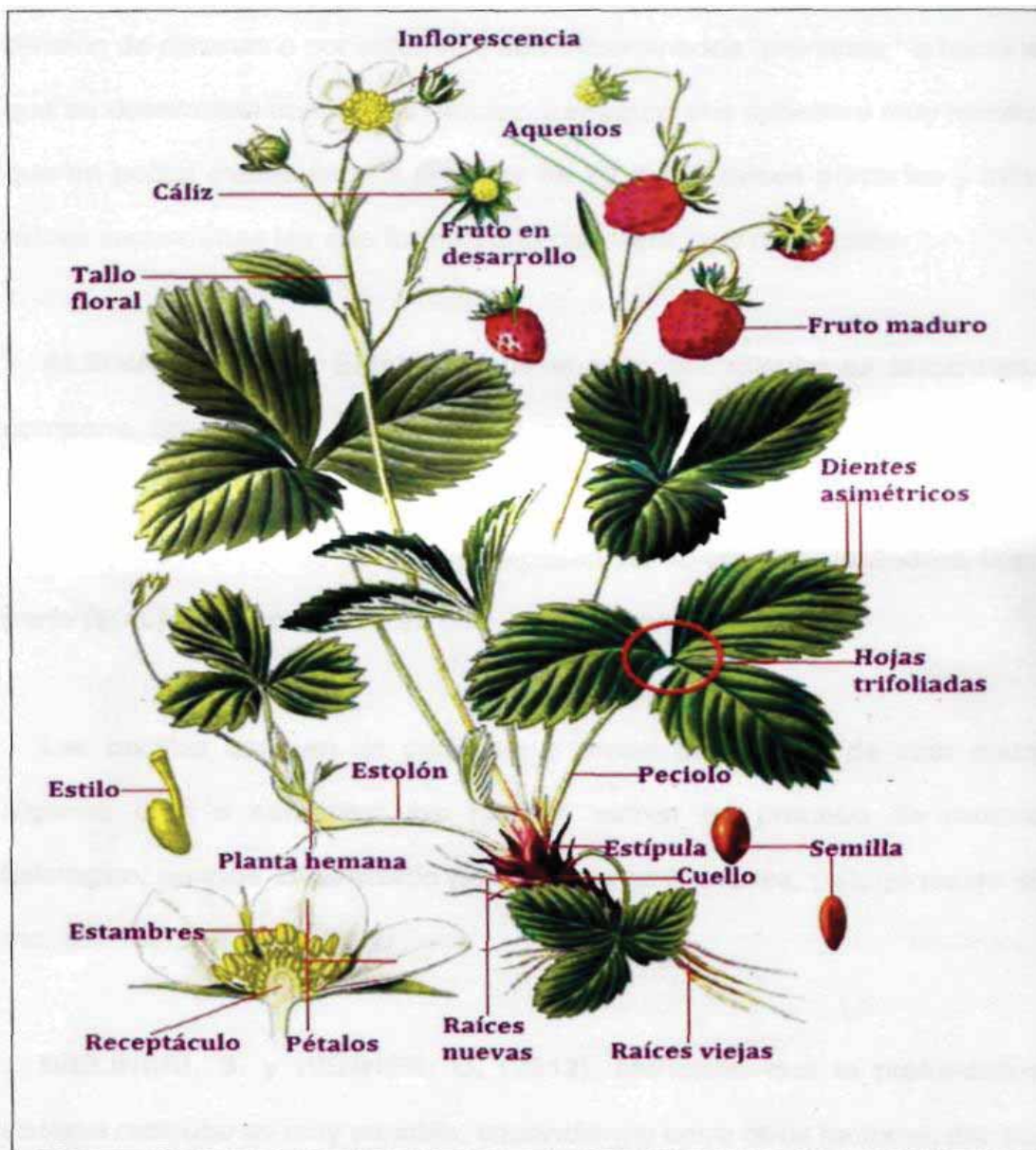
Esta planta de fresa se caracteriza por un sistema radical que en un (3/4) de su masa se ubica en los primeros 15 cm del suelo, los suelos propicios para el cultivo exitoso no tienen que ser muy profundos; livianos, y será más favorable si es

arenosos y drenaje adecuado. Los suelos volcánicos con considerable materia orgánica, como es el caso de las partes altas del Valle Central, se comportan en buena forma para este cultivo. El pH debe estar entre 5,5 a 6,5 y debe ser bastante fecundidad.

#### **4.5. Descripción botánica de los órganos de la fresa**

González, (2011), describe que la planta de fresa o fresón, tienen raíces superficiales, tiene numerosas hojas trilobuladas, que está al nivel del suelo y forman la base del crecimiento de la planta. En la base se encuentran tres tipos de yemas: uno de tallos, otro de estolones y una más de donde se forman los racimos florales. Lo que se conoce como fresa es realmente un falso fruto, ahí se encuentran las semillas pequeñas donde están los aquenios o verdaderos frutos.

**Figura 01:** órganos de una planta de fresa.



Fuente: Programa de Apoyo agrícola y Agroindustrial: Cámara de Comercio de Bogotá 2015

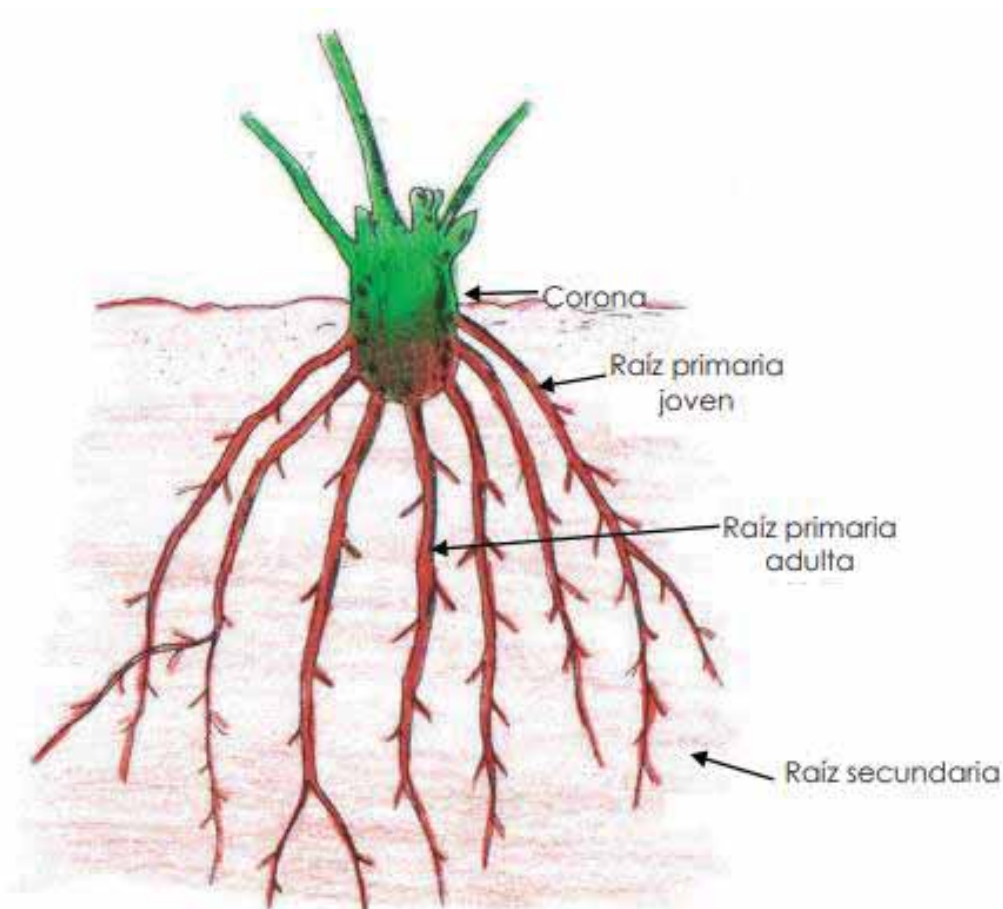
## **Raíz**

González, (2011) *menciona que el sistema de la planta es agrupado, se compone de raíces y raicillas. Las raíces presentan cambium vascular y suberoso, son perennes. Se pueden alcanzar entre 2 a 3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (4/5) en los primeros 30 cm. Las raicillas duran un corto tiempo, de algunos días o semanas, las raicillas fisiológicamente se renuevan cíclicamente, aunque afectados por elementos ambientales, contagios de suelo, etc., que deterioran la armonía.*

## **El Tallo**

González, (2011), *considera que la corona; que botánicamente es un tallo, Es de tamaño corto, de entre 2 y 3 cm de longitud. Produce hojas en muy ajustados ciclos, flores en estado terminal y raíces en su base; son importantes porque es ahí donde se originan los racimos florales y los estolones. Dependiendo de la variedad es deseable preciar su crecimiento y cantidad de tallos, porque de ello depende el rendimiento de fruta.*

**Figura 02: El Tallo** de una planta de fresa.



Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional centro campo experimental bajo Celaya, GTO, México 2011

### ***El Estolón***

González (2011), menciona que el estolón (tallos rastreros) es un brote que nace de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de los tallos. Donde dos entrenudos y una yema terminal en desarrollo forman una nueva planta. El primer nexo generalmente es estéril, y de vez en cuando, puede generar a otro estolón más corto que el inicial. Los estolones constituyen la forma más sencilla de propagación, al ser vegetativas mantiene las particularidades de la original.

### **Hojas**

Maas, (1998) citado por González (2011), describe que Las hojas de la fresa de acuerdo al tamaño y forma de la base, así como de la variedad, pueden tener hojas

*con lámina cóncava, plana o convexa. Generalmente la cantidad de folíolos son tres, pero en otras como la Solana, la misma planta presenta hojas de tres, cuatro hasta cinco folíolos. Así mismo La cantidad de hojas depende también de las condiciones ambientales, destacando el fotoperiodo y la temperatura, largo y alta respectivamente favorecen el desarrollo óptimo; fotoperiodo corto y baja temperatura pueden provocar la degeneración parcial o total de las hojas. Las condiciones propicias para la emisión de hojas favorecen el crecimiento de la superficie foliar, en tanto que las adversas la reducen.*

*El ciclo de vida que presentan las hojas es entre uno a tres meses, pero puede ser reducido por plagas y enfermedades degenerativas y al morir tendrán que ser reemplazadas por hojas nuevas, lo cual se repite secuencialmente a lo largo del ciclo.*

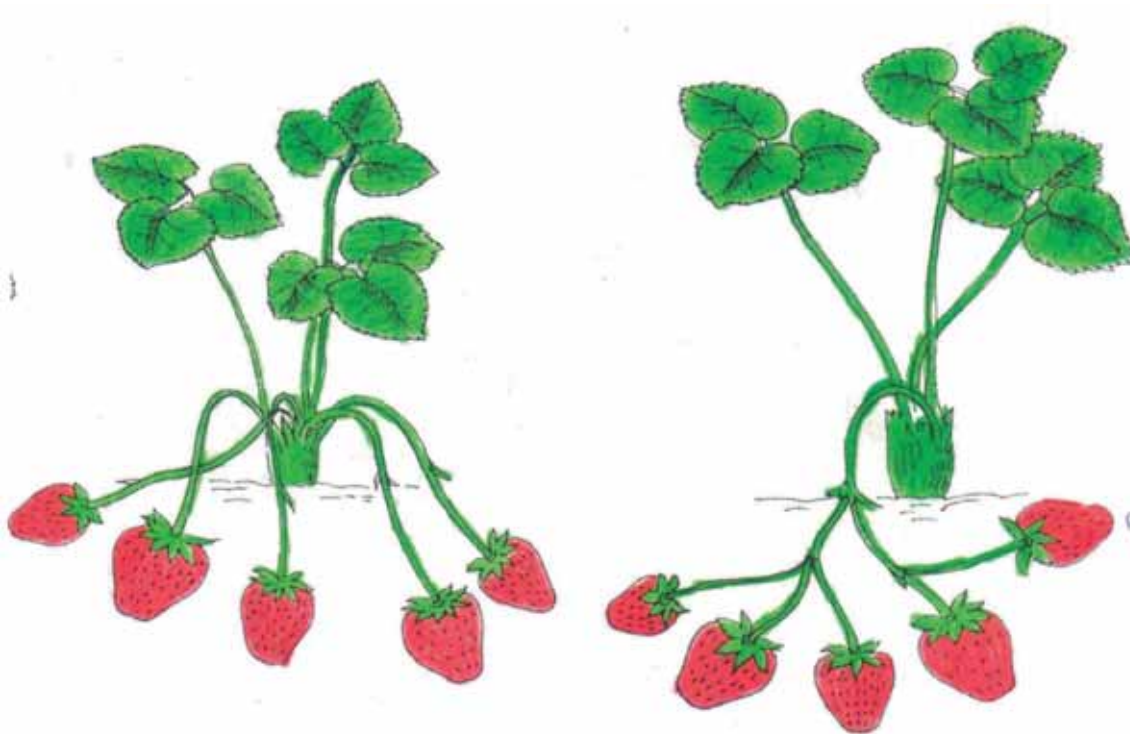
### **Inflorescencias**

Soto (2012) señala que las inflorescencias se pueden abrir a partir de un brote terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor primaria o terminal y otras secundarias de tamaño contraído.

### **Flor**

*Soto (2012) señala que la flor es hermafrodita, pero es posible encontrar flores pistiladas (femeninas) que no crean fruta al no ser polinizadas apropiadamente. La flor obtiene 5 - 6 pétalos, de 20 a 35 estambres y muchos cientos de pistilos sobre una fuente carnosa. Cada óvulo fertilizado da lugar a aquenio, el desarrollo de los aquenios, permutados por la superficie del receptáculo carnoso, provoca el crecimiento y la coloración de éste, generando el fruto de la fresa.*

**Figura 03:** La flor de una planta de fresa.



*Fuente:* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional centro campo experimental bajo Celaya, GTO, México 2011

### **Fruto**

*Soto (2012) describe que en la base de la flor se despliega la parte alimenticia de la fresa y a veces se desarrollan falsos frutos formado por un receptáculo hipertrofiado, en el que se posan los verdaderos frutos aludidos aquenios (pepitas), que son aplanado y de color habitualmente claro en la parte que está a la sombra y grana oscuro en la fragmento desplegada al sol, y en cantidad variable.*

### **Índice de madurez**

*Soto (2012) describe el índice de madurez para la recolección de fresas se basa en el color del fruto:*

*- Color rosado en tres cuartas partes del área del fruto con fondo blancuzco. Esta fruta se destina al mercado para consumo al estado fresco de mercados apartados.*



- Color rosa que cubre todo el fruto. Esta fruta se destina también al mercado para consumo al estado fresco de mercado relativamente cercanos.
- Rojo a rojo oscuro. Esta fruta se debe consumir de inmediato o debe ser procesado industrialmente.
- En este caso, los dos primeros casos están relacionados con la distancia a los mercados y el tercero con propósitos industriales.

#### **4.6. Variedades**

M. Agricultura (2008) describe que en Perú existen muchas variedades de fresa, las cuales se han inyectado de Estados Unidos, Europa y otras regiones de todo el mundo, pero en la actualidad son cinco las más cultivadas: Chandler (americana), Tajo (holandesa), Sern (Sancho), Aromas y Camarosa, que son también las que más se comercializan en los mercados de Lima.

En Perú, el clima de la costa se adapta a las diversidades de día corto trasplantadas entre abril a mayo, mientras que las de día neutro, es posible sembrar durante todo el año, como ocurre con “Aromas” actualmente en Huaral. Para la sierra, en valles interandinos y valles abrigados se recomienda las variedades de día corto.

##### **4.6.1. Variedades de día corto**

M. Agricultura (2008), detalla que se incentiva a la floración, si el fotoperíodo es reducido o sea alrededor de 12 horas de luz, y la temperatura este dentro del intervalo de 14 a 18 °. Asimismo, se trasplanta entre abril y mayo. En el Perú las más difundidas son:

- De acuerdo a M. Agricultura (2008), “Chandler”, también llamaba como “Cañetana”. proveniente de la Universidad de California. goza por tener una buena demanda en el mercado de consumo en fresco. Los frutos son conforme estirada de color rojo penetrante con volumen grande. Es bastante rendidor que se puede producir continuamente desde agosto hasta enero en condiciones de costa y es resistente al transporte.
- “Tajo”, conocida también como “holandesa” y “Cresta de gallo”. Frutos grandes de coloración rojo anaranjada, de forma ligeramente

*redondeada poco achatada con tendencia a ser lobulada. Es de elevado rendimiento y tolerante al transporte.*

- *“Pájaro”, también procede de la Universidad de California. Es más tardío. De menor rendimiento que las anteriores.*
- *“Camarosa”: también obtenida por la Universidad de California, se caracteriza por ser precoz, y rende bastante durante toda la campaña, expone frutos notables de color rojo intenso y brillante en su exterior, de aspecto cónica y aplastada, presenta sabor generoso y firmeza. Por sus características sobresalientes viene reemplazando a la “Chandler” en el mercado estadounidense.*

#### **4.6.2. Variedades de día neutro**

M. Agricultura (2008) menciona que fotoperíodo no influye en la floración; la temperatura fría no induce la floración. es excelente para producir en contra estaciones. Entre las más difundidas en el país tenemos;

“Sern”, llamada como “Sancho”, producido por la Universidad de California. Frutos de forma cónica oblonga, achatados de color rojo anaranjado brillante, y bastante consistente. Puede producir en cualquier etapa del año. Generalmente no se usa en cultivos intensivos.

“Aromas” de alta productividad, es planta de hábito enderezado. Frutos color generoso y calibre muy concentrado. Es tolerante a variación temperatura del medio ambiente.

##### **-Variedad “Aroma”:**

De alta productividad, es planta de hábito erecto. Frutos de buen color y calibre muy consistente. Tiene amplio espectro de tolerancia a cambios de temperatura del medio ambiente.

##### **-Variedad “San Andreas”:**

*M. Agricultura (2008) indica que es una variedad los días neutros moderados. Su fruto es de óptima calidad y sabor, resistente a enfermedades. Es más precoz que la variedad Camarosa, la producción es generalmente estable durante todo el ciclo.*

## 4.7. Situación de la fresa en el Perú

### 4.7.1. Producción

*Ministerio de Agricultura (2008), indica que la producción de la fresa en el contexto nacional, no muestra una tendencia precisa, quizás por los rasgos del propio mercado nacional no puede construir toda la producción y recién esta en busca de nuevos mercados. La tabla 2, nos muestra la superficie cosechada, cantidad de producción, rendimiento y el precio de chacra en periodos de 1994 al 2008; se puede mostrar una tendencia no uniforme en el periodo, con mayor cantidad de hectáreas dedicadas para la fresa en 1999 (2.559 ha), y se registra la más inferior en el 2001 (622 ha) y así mismo en el año 2007 alcanza a 813 ha (información preliminar).*

*Ministerio de Agricultura (2008), afirma que se han incrementado los rendimientos, debido al mejoramiento técnico: material libre de virus, uso de mulching, riego tecnificado, entre otros implementos. De 7.763 kg/ha para el año 1994 a 15.500 kg/ha para el 2007, alcanzando el punto óptimo de 17.771 kg/ha en el 2005. El volumen producido paso de 7.821 toneladas en el año 1994 a 12.607 en el 2007, pasando por pico de 24.927 t en el año 2003.*

*En caso de los precios, se observa que se han incrementado, y se debe a que las nuevas variedades de este producto presentan mejor apariencia y conservación, así como surgimiento de mayor demanda; consiguiendo a un promedio de S/ 1.33/kg en el año 2007.*

**Tabla 2. Superficie cosechada, producción, rendimiento y precio en chacra de fresa en el Perú.**

<b>Año</b>	<b>Superficie cosechada (has)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Precio en chacra (S//Kg)</b>
1994	1007	7821	7767	0.33
1995	1023	8291	8105	1.11
1996	1362	15249	11196	1.23
1997	1466	17001	11597	1.21
1998	994	5706	5740	1.33
1999	2559	15545	6074	0.82
2000	1219	10921	8963	0.88
2001	622	9540	15337	0.91
2002	1199	17239	14374	0.98
2003	1601	24927	15572	1.12
2004	1228	20649	16812	1.00
2005	981	17430	17771	1.35
2006	966	16601	17188	1.35
2007 1/	813	12607	15500	1.35

**Fuente:** Ministerio de Agricultura. DGIA.

**Tabla 3. Producción de fresa en la región Cusco.**

<b>Año</b>	<b>Producción (t)</b>
1994	38
1995	25
1996	18
1997	25
1998	60
1999	8
2001	7
2002	10
2003	10

**Fuente:** Ministerio de Agricultura. DGIA.

#### **4.8. Calendario de siembras y cosechas**

*Ministerio de Agricultura (2008) señala que en la Libertad se siembra la fresa entre los meses de marzo (50%), abril (42%), y en mayo (8%); sin embargo, las variedades implementadas se están saliendo de esas fechas, llegando a ampliarse la fecha de febrero a julio.*

*Ministerio de Agricultura (2008) En la región Lima, las variedades de día corto son siembras entre los meses de abril a mayo, con el propósito de servirse de las bajas temperaturas. En raras casos se realizan siembras adelantadas para lograr cosechas adelantadas con la finalidad de subir los precios, no obstante, suele presentar bajos rendimientos.*

*Ministerio de Agricultura (2008) en caso de Huaral, pocos productores ejecutan siembras ligeramente retrasadas, además acostumbran dejar las plantas en el campo después del verano, y a esta práctica se domina como cultivo de la soca, contrarrestando los meses de pérdida de cosecha por el retraso del trasplante, pero que se gana al recoger la cosechar en los meses de otoño, y los precios de mercado son mejores en esta época del año. Los cultivares de día neutro acostumbran sembrar a lo largo de todo el año, sin embargo, es preferible buscar que la floración encaje con los meses de abril a junio, para que la producción no coincida con el cultivo de días corto. La entrada del cultivo "Aromas" ha alternado casi por completo el calendario de siembra, dado la variedad de ésta se siembra durante todo el año.*

*Para las condiciones de sierra, Apurímac, las siembras por la variedad de climas en el país, en los valles abrigados y con agua posibilita la siembra a lo largo de todo el año.*

#### **4.9. Zonas productoras y distribución geográfica**

*Ministerio de Agricultura (2008), Indica que las áreas productoras de fresa son las regiones limeñas como: Huaral, Chancay, Barranca, Huaura y Cañete. En La Libertad: Chao y Moche, junto con las zonas de Trujillo, Simbal, Virú y Laredo, existen algunas plantaciones en los valles interandinos de Huaylillas, jurisdicción de Pataz. En la región de Apurímac, en Andahuaylas, se están agregando más áreas., por el contrario, Tacna y Cuzco la producción ha*

parado; en el caso de Huánuco se registró 3 ha en el 2007. En resumen Perú dispone de clima y suelos propicios en casi todas las regiones de costa y sierra.

Maroto (1988) indica que se llegaron a describir más de 45 especies dentro del género *fragaria*, pero las modernas investigaciones relacionadas con la constitución cromosómica permitieron clasificar el confuso panorama sistémico reduciéndose a 11 el número de especies válidas, todas ellas poseen una estructura genética común con genomas de 7 cromosomas.

Las 11 especies reconocidas por red fueron agrupadas por el número de cromosomas de sus células somáticas (2n) y su distribución geográfica tal como se puede observar en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 4: Especies válidas del género *fragaria* y centro de origen.**

<b>Especie</b>	<b>Centro de origen</b>
<b>I) Diploides (2n=14)</b>	
<b>1. <i>F. daltoniana</i> J.Gay</b>	- Asia (Himalaya)
<b>2. <i>F. nilgerrensi</i> S Schlect</b>	- Sur este asiático
<b>3. <i>F. nubicola</i> Lindl ex lacaíta</b>	- Sur Asia
<b>4. <i>F. vesca</i></b>	-Europa, N. América, N. Asia
<b>5. <i>F. viridis</i> Duch.</b>	- Europa central
<b>II) Tetraploides (2n=42)</b>	
<b>6. <i>F. moupinensis</i> (Franch), Card</b>	- Centro - Este de Asia
<b>7. <i>F. orientalis</i> Losinsk</b>	- Centro - Este de Asia
<b>III) Hexaploides</b>	
<b>8. <i>F.moschata</i> Duch</b>	- Europa central
<b>IV) Octaploides (2n=56)</b>	
<b>9. <i>F. chilloensis</i> L Duch</b>	-Chile, Argentina, California y Alaska
<b>10. <i>F. ovalis</i> (Lemh) Rudb</b>	-Oeste de América central

**Fuente: Folquer F. (1986).**

ONUDI (2015) la actual frutilla perteneciente al género *fragaria* incluye 25 especies, los híbridos que poseen diferentes niveles de ploidia las cuales se

distribuye por toda la zona templada del hemisferio Norte, en la tabla No 5 se muestra la distribución de las principales especies pertenecientes al género descrito.

Así mismo se muestra las diferentes regiones climáticas que van desde los climas templados hasta los subtropicales. Donde la *Fragaria vesca* ( $2n = 2x=14$ ) se distribuye de manera homogénea a lo largo de todo este rango y al oeste de Sudamérica.

**Tabla N° 5: Especies del género fragaria, ploidia y distribución geográfica.**

<b>Especie</b>	<b>Ploidia</b>	<b>Distribución geográfica</b>
<b>F. Bucharica</b>	<b>2x</b>	Himalaya Occidental
<b>F.daltoniana</b>	<b>2x</b>	Himalaya
<b>F.iinumae</b>	<b>2x</b>	Japón occidental
<b>F.madnshurica</b>	<b>2x</b>	Nordeste Asiático
<b>F.nilgerrensis</b>	<b>2x</b>	Asia centaral y China
<b>F.hayatay</b>	<b>2x</b>	Taiwán
<b>F.nipponica</b>	<b>2x</b>	Islas de Honshu y Yuyushima Japón
<b>F.nubicola</b>	<b>2x</b>	Asia central, hasta Himalaya
<b>F.pentaphylla</b>	<b>2x</b>	China y Tibet
<b>F.chinensis</b>	<b>2x</b>	China y Tibet
<b>F.vesca</b>	<b>2x</b>	Eurasia y América
<b>F.xbifera</b>	<b>2x</b>	Europa
<b>F.viridis</b>	<b>2x</b>	Euro Siberia
<b>F.corymbosa</b>	<b>4x</b>	Norte de China
<b>F.gracilis</b>	<b>4x</b>	Noroeste de China
<b>F.moupinensis</b>	<b>4x</b>	Suroeste de China
<b>F.orientalis</b>	<b>4x</b>	Nordeste de Asia
<b>F.tibetica</b>	<b>4x</b>	Himalaya Oriental
<b>F.moschata</b>	<b>6x</b>	Europa y Rusia
<b>F.chinensis</b>	<b>8x</b>	Oeste,Nortey Sur de America
<b>F.virginiana</b>	<b>8x/10x</b>	Norteamérica
<b>F.iturupensis</b>	<b>8x</b>	Iturup Japón/Monte Atsunupuri

<b>F.cuneifolia</b>	<b>8x</b>	Costa oeste de Norteamérica
<b>F.xananassa</b>	<b>8x</b>	Hibrido cultivado en todo el mundo
<b>F.xbringhurstii</b>	<b>8x</b>	Hibrido costa oeste de EE. UU.

**Fuente: Hancock, Rouseau-Guetin (2010) Tomado de B. G. Julio (2010)**

*Carmona (2009) indica que el cruce entre Fragaria chiloensis y Fragaria virginiana dio lugar a Fragaria ananassa. Es necesario puntualizar los híbridos octaploides ofrecidos como los de mayor rendimiento y calidad, asimismo, considerados como sobresaliente con buen sabor.*

#### **4.10. Aspectos generales sobre sustratos**

##### **4.10.1. Características y propiedades del sustrato**

Aguilar & Baixauli (2002), menciona que es posible clasificar los distintos sustratos empleados en los sistemas de cultivo sin suelo en:

a) S. orgánicos, que se pueden subdividir en:

- De origen natural, descubriéndose las turbas.
- Subproductos de la actividad agrícola: la fibra de coco, virutas de madera, paja de cereales, restos de la producción del corcho, etc.
- Productos de síntesis, destacando los: polímeros no biodegradables, como la espuma de poliuretano y el poliestireno expandido.

b) S. inorgánicos, que podemos subdividir en:

- De origen natural, que no requieren de un proceso de manufacturación, entre los que encontramos: la arena, las gravas y las tierras de origen volcánico.
- Aquellos que pasan por un proceso de manufacturación, como son: la lana de roca, la fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arlita, ladrillo troceado, etc.

Aguilar & Baixauli (2002), La elección depende del orden de prioridad: de la disponibilidad, de las condiciones climáticas, de la intención de la producción y especie cultivada, de sus propiedades, del coste, de la experiencia de manejo, del sistema y su instalación.

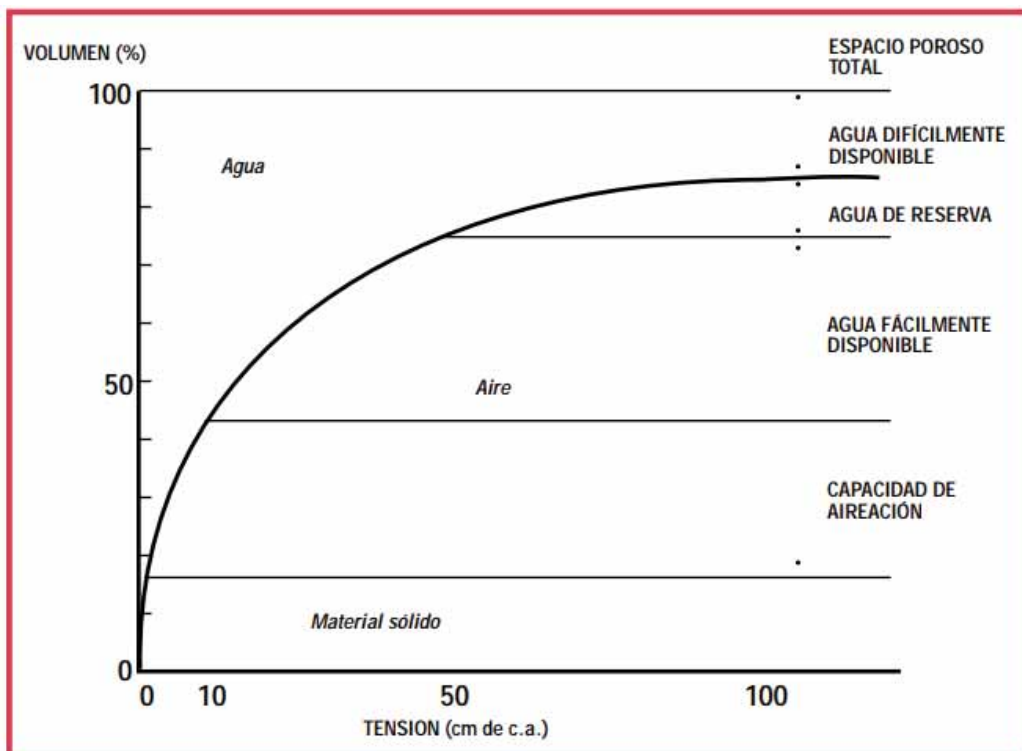


### - Propiedades físicas

Aguilar & Baixauli (2002), menciona que las propiedades físicas de un sustrato son más elementales que las químicas, pues las segundas son modificables mediante la práctica de las infusiones nutritivas.

Así mismo señala también que un buen sustrato le vamos a buscar un comportamiento similar al de una esponja, es decir, una elevada esponjosidad, gran capacidad de conservación de agua que estará disponible, drenaje rápido y con, buena aireación. Asimismo, La manejabilidad del líquido de un sustrato y su relación con las plantas es descrita por la función cóncava de liberación del componente agua.

**Grafica No 1:** Tención en función a la tensión; Curva liberación de agua de un sustrato de cultivo



**Fuente:** Abad, M.; Noguera, P. Cultivo sin Suelo de Hortalizas: Aspectos Prácticos y Experiencias

### - Porosidad total

Aguilar & Baixauli (2002) afirma que es el volumen total del sustrato de cultivo que no son ocupado por partículas orgánicas o minerales. El valor casi perfecto de porosidad está por encima del 85%, posibilitando cultivar con volúmenes

*reducidos de sustrato, dejando un gran volumen disponible al aire y a la solución nutritiva.*

*Así mismo señala que el total de poros se mide mediante los microporos, que son los delegados de retener el agua, y los macroporos que posibilitan la correcta aireación y drenaje del sustrato.*

*Aguilar & Baixauli (2002) describe también que la porosidad puede ser: intraparticular, que podrá estar conectada al exterior o cerradas, esta última será ineficaz y existentes entre las diferentes partículas.*

#### **- Capacidad de aireación**

Aguilar & Baixauli (2002) señalan que es la parte del volumen de sustrato de cultivo que contiene aire posteriormente que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar (tensión de 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se sitúa de 20 a 30%, siendo dicho valor el agente que suministra el oxígeno a las raíces de la planta. Así mismo este volumen de sustrato retendrá más agua siempre que la altura del contenedor sea pequeña, debiendo adecuarse a la altura al tipo de sustrato empleado.

#### **- Agua fácilmente disponible**

*Aguilar & Baixauli (2002) señalan que resulta de diferencia entre la cantidad de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a tensión de 10 cm de columna de agua y la cantidad de agua presente en dicho sustrato tras una succión de 50 cm de columna de agua. Es la succión efectuada por la planta en su alimentación. Los experimentos han demostrado que, una tensión de agua superior a 50 cm puede perjudicar el crecimiento y el desarrollo de las plantas. El valor óptimo es 20-30%.*

#### **- Agua de reserva**

Aguilar & Baixauli (2002) aseveran que es la cantidad de agua (% de volumen) que libera un sustrato al pasar de 50 a 100 cm de columna de agua de desorción. Asimismo, El punto óptimo debe oscilar en el intervalo de 4-10%. Es posible que llegue a un volumen de 300 cm de columna de agua en tipo de

cultivos hortícolas, sin interferir considerablemente en el desarrollo de la planta indicada.

#### **- Agua total disponible**

*Aguilar & Baixauli (2002)* señalan que viene dada más agua fácilmente disponible más si existe agua de reserva. El nivel óptimo se encuentra entre el 24 y el 40% de volumen.

#### **- Agua difícilmente disponible**

*Aguilar & Baixauli (2002)* mencionan que *Es el volumen de agua retenida por el sustrato tras ser sometido a una tensión superior a 100 cm. columna de agua. En generalmente se provoca una incapacidad por parte de la planta de extraer el agua del sustrato, logrando incluso a mostrar síntomas de marchitez.*

#### **- Distribución del tamaño de las partículas**

*Aguilar & Baixauli (2002)* nos mostraron como el tamaño de los poros establece la capacidad de un sustrato. La porosidad aumenta si el tamaño medio de las partículas se incrementa. En un sustrato, es igual de importante la distribución del volumen de sus partículas. Menciona también que el material más adecuado es el de textura ligeramente gruesa, y la distribución de tamaño de los poros debe estar entre 30 y 300 micras, que retenga suficiente agua y aire.

- **Estructura estable:** permita una buena duración del material y una manipulación adecuada del mismo.

#### **- Densidad aparente**

Viene determinada por la materia seca en gramos incluida en un centímetro cúbico de medio de cultivo. Los sustratos con baja densidad visible son fáciles de manipular.

#### **- Propiedades Químicas**

*Aguilar & Baixauli (2002)* muestran también los sustratos que más se están utilizando en los sistemas de cultivo sin suelo para el cultivo, que tienen una baja actividad química y que, por lo tanto, apenas obstruyen la solución nutritiva. Asimismo, *Señalan que:*

- *al principio donde no existe actividad química es deseable un sustrato bastante estable,*
- *que sean invariable químicamente y no se disuelva con facilidad,*
- *que presenten una baja composición salina, con pH mesurablemente neutro o con ligero acidez y una adecuada composición entre C y N.*

#### **- Capacidad de intercambio catiónico. C.I.C.**

*Aguilar & Baixauli (2002) lo definen como: suma de cationes que serán adsorbidos por una unidad correspondiente de peso, es decir, la capacidad de retener cationes nutrientes e intercambiarlos. Una CIC alta es adecuada para los sustratos orgánicos.*

*También explican que Actualmente los sistemas de cultivos sin suelo, con la nueva tecnología de riego admite formular de forma cómoda las soluciones nutritivas, suele ser favorable los sustratos con una baja CIC, o sea, que sean químicamente de muy baja actividad.*

#### **- Disponibilidad de los nutrientes**

*La mayor parte de los sustratos inertes tienen un contenido de nutrientes inicialmente son casi nulo.*

*Aguilar & Baixauli (2002) mencionan también que elegir un sustrato orgánico como medio para desarrollar nuestro cultivo sin suelo, es necesario analizar el extracto de saturación, para ajustar la solución nutritiva.*

#### **- Salinidad**

*Aguilar & Baixauli (2002) explican que es la concentración de sales presentes en el sustrato cuando es suministrado. En los inertes la salinidad es prácticamente no existe, en sustratos orgánicos puede tener valores variados. Se puede determinar a través de un análisis del extracto saturado, en este análisis se encuentra que para aprovechar dichas sales. Se considera que valores de conductividad eléctrica superior a 3,5 mS/cm son inadecuados.*

#### **- pH**

*Aguilar & Baixauli (2002)* señala que el desarrollo de las plantas se ve limitado en ambientes de acidez o alcalinidad marcada. Y menciona los casos más comunes:

- El pH interviene en la asimilabilidad de los nutrientes por la planta. Con un pH menor a 5 pueden demostrar deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y cuando son superiores a 6,5 se reduce la asimilabilidad de hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), y cobre (Cu).
- Los materiales orgánicos presentan mayor capacidad tampón que los inorgánicos y, por lo tanto, mantienen eficazmente la constancia del pH.

En habitual, cuando un sustrato se atina fuera de los rangos de pH aconsejados, lo debemos corregir.

*Aguilar & Baixauli (2002)*, menciona que el nivel óptimo para el manejo de cultivo en suelos que no son de hortalizas, la emulsión del sustrato se hallar en valores que estén entre 5,5 y 6,8, que es el estado en el que se encuentran de forma que asimile la mayor parte de los nutrientes.

#### **- Relación C/N**

*Aguilar & Baixauli (2002)* , señala que el valor de dicha relación nos ilustra el grado de inmadurez de las esencias orgánicas y de su estabilidad. Un nivel del orden de 30 muestra la falta de descomposición del sustrato, dando causando una inmovilización del nitrógeno de la solución y una reducción del oxígeno debida a la actividad microbiana. En sustratos para horticultura se recomiendan valores menores a 20.

### **Propiedades Biológicas**

#### **- Velocidad de descomposición**

*Aguilar & Baixauli (2002)* señalan que la descomposición de los sustratos ocurre generalmente en las propiedades orgánicas, donde es deseable para el manejo de sistemas de cultivo sin suelo para la horticultura tengan una mínima velocidad de descomposición por degradación biológica.

*Menciona también que En aquellos casos en los que opte por la elección de sustrato orgánico y se procure una retardada duración de cultivo, además se*

*deberá elegir y tomar las medidas oportunas para evitar una rápida degradación.*

**- Estar libre de semillas de malas hierbas y de patógenos**

*Aguilar & Baixauli (2002), menciona que es necesario, en los sustratos naturales (origen orgánico). Estos sustratos han de estar también libres de sustancias tóxicas que podrían degradar la planta.*

**4.10.2. Turba del bosque**

IVIA (1998), indica que la turba es un sustrato orgánico Y natural, se crean fosilizar los vegetales dos. Existen distintos tipos de turbas y por su grado de descomposición podemos encontrar:

IVIA (1998) Aclara también que la llamada turba rubia es la levemente descompuesta, de mayor proporción en materia orgánica y su color es bastante claro. Presenta unas altas propiedades físicas y químicas, con una estructura mullida, profunda porosidad, alta capacidad de retención de agua, con contenido aceptable de aire, a simple análisis parece de reducida densidad, con considerable permutación catiónico y con baja salinidad.

**IMAGEN N° 1: Turba rubia del bosque.**



**FUENTE: Soto, F. (2015).**

*Aguilar & Baixauli (2002), Señala también que La turba negra es de color oscuro y está vigorosamente descompuesta. Es de calidad menor a la turba rubia. Pero*

*esta poco extendida como sustrato en cultivo sin suelo de hortalizas, aunque es destinada a semilleros y cultivos de planta en maceta.*

*IVIA (1998) indica que las propiedades generales, las turbas rubias poco descompuestas tienen una destacada porosidad total y adecuada capacidad de aireación, con alta reserva de agua. Su pH es ácido, con elevada CIC (110 a 130 meq.100 g-1) y una relación C/N entre 40 y 50.*

*Señalan también las turbas negras, muy descompuestas tienen, lo inconveniente está en su baja disponibilidad de agua para las plantas y con sales elevados, que se mudan en sustratos peligrosos para las plantas si antes no se someten a lavados.*

*Así mismo describen que el conjunto de buenas propiedades, físicas, químicas y biológicas (presencia de hormonas y sustancias húmicas), estas turbas causan su amplia difusión en el cultivo de plantas en sustrato. Su empleo se desarrolla tanto en la producción de plántulas en semilleros, como al cultivo de plantas en tiestos y contenedores.*

*lo inconveniente es el impacto medioambiental debido a la explotación de las turberas, porque la turba es un material natural no reversible, aun cuando todavía las reservas mundiales son cuantiosas, pero los países productores están comprendiendo la necesidad de no explotar y restaurar sus yacimientos de turba.*

### ***El hipódromo***

*Beltrano & Gimenez (2015), señala que la Hidroponía se puede definirse como la ciencia de cultivo de plantas, que se creó para dar solución de carácter nutritiva y tecnificada, como en áreas de arena de propiedad gruesa, áreas con mucha turba, y en donde se debe implementar el aserrín que ayuda la solución nutritiva que básicamente posee todos los elementos necesarios para conseguir un óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas.*

## **4.11. Producción hidropónica**

M. Agricultura (2008) resume que el hipódromo se practica desde hace buen tiempo en el Perú por cualidad de ahorro de agua, la fresa presenta buenas perspectivas en cuanto a producciones de plantas de esta modalidad. En la UNALM, en el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, se obtuvo información valiosa de que en columnas se observa 32 plantas y se producen 9.6 kg de fresa, ocupando alrededor de 1 m<sup>2</sup>, posibilitando 96 toneladas por una hectárea, de donde se consigue frutos con excelente tamaño y calidad con duración de más días, con firmeza para los transportes al mercado.

A si mismo describen que:

- los costos son generalmente mayores que en campo normal, dado que son recobrados con creces.
- Hay deseo de personas naturales y empresas en integrarse en esta modalidad, dando ocasión para utilizar pequeñas áreas cercanas e incluso en la ciudad,
- Permite también el ahorro de flete.
- Tenemos como ejemplo, a la empresa Perú Hidropónicos S.A., que ha iniciado en este rubro en años recientes, con la finalidad de abastecer a sus demandas. Se está trabajando para exportar, trabajándose en incrementar los volúmenes de producción.

En la Fig. N° 5 se puede ver las columnas conteniendo plantas de fresa en inicio de producción, instaladas en el Centro de Hidroponía de la UNALM y en la Fig. N° 6 se observa una jaba de fresa hidropónica recién cosechada.

## **Grafica No 2: Técnica Hidropónica**





Fuente de la figura: **Fuente especificada no válida.**

**Imagen. Nº 2: Módulo de cultivo hidropónico de fresa.**



Foto: UNALM

**Imagen. Nº 3. Fresa hidropónica recién cosechada.**



Fuente: <http://www.hidroponicos.net/productos.htm>13

#### **4.12. Clasificación y calidad**

*M. Agricultura (2008) La cosecha de fresas se realiza de agosto a febrero, aunque en Huaral, con el acoplamiento de nuevas variedades y por su microclima especial permite tener cosecha durante el año. Al comenzar la cosecha, se realiza el recojo entre 2 a 3 días, recogiendo frutas de color rojo depositándolos en cosecheras para trasladados a un centro de selección donde se distribuye por categorías (extra, primera, segunda y tercera) de acuerdo al tamaño, color, frescura y homogeneidad del producto. Es prudente utilizar cadena de frío con el fin de mantener en buen estado el correspondiente producto para que de esta manera llegue en condiciones deseables para los mercados y supermercados, con vigilancia en la temperatura por ser el factor principal de descomposición y desperfecto de la fresa.*

#### **4.13. Hidroponía**

*Beltrano & Gimenez (2015), definen que la hidroponía, es un conjunto de técnicas para el cultivo de plantas en un ambiente libre de suelo. La hidroponía permite en estructuras ya sean simples o complejas producir plantas herbáceas con una ventaja aprovecha áreas de la sientes características:*

- sitios o azoteas, suelos infértiles,
- terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc.

*A partir de este concepto se desarrollaron sistemas con aportes de soluciones de nutrientes estáticos o circulantes, sin perder de vistas las necesidades de la planta como la temperatura, humedad, agua y nutrientes*

Señala también que la hidroponía es una herramienta que admite el cultivo de plantas sin suelo, es decir sin tierra.

Rivas (2001), Con la técnica que es para cultivo sin suelo y posibilita obtener hortalizas de óptima calidad, permitiendo de este modo eficiencia en el uso del agua y los nutrientes. Basados los rendimientos por unidad de área cultivada son altos debido a una mayor densidad, además pueden presentar mayor productividad por planta y eficiencia en el uso de los recursos.

*Beltrano & Gimenez (2015) destaca en la antigüedad existieron civilizaciones que emplearon este sistema como medio para la subsistencia. Generalmente como cultivos en invernaderos de dimensiones considerables para optimizar el cultivo de las plantas; sin embargo, al principio, las hidroponías fueron muy simples en su implementación. El desarrollo actual de la técnica de los cultivos hidropónicos, está con el propósito optimizar lo mínimo espacio, mínimo consumo de agua y máxima producción y calidad.*

#### **4.14. La evolución y la hidroponía**

*Beltrano & Gimenez (2015), El cultivo de plantas en un medio acuoso es anterior al cultivo plantas en tierra firme. Hace aproximadamente unos 4600 millones de años se formó la Tierra, las condiciones eran extremas, con temperaturas muy elevadas debido a la radiación proveniente del espacio exterior.*

*Beltrano & Gimenez (2015) menciona que al principio este globo terráqueo estaba lleno de hidrógeno, con atmósfera, que no poseía oxígeno independiente; y este oxígeno existente en ese momento estaba combinado con hidrógeno, metales y otros elementos químicos.*

*Menciona que hace unos 4000 millones de años cuando se redujo la temperatura del planeta, el vapor de agua se condensó y precipitó en como lluvias torrenciales, que al acumularse generaron a grandes masas de agua con*

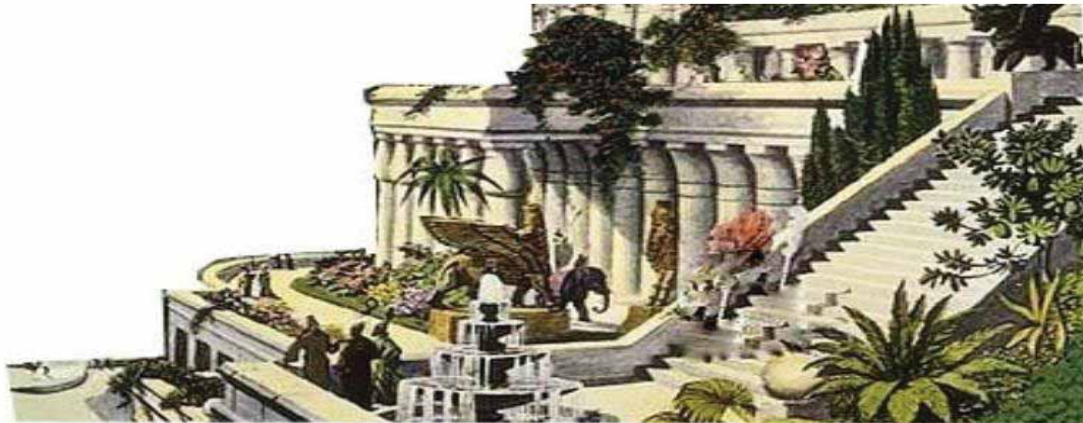
*sustancias disueltas. Y mil millones de años después, la Tierra ya hospedaba seres vivos.*

*Beltrano & Gimenez (2015), menciona que posteriormente, estos sistemas relativamente complejos, adquirieron la capacidad de crecer y reproducirse, y constituyeron los primeros organismos unicelulares. Y gracias a la fotosíntesis, el oxígeno comenzó a almacenarse en la atmósfera, y las capas altas convirtieron en ozono. Este sistema hidropónico natural en el que crecieron estos vegetales, en nuestros océanos primitivos, data aproximadamente de 570 millones de años, en el período Cámbrico de la Era Paleozoica. Cuando la capa de ozono logró un espesor adecuado, los animales y vegetales consiguieron abandonar el amparo que proporcionaba el medio acuático y el paso siguiente fue asentar la tierra seguro.*

#### **4.15. Historia de la hidroponía**

*Beltrano, J. y Gimenez, D citados por Beltrano & Gimenez (2015), indican que la Hidroponía es una metodología que permite el cultivo de plantas sin tierra. El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra, es el caso de los Jardines Colgantes que se conocen como una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo, en lo que seguramente fuera uno de los primeros tácticos de cultivo de plantas sin suelo. Asimismo, existen informes que esta técnica fue utilizada en la antigua China, India, Egipto, igualmente la cultura Maya la utilizaba. En el año 600 A. C., el Rey Nabucodonosor II, quiso hacer un regalo a su esposa Amytis, que se entristecía al evocar el paisaje montañoso y verde del norte de Media (Oriente Medio).*

**Figura 04:** Los jardines colgantes



Fuente: Cultivo en hidroponía, 2015

*Beltrano, J. y Gimenez, D citados por Beltrano & Gimenez (2015) menciona que Esta grandiosa obra de la ingeniería, de la arquitectura, sería considerada muchos siglos más tarde como el primer cultivo hidropónico elaborado por el hombre del que el mundo tenga algún conocimiento. Los jardines colgantes fueron construidos entre el año 605 a. C. y el 562 a. C., en la ciudad de Babilonia, actual Irak. Los Jardines Colgantes no "colgaban" realmente. El nombre de "colgantes" significa "sobresalir", como una terraza o un balcón. El geógrafo griego Estrabón, escribió comentó: "constan de terrazas curvadas, ensanchadas y colmadas de tierra para ceder el cultivo de plantas de gran volumen, alzadas unas sobre otras. Los pilares, las bóvedas, y así como las terrazas manifiestan ser construidas con ladrillo cocido".*

Menciona también que el agua era elevadas y direccionadas a partir del Éufrates, posiblemente por aguaduchos, ocultas o disimuladas al interior de la estructura de las terrazas.

*Beltrano, J. y Gimenez, D citados por Beltrano & Gimenez (2015) expresa que los aztecas de Centroamérica, fueron forzados a ubicarse hacia la orilla pantanosa del Lago Tenochtitlán, eran algunas de ellas poblaciones atropelladas por sus vecinos más poderosos, que les quitaron tierra cultivable, pero desarrollaron innovadoras maneras de cultivo de plantas en medios líquido tal fue el caso de la superficie del lago Tenochtitlán.*

*Como consecuencia de la falta de tierra, se dispusieron a cultivar plantas con los materiales que tenían a mano; que se piensa que fue sido un largo proceso de ensayo y error.*

Señala también que la tierra estaba en medio del lago, era excelente en restos orgánicos y nutrientes, que posibilitaron cultivar flores y verduras, en la superficie de lagos y lagunas del Valle de México.

Beltrano, J. y Gimenez, D citados por *Beltrano & Gimenez (2015)* describen que, al llegar los conquistadores al Nuevo Mundo, la vista les asombró, el paisaje de flores y otros vegetales aparentemente suspendidos en el agua los dejaba perplejos. William Prescott, el historiador que redactó las crónicas de la devastación del imperio azteca por los españoles, detalló las Chinampas como "Asombrosas Islas de Verduras, que se agitan como las balsas sobre el agua". los *Jardines Flotantes de China* igualmente son calificados como ejemplos hidropónicos. Actualmente, más del 70% de la vegetación existente en el planeta es hidropónica, porque un elevado porcentaje se forma naturalmente en los océanos y otros cuerpos de agua. En suma, el cultivo de plantas sin suelo, puede desarrollarse de la manera más simple y económica, hasta la más compleja y costosa.

#### **4.16. Ventajas de los cultivos hidropónicos**

*Beltrano & Gimenez (2015)* **entre los más resaltantes** indican lo siguiente:

- Cultivos sin parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Ahorro de recursos (entre ellas el agua y suelo) posibilitando los bajos costos de producción.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Producción en contra estación.
- Se obvia la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
- Limpieza fácil del cultivo.
- Mayor anticipación de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.

- Productos de calidad.
- proactividad de superficie
- proceso de cultivo más corto.
- Posibilidad de cosechar reiteradamente la misma especie de planta al año
- Productos sin necesidad de químicos no nutrientes.

*Beltrano & Gimenez (2015) afirma que la hidroponía permite vigilar necesidades alimenticias sin preocuparse en grandes emprendimientos, ya que posibilita cultivos hidropónicos en casa, en el jardín o en la azotea ya sean hortalizas, flores y incluso pequeños arbustos o frutillas, permitiendo obtener los productos para una alimentación saludable y como buena forma de terapia de estrés. Una de las cualidades que tiene la hidroponía sobre el cultivo en tierra es que admite una mayor concentración de plantas por metro cuadrado. Existe un control sobre la nutrición vegetal gracias al uso de soluciones nutritivas; admitiendo un fruto estandarizado, de excelente tamaño y calidad.*

*Beltrano & Gimenez (2015) menciona que en muchos casos, se acorta el tiempo de desarrollo de la planta, por ejemplo, las lechugas, donde en tierra su ciclo antes del consumo es de aprox. 3.5 meses, cuando en hidroponía, en la práctica hidropónica de raíz flotante las podemos cultivar en tan solo la mitad del tiempo. Un cultivo hidropónico ahorra agua en comparación con un cultivo en tierra, ya que en el cultivo en tierra el 80 % del riego se infiltra a las capas inferiores del terreno y otro porcentaje del riego se evapora; mientras que en un cultivo hidropónico se impide íntegramente la infiltración y evapotranspiración del agua, ya que el cultivo se ejecuta en general en locales cerrados, con humedad relativamente superior- El producto hidropónico se sitúa muy bien en cualquier mercado gracias a sus cualidades distintas como color, sabor y tamaño, aparte de mayor vida en anaquel.*

#### **4.17. Desventajas del cultivo hidropónico sobre los cultivos en tierra**

*Beltrano & Gimenez (2015)*, refieren que la hidroponía cuenta con algunas desventajas que son casi imperceptibles como es el costo inicial que resulta algo alto, y la idea que se requiere un conocimiento y experiencia considerable para llevar adelante el proyecto, sin embargo, esto es discutible, ya que cualquier persona lo puede hacer ya sea un ama de casa, un niño o un físico matemáticos.

#### **4.18. Cultivos en solución o hidropónicos**

##### **4.18.1. Sistema de solución estática**

*Beltrano & Gimenez (2015)* refieren que la oxigenación se logra obtener por raíces formadas y que trasladan oxígenos a las raíces sumergidas, que morfológicamente son diferentes y con gran capacidad en la absorción de agua y nutrientes o se hace llegar a la raíz por aireación forzada (burbujeo de la solución) por medio de un compresor o una bomba de aire.

##### **4.18.2. Sistema con solución recirculante**

*Beltrano & Gimenez (2015)* mencionan que la opción nutritiva es una técnica continua. Se usa en canales profundos ya que el oxígeno no es esencial por adaptarse al movimiento. El más utilizado es el sistema NTF, edificado por Cooper (1970). Donde el oxígeno es dirigido por el método hacia las raíces, que se equilibra con la multiplicación de la temperatura, ya que el consumo se duplica con el aumento de 10°C.

##### **4.18.3. Cultivos en aire o aeropónicos**

*Beltrano & Gimenez (2015)* indican que también utiliza solución circulante, pero en los que la raíz se halla directamente en el aire. El inconveniente en este caso no es la hipoxia, sino que la raíz tenga el agua muy disponible. La mayoría de los sistemas aeropónicos utilizan un recinto separado en el que caen las raíces de las plantas y líneas de micro aspersores colocados estratégicamente se encargan de sostener húmeda la raíz, mediante descargas de arreglo nutritiva de corta duración y frecuencia alterable según los estados ambientales.



#### **4.18.4. Características de cada uno de los métodos presentados**

*Beltrano & Gimenez (2015)*, Describen que el sistema NFT demanda los siguientes elementos:

- *Es necesario que el material empleado para los canalones, no contengan sustancias tóxicas.*
- *Con densidad en el cultivo.*
- *Con una pendiente de 1,5% en el canal.*
- *Con duración de la película del caudal de 2 a 6 l/min de acuerdo al canal.*
- *Con conductividad eléctrica de 0,4 a 0,6 meq/100 gr en Invierno y 1 a 1,6 en Verano*
- *Coeficiente que indica el grado de acidez (pH) debe ubicarse en el intervalo de 5,5 a 6,1*

*Así mismo refieren que la concentración de Oxígeno: A medida que la temperatura intensifica, la disponibilidad de O<sub>2</sub> disuelto disminuye significativamente, Para solucionar este problema, las alternativas son, o bien a través de burbujeo mediante bombas, o alternar riegos y descanso (15 minutos riego, 15 minutos descanso). Si las situaciones ambientales lo exigen pueden ser riego 30 minutos, descanso 30 minutos.*

#### **4.19. Sistemas recirculantes de cultivo sin suelo**

Podemos distinguir dos tipos de sistemas de cultivo sin suelo que integran la recirculación como forma de trabajo.

El primero es el NFT es el más típico por ser el que en primer lugar se empezó a utilizar allá por los años 70, (Brenes Peralta & Jiménez Morales, 2014), Señala que consiste en conservar las raíces del cultivo sumergidas en una corriente de solución nutritiva, continua o intermitente de muy alta frecuencia, sin que exista ningún sustrato de sostén. que se desarrolló para impulsar productividad de la producción hidropónica

En cuanto al segundo, MAG (2015) REFIERE que se trata del cultivo en un sustrato que puede provenir de diferentes compuestos (perlita, lana de roca, arena, etc.) con recogida del drenaje, para mezcla con agua de aporte exterior e introducción de *fertilizantes hasta alcanzar un nivel nutricional preciso. En cultivo en sustrato a diferencia del primero, el riego no es, en función de las necesidades del cultivo a lo largo del día, asistiendo agua cada vez para conseguir la rehidratación del sustrato y la renovación de la solución.*

*Sobre lo anteriormente expuesto, ambos sistemas, aunque mantienen la misma filosofía, de optimizar recurso, presentan un manejo de la solución nutritiva heterogéneo, como a continuación se pretende reflejar.*

#### **4.19.1. El sistema de cultivo NFT (Nutrient Film Technique)**

Carrasco & Izquierdo (1996), describen que el sistema NFT se fundamenta en la circulación continua o intermitente de una fina lámina de solución nutritiva a través de las raíces del cultivo, y quedan sostenidas por un canal de cultivo, en su interior discurre la solución hacia cotas más bajas por gravedad.

El agua está disponible para el cultivo, lo que representa una de las mayores ventajas del sistema. La renovación continuada de la solución nutritiva en el entorno de la raíz admite un abastecimiento adecuado de nutrientes minerales y oxígeno, siempre; si se realice un correcto manejo del sistema.

#### **4.19.2. Elementos constituyentes de una instalación de NFT**

Carrasco & Izquierdo (1996), distinguen los siguientes elementos principales:

Tanque colector: elemento encargado de almacenar el drenaje procedente de los canales de cultivo que escurre hasta aquél por gravedad,

- b) Bomba de impulsión
- c) Tuberías de distribución
- d) Canales de cultivo
- e) Tubería colectora

Describen también que El material de fabricación para el tanque colector puede ser polietileno, PVC o fibra de vidrio, o metal tratado interiormente con pintura epóxica.

En lo que se refiere a su volumen, afirman que será determinado fundamentalmente por la superficie de cultivo. La capacidad del tanque sólo representa entre el 10 y el 15 % del volumen total de solución que circula en el sistema, pues el resto se halla contenido en las tuberías y canales. Empero, cuando se realiza riego intermitente, el volumen disponible tiene que ser superior para almacenar toda el agua en el plazo de parada.

Carrasco & Izquierdo (1996), aseveran que el tanque colector incorpora una boya que cierre la tubería de aporte de agua exterior al sistema, con el propósito de mantener constante el nivel en el depósito. De esta manera, producirse el consumo hídrico por el cultivo, a su vez descenderá la boya, admitiendo así que entre agua exterior a la instalación.

Así mismo en cuanto a la infusión de fertilizantes, ésta se realiza directamente al tanque desde unos depósitos de soluciones madre en base a las lecturas tomadas por unas sondas que controlan la conductividad eléctrica y el pH de la solución que se aporta al cultivo. De este modo, unas electroválvulas ceden la caída por gravedad de los fertilizantes al tanque, luego las lecturas se igualan con las consignas implantadas en el equipo electrónico delegado de regular la apertura y clausura de dichas electroválvulas.

Carrasco & Izquierdo (1996) describe que La bomba de impulsión se encarga de: derramar la solución nutritiva, del tanque colector, en el extremo superior de los canales de cultivo. porque normalmente la distancia de cotas a superar es mínima, el requerimiento de potencia resulta poco, y se debe integrar componentes sólidos y de calidad. Con el fin de ejercer frente a averías de la bomba o fallos en el suministro eléctrico, es conveniente colocar en paralelo un equipo de bombeo maniobrado por un motor diésel.

Carrasco & Izquierdo (1996), describen que las tuberías de distribución son las encargadas de conducir la solución nutritiva. Serán de PVC y/o polietileno y su diámetro estará de acuerdo al caudal que deba circular por ellas, teniendo presente que debe existir un caudal por cada canal de 2-3 litros por minuto.

*En cuanto a los canales señalan que constituyen el medio de sostén de las plantas y además la base sobre la que gotea la solución nutritiva. Es necesario*

*que la altura de la lámina de agua en el interior del canal no supere los 4 ó 5 mm para una adecuada oxigenación de las raíces, resulta muy bueno utilizar canales de sección plana y no cóncava.*

*Carrasco & Izquierdo (1996), refiere la longitud describe, que puede llegar hasta 15 m con el propósito de asegurar unas condiciones adecuadas y parejas en todo el canal. Por último, la pendiente longitudinal debe ubicarse entre el 1 y el 2 % pues, si resulta inferior, queda dificultado el regreso de la solución al tanque colector. Por otro lado, no es provechoso que sea mayor del 2 %, para no dificultar la absorción de agua y nutrientes, fundamentalmente cuando las plantas son pequeñas.*

#### **4.19.3. La solución nutritiva en NFT**

*Carrasco & Izquierdo (1996) mencionan que cuando se comenzó a desarrollar la técnica del NFT en los años 70, lo primero que se pensó fue que, al no existir un medio sólido con tampón, la fórmula de la solución nutritiva debería ser alterada en función con la etapa de desarrollo del cultivo, y que se requerirían distintas formulaciones para diferentes cultivos, de manera que la técnica no sería práctica para producción comercial. No obstante, pronto se entendió que esto no era así, sino que, al existir una recirculación continua de la solución nutritiva a través de las raíces. el rango de aceptado a la concentración de nutrientes era muy grande, no obteniéndose diferencias significativas para el crecimiento del cultivo*

*Carrasco & Izquierdo (1996) menciona que un caso extremo se presenta cuando se emplean aguas salinas, en las que el sodio y cloruros son elevadas y muy superior a la capacidad de absorción del cultivo. En tal caso, la presencia relativa de estos iones es mucho mayor que la del resto de nutrientes y su acopio se produce rápidamente, de forma que en pocos días gran parte del valor de la conductividad eléctrica de la solución, viene dado por estos elementos y el resto está casi omitido, al ser cada vez menor el aporte que se realiza de fertilizantes. Esto produce una fuerte depresión del cultivo, ante la imposibilidad de nutrirse adecuadamente, y obliga a una renovación del agua en recirculación por otro nuevo exógeno.*

*Carrasco & Izquierdo* (1996) asegura que las dificultades que se plantean en NFT con la aplicación de aguas salinas es uno de los mayores problemas que tiene este sistema. No obstante, pueden paliarse en gran medida mediante la incorporación de ciertas modificaciones. Como, por ejemplo, se puede hacer entrar al tanque colector solución nutritiva anticipadamente preparada en lugar de agua sola conforme se produce el consumo hídrico, lo que protege el mantenimiento de unos niveles mínimos de los distintos iones que necesita la planta. Otra modificación del sistema que podrá ser factible en un futuro no lejano por el avance de la instrumentación química, será la incorporación de electrodos de medida en continuo de iones selectivos. De este modo, los valores medidos servirán como datos de entrada de un programa informático capaz de calcular continuamente las necesidades de aporte de las diferentes soluciones madre para alcanzar unos niveles deseados.

UNALM (2019), señala que el éxito en la producción hidropónica de cultivos de mucha variedad radica en la nutrición mineral como esencial de las plantas, es necesario un equilibrio en los diversos minerales principales como nutrientes que necesitan para desarrollarse completamente.

UNALM (2019) indica que después de varios años de investigación e intentos se elaboró la solución hidropónica en el año 1990, luego de ese entonces, la UNALM tenía el único propósito de promocionar este método con intenciones de ayudar a asociaciones sociales en el Perú.

Así mismo la UNALM (2019), menciona que era difícil encontrar los fertilizantes para ejecutar proyectos de la metodología hidropónica, por lo que se trabajó en su preparación y acopio de las diferentes provincias peruanas; lográndose así la formulación del proyecto hidropónico, este está formado por dos soluciones nombradas como soluciones de tipo A y tipo B.

La metodología de la Molina nos presenta tres opciones:

**Tabla N° 7: Composición del Tipo de solución**

Juego	Composición del Tipo de solución	
	A en lts	B en lts
simple	1	0.4
galoneras	8	3.2
sales	5	2

FUENTE: UNALM (2019)

**Imagen N° 4: Soluciones nutritivas la molina (1.0 L de solución A y 0.4 L de solución B)**



FUENTE: UNALM (2019)

**Tabla N° 8: Concentración de la solución hidropónica en Mg por Litro**

Mg por Litro				
1	Fe	—————>	210	K
½	Mn	—————>	190	N
½	B	—————>	150	Ca
0.15	Zn	—————>	70	S
1	Cu	—————>	45	Mg
1/2	Mo	—————>	35	P

FUENTE: UNALM (2019)

### ¿Cómo prepara la solución nutritiva?

UNALM (2019), indica que se debe sacudir las concentraciones A y B, y posteriormente preparar un litro de composición, es necesario añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua. Si quiere poner 20, 50, 100 o más litros de solución nutritiva, aplicar la misma relación.

### ¿Cómo aplicar la solución nutritiva?

UNALM (2019), indica que para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis que es 2.5 ml de solución A y 1.0 ml de solución B por litro de agua requerido. La mitad de dosis se aplica diariamente a partir de la aparición de la primera hoja verdadera durante los primeros días del almácigo (57 días); posteriormente se continúa el riego con la dosis completa (5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B).

La Molina presenta esta solución nutritiva promedio que puede ser utilizada para producir diferentes cultivos, dando muy buenos resultados en hortalizas de hojas así mismo también se emplea para cultivar hortalizas de raíces:

**Tabla N° 8: Fórmula estándar de la solución hidropónica La Molina.**

<b>Solución hidropónica</b>	<b>Contiene</b>
<b>La Molina.</b>	
Solución A	Nitrato de potasio, nitrato de amonio y superfosfato triple de calcio.
Solución B	Sulfato de magnesio y micronutrientes

**Fuente: UNALM. (1994)**

#### 4.20. La nutrición de los vegetales y los cultivos hidropónicos

*Beltrano & Gimenez (2015) indican que cuando el hombre comienza a participar de estos sistemas de cultivo de plantas, entonces el sistema se va complejizando. Además, el grado de conocimiento preciso para llevar adelante el cultivo con éxito, es mayor:*

- *Aristóteles (384-322 A. C.) y Teofrasto (327-287 A. C.) iniciaron los primeros experimentos de nutrición vegetal. Varios siglos más tarde el intento científico documentado más antiguo para descubrir los componentes y los nutrientes de las plantas fue en 1600 cuando el belga Jan Baptista Van Helmont (1557-1644), mostraron en un experimento que las plantas consiguen sustancias del suelo y del agua.*
- *El trabajo pionero y científico publicado sobre crecimiento de plantas sin suelo fue, de sir Francis Bacon en Sylva sylvarum (1627), que sirvió de base en investigaciones sucesoras. Más tarde, John Woodward hacia 1699, cultivó plantas de menta, en agua que contenían varios tipos de tierra disuelta; es decir, Woodward sin saberlo, había desarrollado la primera solución nutritiva.*
- *Beltrano & Gimenez (2015) menciona a Nicolás De Saussure (1804), quien encontró y afirmó que las plantas para existir y desarrollarse necesitan de minerales y de factores químicos absorbidos de la tierra el agua, y el aire.*
- *Otros avances significativos a la hidroponía fueron desarrollados en el s.XIX por autores como Sprengel, Leibig, Sachs y Knop. Carl.*
- *"El Padre de la Cultura del Agua." En 1860 el profesor Julius Von Sachs publicó la primera fórmula estándar para una solución de nutrientes que podría disolverse en agua y en la que podrían crecer plantas con éxito.*
- *El término "hidroponía" fue acuñado 1929, donde William F. Gericke, profesor de la Universidad de California, Davis, define el proceso como "agua que trabaja".*
- *En resumen, la hidroponía es un método para cultivar plantas sin la necesidad de suelo agrícola que suministra a la planta los nutrientes necesarios, para que esta lleve a cabo completamente su ciclo de vida.*



- Según el Prof. Perez-Melian (1977), una solución nutritiva es una solución acuática que contiene oxígeno y todos los nutrientes disueltos. Los nutrientes pueden ser aportados por sales o fertilizantes comerciales.

#### **4.21. Aspectos generales sobre invernadero**

##### **4.21.1. El invernadero**

Estrada (2012), indica que un invernadero es una construcción o un tipo de estructura de fierro, madera o cualquier otro material con los mismos propósitos, y para que permiten una mecánica en su interior protegiendo del frío o limitando el exceso de calor se hace la recubierta con plástico, laminas o placas traslucidas o transparentes.

Francescangeli & Mitidieri (2006), muestran que la estructura de un invernadero puede estar constituida por diversos materiales. Entre los más habituales se encuentran la madera y el metal.

Así mismo indica que Cuando se proyecta montar un invernadero, habitualmente interviene la decisión la inversión inicial, por lo que, en nuestro país, la elección se inclina hacia la madera por su alta disponibilidad y precio.

Sin embargo, existe otra inversión, pocas veces considerada, que es el mantenimiento de la estructura: este costo en la madera es 5 veces superior al metal.

Francescangeli & Mitidieri (2006) describe que un invernadero de madera, edificado con postes bien estacionados, sin aristas que dañen la cubierta y donde se oprima al mínimo el contacto alambres polietileno, puede sostenerse un periodo libre de mantenimiento de 1-2 años (variables) con una vida promedio técnica y económica de 10 años.

Un invernadero metálico, compuesto con piezas bien galvanizadas, que fijen una buena firmeza de la cubierta, tiene un periodo libre de mantenimiento no menor a 3 años y una vida útil de 25 años o más.

*Francescangeli & Mitidieri (2006) , señalan también que la cobertura de invernaderos pueden ser el vidrio y el plástico, cada uno de los mencionados poseen sus ventajas y sus limitaciones. Sin embargo, debido a su ventaja en cuanto a precio y propiedades térmicas cada vez más satisfactorias, los plásticos están reemplazando al vidrio en alrededor de todo el mundo, y en especial en zonas de inviernos templados.*

#### **4.21.2. Ventajas de un invernadero**

*Francescangeli & Mitidieri (2006), destacan de acuerdo su fin que las principales ventajas de un invernadero son:*

- Anticipación de cosechas (se acorta el ciclo vegetativo)
- Acrecimiento de rendimiento
- Posibilidad de obtener cosechas más allá de las épocas convencionales
- Frutos de mejor calidad (limpios, sanos y uniformes)
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos
- Posibilidad de conseguir en la misma parcela de cultivo, dos o tres cosechas al año.

## **V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

**5.1. Tipo de investigación:** esta tesis emplea el método Descriptivo.

**5.2. Ámbito de investigación:**

#### **5.2.1. Ubicación espacial**

El campo de investigación se registró en las áreas de la Unidad de Lombricultura del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### 5.2.2. Ubicación política

Región	:	Cusco
Provincia	:	Cusco
Distrito	:	San Jerónimo
Localidad	:	Centro Agronómico K'ayra

### 5.2.3. Ubicación geográfica

Altitud	:	3225 m
Longitud	:	71°58' Oeste
Latitud	:	13°50' Sur

### 5.2.4. Ubicación hidrográfica

Cuenca	:	Vilcanota
Subcuenca	:	Huatanay
Microcuenca	:	Huanacaure

### 5.2.5. Ubicación

Inicio: Octubre del 2016 (enraizado de las coronas).

Finalización: Mayo del 2017 (cosecha).

## 5.3. Zona de vida

Según Holdridge A., la zona de vida del ámbito de influencia del trabajo de investigación, basado en el promedio de temperatura de 10 años y precipitación anual de 640 mm, está considerada como Bosque húmedo montano sub tropical (bh-MS).

## 5.4. Materiales y métodos

### A. Materiales

#### 1. Material biológico

- Fresa (*Fragaria ananassa Duch*)

#### 2. Insumos agrícolas

- Solución nutritiva A La Molina
- Solución nutritiva B La Molina
- Biol

### **3. Materiales de campo**

- Tubos PVC 4".
- Etiquetas.
- Caja enraizadora.
- Libreta de campo.
- Plástico agrofil.
- Depósitos de soluciones nutritivas
- Vasitos de plástico descartables.
- Esponjas de tela.
- Cinta métrica.
- Nivel de mano.
- Tijera.
- Alicate.
- Cámara fotográfica.
- Balanza de precisión.
- Regla graduada (Vernier).
- Termómetro de ambiente.
- Temporizador.
- Electrobomba.
- Calculadora.
- Laptop.
- Impresora.
- Equipos de laboratorio de análisis de agua.
- Estufa.

### **5.5. Métodos**

#### **5.5.1. Diseño experimental**

Se optó por un análisis con herramientas estadísticas de Diseño de Bloques al azar (DBCA), con arreglo factorial de 3A x 4B, 12 tratamientos, 4 repeticiones y total 48 unidades experimentales.

#### **a. Factores de estudio:**

#### **A. Dosis de soluciones nutritivas**

- 1) 5 ml solución nutritiva A + 2 ml solución nutritiva B / litro de agua
- 2) 7 ml solución nutritiva A + 4 ml solución nutritiva B / litro de agua
- 3) 9 ml solución nutritiva A + 6 ml solución nutritiva B / litro de agua

**B. Dosis de biol**

- 1) 0 ml biol / litro de agua
- 2) 10 ml biol / litro de agua
- 3) 15 ml biol / litro de agua
- 4) 20 ml biol / litro de agua

**b. Tratamientos**

**Cuadro 01: Combinación de tratamientos.**

<b>N° Trat.</b>	<b>Combinación de tratamientos</b>	<b>Clave</b>
-----------------	------------------------------------	--------------

---

1	5 ml A + 2 ml B / litro de agua por 0 ml biol	5A2B0BI
2	5 ml A + 2 ml B / litro de agua por 10 ml biol	5A2B10BI
3	5 ml A + 2 ml B / litro de agua por 15 ml biol	5A2B15BI
4	5 ml A + 2 ml B / litro de agua por 20 ml biol	5A2B20BI
5	7 ml A + 4 ml B / litro de agua por 0 ml biol	7A4B0BI
6	7 ml A + 4 ml B / litro de agua por 10 ml biol	7AB10BI
7	7 ml A + 4 ml B / litro de agua por 15 ml biol	7AB15BI
8	7 ml A + 4 ml B / litro de agua por 20 ml biol	74B20BI
9	9 ml A + 6 ml B / litro de agua por 0 ml biol	9A6B0BI
10	9 ml A + 6 ml B / litro de agua por 10 ml biol	9A6B10BI
11	9 ml A + 6 ml B / litro de agua por 15 ml biol	9A6B15BI
12	9 ml A + 6 ml B / litro de agua por 20 ml biol	9A6B20BI

---

**c. Variables e indicadores**

**1. Rendimiento:**

- Peso fresco del fruto, en g/planta, t/ha
- Número de frutos por planta, por ha.
- Peso fresco de residuos de cosecha, en g/planta, t/ha
- Peso seco de residuos de cosecha, en g/planta, t/ha

**2. Comportamiento agronómico:**

- Diámetro del fruto, en cm
- Altura de planta, en cm
- Longitud de la raíz, en cm

**5.5.2. Características del campo experimental**

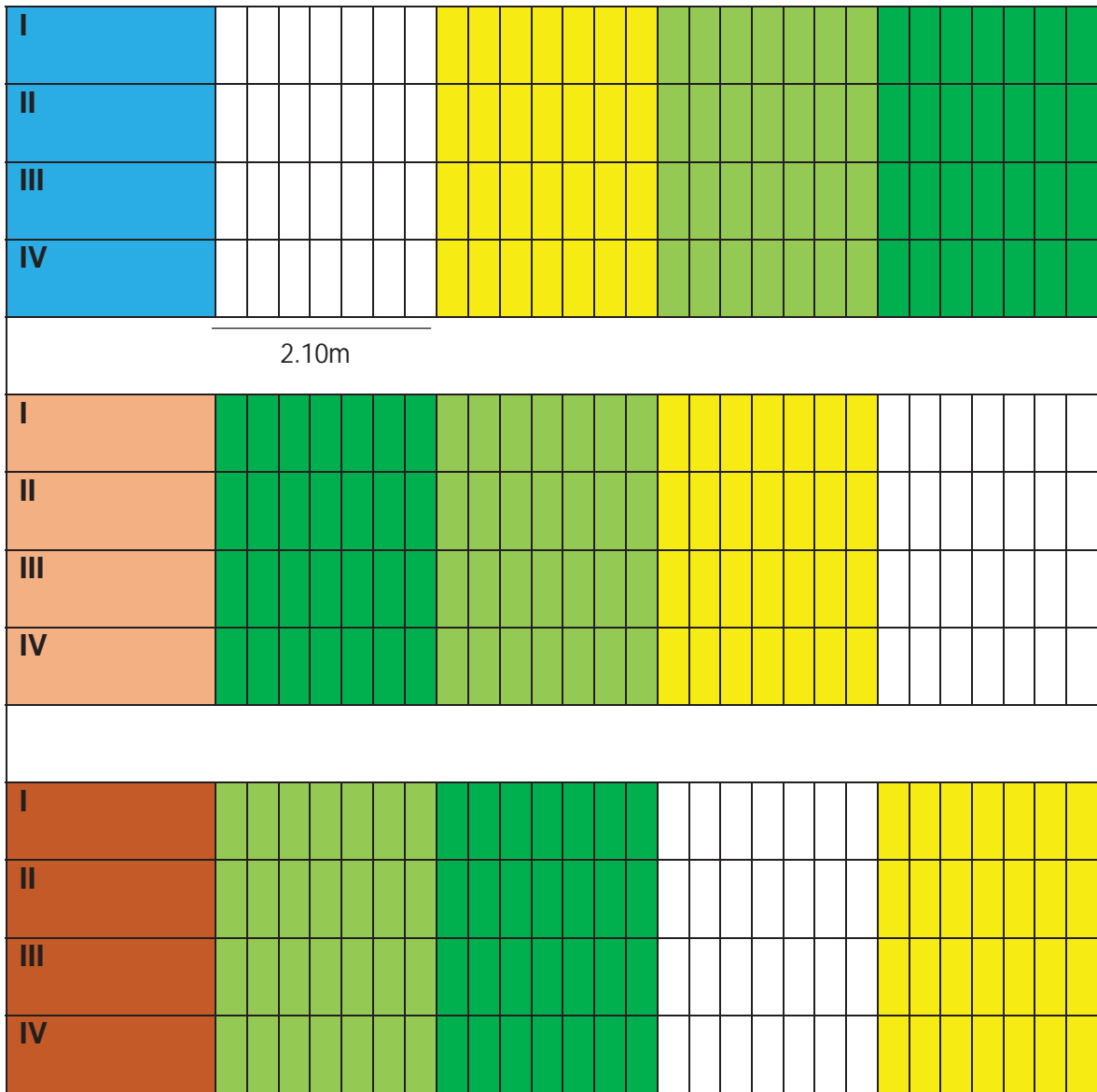
- **Caja enraizadora:**

Largo	4.0 m
Ancho	1.0 m
Área total	4.0 m <sup>2</sup>
<b>• Campo definitivo:</b>	
Largo	14.0 m
Ancho	7.0 m
Área total	98.0 m <sup>2</sup>
Número de tuberías por grupo	4
Distancia entre grupo de tuberías	1.00 m
Número de parcelas por bloque	4
Número de grupos de tuberías	4
Número de tubería por experimento	12
Diámetro de los agujeros en los tubos	5 cm
Distancia entre plantas	30 cm
Número de plantas por tratamiento	7
Número de plantas por experimento	336
Número de plantas por bloque	28

### 5.5.3. Croquis experimental de distribución de parcelas.

8.40m





**Leyenda:**

	5 ml A+2 ml B/litro agua
	7 ml A+4 B/ litro agua
	15 ml A+6 B/ litro agua

	0 ml Biol/ litro agua
	10 ml Biol/ litro agua

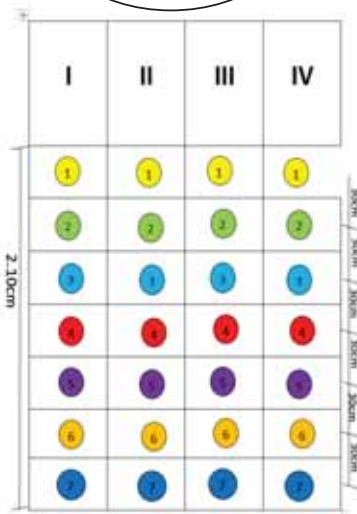


	<b>15 ml Biol/ litro agua</b>
	<b>20 ml Biol/ litro agua</b>

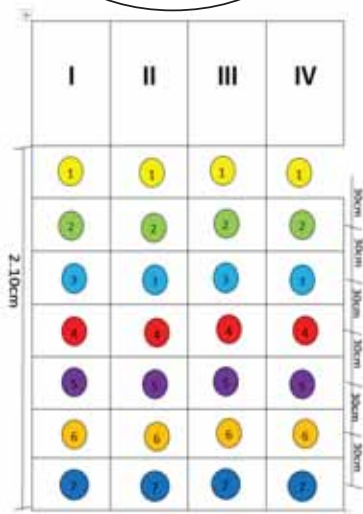
**-CROQUIS EXPERIMENTAL DE DISTRIBUCION DE TANQUE.**



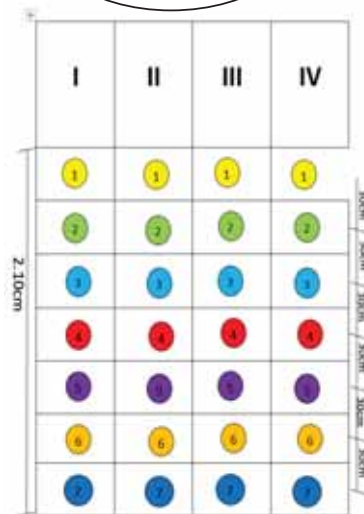
**TANQUE I**  
5 ml A + 2 ml B /  
litro de agua



**TANQUE II**  
7 ml A + 4 ml B /  
litro de agua



**TANQUE III**  
15 ml A + 6 ml B /  
litro de agua



**FUENTE:** elaboración propia.

#### **5.5.4. Conducción de la investigación**

##### **a. Refacción del fitotoldo**

A fin de que el desarrollo del cultivo se lleve en condiciones ambientales uniformes y controladas contra la fuerte radiación solar, baja temperatura en la época, daño de animales y fuertes vientos, se construyó un fitotoldo con palos rollizos de eucalipto y techado con plástico agrofil, a una altura de 2.50 a 3.00 m de altura.

##### **b. Manejo del cultivo**

###### **- Enraizado**

El enraizado de la corona de fresa se preparó en una caja de madera de 4 m de largo por 1 m de ancho, con sustrato a base de una mezcla de humus de lombriz y turba, siendo la profundidad de 0.20 m. La condición de humedad del sustrato al momento de instalar los hijuelos estuvo a capacidad de campo; cuya caja de enraizado fue ubicada dentro de otro fitotoldo con características similares. Los hijuelos de fresa fueron adquiridos de productores de fresa garantizados de Huaral - Lima.

Esta labor se realizó el 31 de octubre del 2016.

##### **Fotografía 01. Hijuelos de fresa a 20 días de instalado en la caja enraizadora.**



**Fotografía 02. Eliminación de hojas e hijuelos secos de fresa en la caja de enraizamiento.**



**- Lavado de tuberías PVC**

En las tuberías PVC instaladas se llenaron con agua limpia a través de una manguera y luego mezcladas con lejía, a fin de lavar las impurezas y basuras que han quedado de campañas anteriores, esto con la ayuda de un hisopo de tela jalada mediante una cuerda de alambre de construcción.

**Fotografía 03. Lavado de tubos PVC antes de la instalación hidropónica de fresa.**



#### - Nivelado de tuberías de PVC

Antes de mezclar los tubos hidropónicos con solución nutritiva, estos se nivelaron asegurando que el agua en las tuberías quede a la misma altura, es decir, la superficie del agua debe estar a nivel cero de pendiente (dejando en el borde superior del agujero 1 cm de altura sin agua). Asimismo, se calibraron las electrobombas, haciendo que dentro de las tuberías la velocidad de circulación del sustrato agua sea lento y uniforme.

#### - Incorporación y mezcla de soluciones nutritivas

Al agua limpia en circulación dentro de las tuberías de PVC a través de una fuerza motriz generada por las electrobombas de 0.5 HP, se han agregado como una primera aplicación (50 %) las dosis de las soluciones nutritivas de macro (solución hidropónica A La Molina) y micronutrientes (solución hidropónica B La Molina), según el croquis de distribución de los tratamientos en estudio.

**Fotografía 04. Soluciones hidropónicas A y B La Molina listos para incorporar y mezclar con agua limpia dentro de las tuberías de PVC.**



### - **Trasplante**

Cuando en las cajas enraizadoras las plantitas de fresa tenían pequeñas radículas de aproximadamente 1 cm de longitud, se procedió a retirar estas plantitas lavándolas con agua limpia y dejando libre de tierra, humus o turba adheridos a las raíces; luego con mucho cuidado estas nuevas plantitas fueron envueltas con una tira de esponja de tela de 30 cm de largo x 3 cm de ancho, en la altura del cuello de la raíz; y después, se colocaron dentro de un pequeño vaso de plástico descartable abierto en su base. Todo ello con la finalidad de dar soporte a las plantitas dentro de los agujeros de tubos hidropónicos.

El trasplante se llevó a cabo el 1° de diciembre del 2016.

### **Fotografía 05. Proceso de trasplante de plantitas de fresa en tuberías hidropónicas.**



### - **Incremento de agua con soluciones nutritivas**

A medida que van desarrollando las plantas de fresa, también se apreciaba la disminución del nivel de agua en las tuberías hidropónicas, por lo que se agregaron el agua, así como segunda aplicación de las soluciones nutritivas de acuerdo a las dosis establecidas. Esta aplicación se hizo a un mes del trasplante (02 de enero del 2017).

## - **Aplicación de biol**

Según las dosis para biol previstas en los respectivos tratamientos, se aplicaron como abono foliar a la parte aérea de las plantas de fresa, en un intervalo de 15 días hasta otros 15 días antes de la cosecha de frutos de fresa a la madurez comercial. Para la pulverización se utilizó un pequeño aspersor manual dirigido a las plantas de fresa de cada tratamiento y éstos separados por un tablero de triplay sólo al momento de su aplicación.

### **c. Evaluación de variables**

De acuerdo a la madurez de los frutos se realizaron hasta dos cosechas; donde las evaluaciones de las variables que se describen a continuación, se efectuaron cuando los frutos de fresa presentaron estado fisiológico de madurez comercial. Donde se cosecharon todas las plantas de cada tratamiento, y luego se hicieron los cálculos de resultados tomando los promedios aritméticos por planta conforme a las unidades de medida establecidas.

#### **A. Rendimiento**

##### ✓ **Peso fresco del fruto**

Cuando los frutos de fresa presentaron estado fisiológico de madurez comercial, se cortaron con una tijera en la altura del peciolo dejando el cáliz adherida al fruto. Luego se pesaron en una balanza de precisión los frutos en gramos por planta como datos para los análisis estadísticos.

### Fotografía 06. Peso de frutos de fresa.



#### ✓ **Número de frutos**

Al momento de cosecha de los frutos también se hizo el conteo del número de frutos cosechados por planta, que después servirán para la tabulación de datos y respectivo análisis estadístico.

#### ✓ **Peso fresco de residuos de cosecha**

Finalizada la cosecha de frutos, también se recogieron los restos vegetales o residuos de cosecha, para inmediatamente pesar en una balanza en gramos que sirvieron para la tabulación respectiva.



**Fotografía 07. Peso de residuos de cosecha.**



✓ **Peso seco de residuos de cosecha**

También se tomaron muestras de residuos de cosecha para llevar a una estufa, donde después de secar a 105°C por 24 horas se pesaron en una balanza para obtener resultados en gramos por planta.

**B. Comportamiento agronómico**

✓ **Diámetro del fruto**

Durante la cosecha y con ayuda de un vernier se tomaron medidas de diámetro del fruto en centímetro, considerando la parte más ancha.

**Fotografía 08. Medida de diámetro del fruto.**



✓ **Altura de planta**

En la última cosecha se tomó medida de altura de planta con la ayuda de una cinta métrica, desde la parte superficial del tubo hidropónico hasta el ápice más largo de las hojas, los que servirán para los análisis estadísticos.

**Fotografía 09. Altura de planta de fresa.**



✓ **Longitud de la raíz**

Al final de la última cosecha de los frutos, se extrajeron las raíces de cada planta de fresa y se tomaron las medidas en centímetros desde la parte superior del cuello de la raíz hasta la parte inferior apical de la raíz principal; cuyos promedios sirvieron para tabular y realizar los respectivos análisis estadísticos.

**Fotografía 10 (a, b, c, d).**

**a) Medida de longitud de raíz, después de la cosecha de frutos de fresa.**



**b) Longitud de raíz.**



**c) Longitud de raíz.**



**d) Medida de longitud de raíz de otro bloque.**



✓ **Número de hojas**

Al término de la cosecha, se hizo el conteo de hojas por planta generadas durante el desarrollo del cultivo de fresa.

Datos que sirvieron para los análisis estadísticos.

**Fotografía 11 (a, b). Conteo y registro de número de hojas por planta.**

**a) Conteo de número de hojas.**



**b) Conteo de número de hojas.**



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. RENDIMIENTO

**Cuadro 01: Peso fresco del fruto (g/planta)**

Dosis M- m	5ml A+2ml B/litro de agua				7ml A+4ml B/litro de agua				9ml A+6ml B/litro de agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	14,00	18,00	20,00	20,00	14,00	18,00	17,00	18,00	14,00	15,00	16,00	16,00	200,00
II	15,00	18,00	18,00	21,00	14,00	17,00	18,00	18,00	13,00	15,00	16,00	16,00	199,00
III	14,00	19,00	19,00	20,00	14,00	16,00	18,00	18,00	14,00	15,00	14,00	15,00	196,00
IV	13,00	19,00	19,00	18,00	15,00	16,00	19,00	19,00	14,00	15,00	15,00	15,00	197,00
Suma	56,00	74,00	76,00	79,00	57,00	67,00	72,00	73,00	55,00	60,00	61,00	62,00	792,00
Promedio	14,00	18,50	19,00	19,75	14,25	16,75	18,00	18,25	13,75	15,00	15,25	15,50	16,50
Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua  Suma = 285,00 Promedio = 17,81				7ml A+4ml B/l agua  Suma = 269,00 Promedio = 16,81				9ml A+6ml B/l agua  Suma = 238,00 Promedio = 14,88				792,00  16,50
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua  Suma = 168,00 Promedio = 14,00		Biol-10 ml/l agua  Suma = 201,00 Promedio = 16,75		Biol-15 ml/l agua  Suma = 209,00 Promedio = 17,42		Biol-20 ml/l agua  Suma = 214,00 Promedio = 17,83						792,00  16,50

**Cuadro 02: ANVA para peso fresco del fruto (g/planta)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,8333	0,2778	0,4661	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	199,5000	18,1364	30,4322	2,0900	2,8400	NS. * *
Dosis Macro- micro.	2	71,3750	35,6875	59,8824	3,2850	5,3150	* *
Dosis Biol	3	107,1667	35,7222	59,9407	2,8900	4,4400	* *
Interac. D M- m*D B.	6	20,9583	3,4931	5,8612	2,3900	3,4100	* *
Error	33	19,6667	0,5960				
Total	47	220,0000	<b>CV = 4.68%</b>				

Del cuadro 02 del ANVA para peso fresco del fruto, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 4.68% indica que el dato analizado para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, dosis de biol e interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 03: Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco del fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 1.92                      ALS (1%)= 2.27

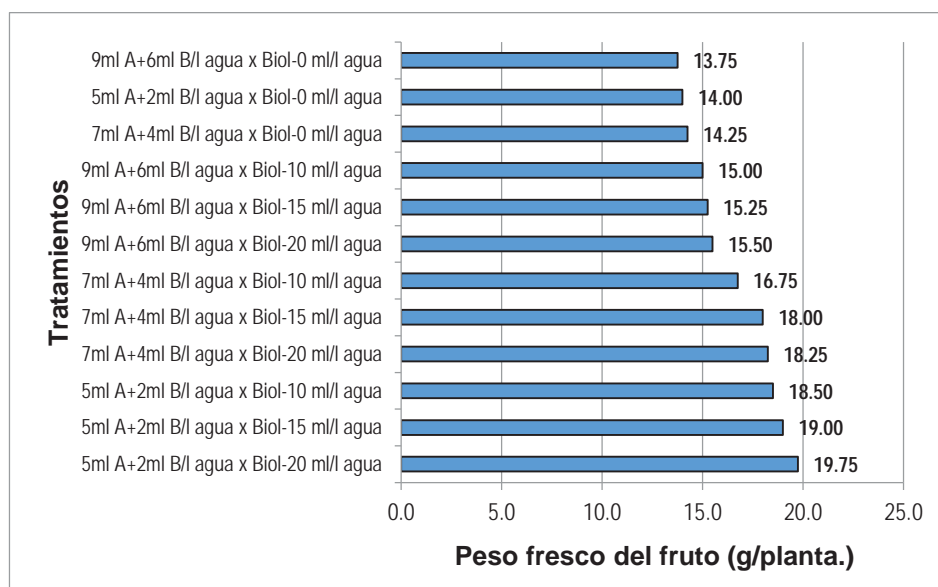
Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	19,75	a	A
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	19,00	a	a b
III	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	18,50	a b	a b
IV	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	18,25	a b	a b
V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	18,00	a b	a b
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	16,75	b c	b c
VII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	15,50	d	d
VIII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	15,25	d	d
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	15,00	d	d
X	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	14,25	d	D
XI	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	14,00	D	D
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	13,75	D	D

Del cuadro 03 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso fresco del fruto se desprende que,, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 19.75 g/planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/1 l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 0 ml/l agua, con 13.75 g/planta ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para producción del fruto de fresa pella en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol, sin embargo, **Vargas, C. en su trabajo de tesis (Fertirrigación de tres dosis de soluciones nutritivas en la producción vertical de dos variedades de fresa (Fragaria ananassa Duch) en condiciones de invernadero K'ayra - Cusco)**, concluye que en rendimiento del peso del fruto es



54.75 g/planta, con el tratamiento dosis 7ml(A)+4ml (B)/ litro agua\*Var. Aroma y 47.00 g/planta con la dosis 7ml(A)+4ml (B)/ litro agua\*Var. San Andreas, superior al presente resultado; esta superioridad se debe a los siguientes factores, que la dosis de soluciones utilizado por la planta son diferentes en su comportamiento físico, biológico; así mismo la condición sustrato e hidroponía muestra gran diferencia debido a que el sustrato tiene microorganismo en donde en mucha de ellas realizan simbiosis y descomposiciones pero en cambio lo que no sucede en hidroponía; también las condiciones de ubicación de las plantas en cultivo hidropónico mostraron mayores rendimientos en las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, sin que marque efecto significativo las dosis de biol, las condiciones de ubicación de las plantas en cultivo hidropónico mostraron mayores rendimientos en la parte inferior de la hidroponía los pesos de los frutos fueron menores, como consecuencia de la saturación del agua en la parte inferior ocasionado por la velocidad del agua de circulación, así mismo las plantas que estuvieron ubicadas en la parte inferior en el cultivo hidropónico se desarrollaron con dificultad porque fueron impedidas en sus funciones fisiológicas de la fresa como la aireación radicular.

**Grafico 01: Peso fresco del fruto (g/planta) para tratamientos**

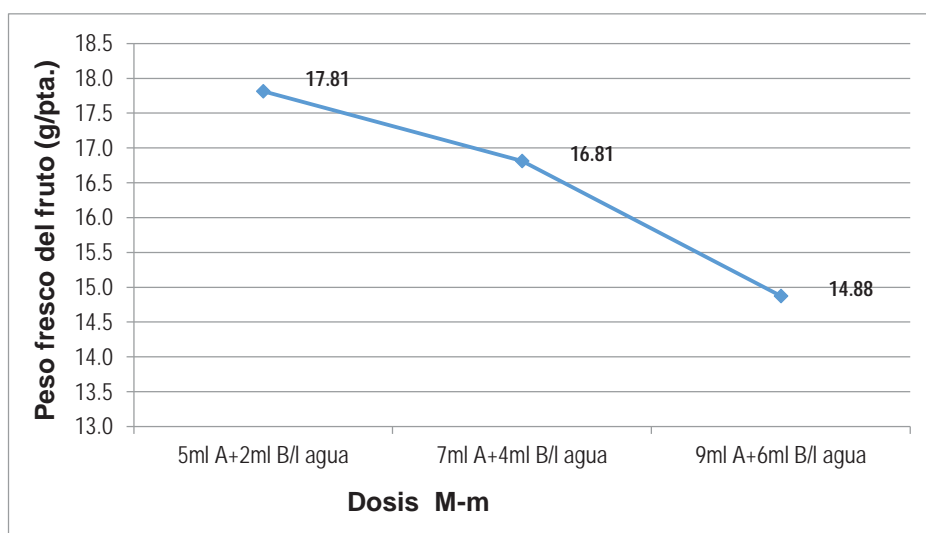


**Cuadro 04: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para peso fresco del fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 0.67      ALS (1%)= 0.85

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	17,81	a	A
II	7ml A+4ml B/l agua	16,81	b	B
III	9ml A+6ml B/l agua	14,88	c	C

**Gráfico 02: Peso fresco del fruto (g/planta) para Dosis Macro-micronutrientes**



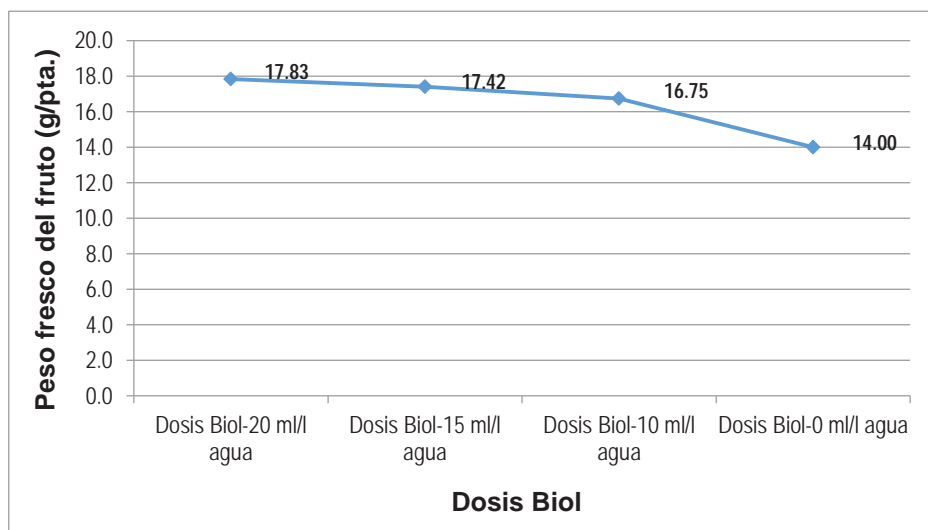
**Cuadro 05: Prueba Tukey de Dosis Biol para peso fresco del fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 0.85      ALS (1%)= 1.06

Orden de Mérito	Dosis Biol	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	17,83	A	A
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	17,42	a b	a b
III	Dosis Biol-10 ml/l agua	16,75	B	B

IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	14,00	c	c
----	------------------------	-------	---	---

**Gráfico 03: Peso fresco del fruto (g/planta) para Dosis Biol**



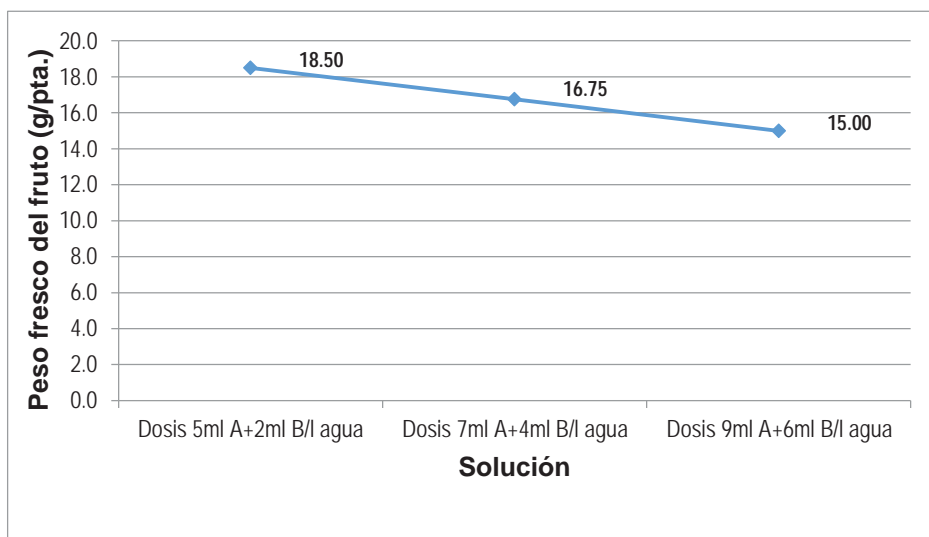
**Cuadro 06: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua de peso fresco fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 1.34      ALS (1%)= 1.71

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	18,50	A	A
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	16,75	B	B
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	15,00	C	C

**Gráfico 04: Peso fresco del fruto (g/planta) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-**

### 10ml/l agua



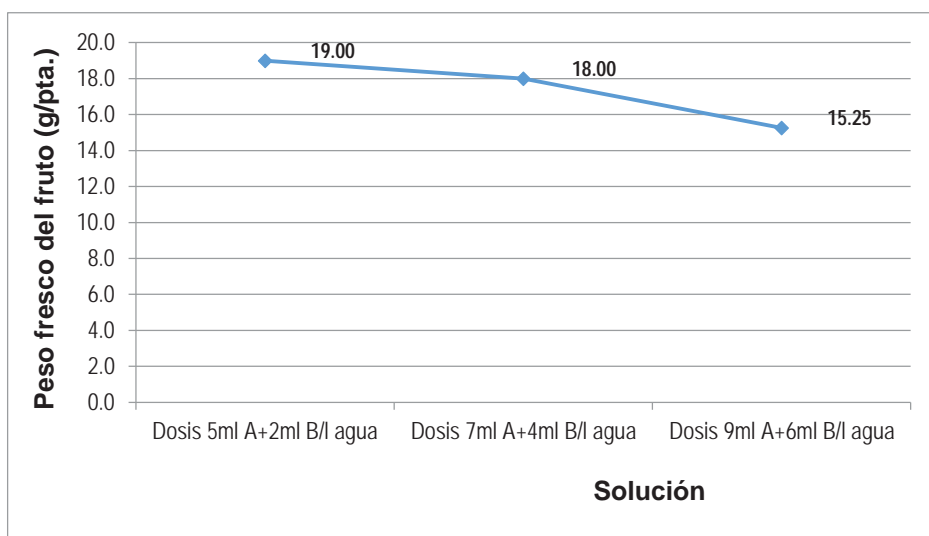
**Cuadro 07: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-15ml/l agua de peso fresco fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 1.34

ALS (1%)= 1.71

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	19,00	a	A
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	18,00	a	A
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	15,25	b	B

**Gráfico 05: Peso fresco del fruto (g/planta) para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-15ml/l agua**

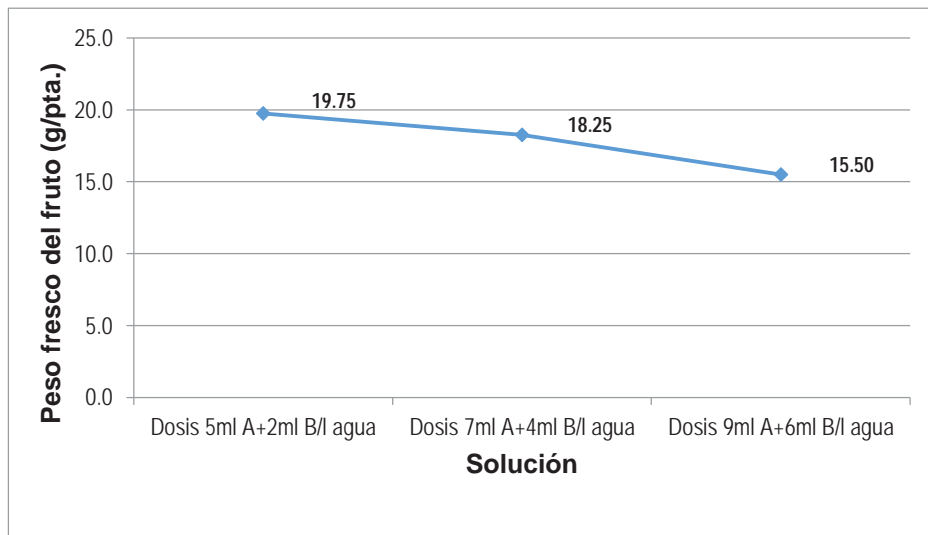


**Cuadro 08: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-20ml/l agua de peso fresco fruto (g/planta)**

ALS (5%)= 1.34      ALS (1%)= 1.71

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua	Peso fresco del fruto (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	19,75	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	18,25	b	a
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	15,50	c	b

**Gráfico 06: Peso fresco del fruto (g/planta) para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-20ml/l agua**



**Cuadro 09: Número de frutos por planta**

Dosis M-m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	3,00	20,00	30,00	58,00	2,00	17,00	19,00	21,00	2,00	15,00	16,00	13,00	216,00
II	3,00	19,00	30,00	60,00	3,00	17,00	18,00	20,00	3,00	15,00	16,00	12,00	216,00
III	3,00	20,00	29,00	61,00	2,00	16,00	18,00	19,00	3,00	14,00	17,00	13,00	215,00
IV	3,00	19,00	29,00	60,00	3,00	16,00	17,00	20,00	3,00	15,00	16,00	13,00	214,00
Suma	12,00	78,00	118,00	239,00	10,00	66,00	72,00	80,00	11,00	59,00	65,00	51,00	861,00
Promedio	3,00	19,50	29,50	59,75	2,50	16,50	18,00	20,00	2,75	14,75	16,25	12,75	17,94
Dosis M-m	5ml A+2ml B/l agua Suma = 447,00 Promedio = 27,94				7ml A+4ml B/l agua Suma = 228,00 Promedio = 14,25				9ml A+6ml B/l agua Suma = 186,00 Promedio = 11,63				861,00 17,94
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua Suma = 33,00 Promedio = 2,75			Biol-10 ml/l agua Suma = 203,00 Promedio = 16,92			Biol-15 ml/l agua Suma = 255,00 Promedio = 21,25			Biol-20 ml/l agua Suma = 370,00 Promedio = 30,83			861,00 17,94



**Cuadro 10: ANVA para número de frutos por planta**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,2292	0,0764	0,1624	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	10491,0625	953,7330	2027,8027	2,0900	2,8400	NS. **
Dosis Macro-	2	2455,1250	1227,5625	2610,0121	3,2850	5,3150	**
Dosis Biol	3	4907,7292	1635,9097	3478,2295	2,8900	4,4400	**
Interac. D M- m*D B.	6	3128,2083	521,3681	1108,5195	2,3900	3,4100	**
Error	33	15,5208	0,4703				
Total	47	10506,8125	<b>CV = 3.82%</b>				

Del cuadro 10 del ANVA para número de frutos por planta, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.82% indica que el dato analizado para el procesamiento de esta variable expresa confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, dosis de biol e interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 11: Prueba Tukey de tratamientos para número de frutos por planta**

ALS (5%)= 1.70      ALS (1%)= 2.01

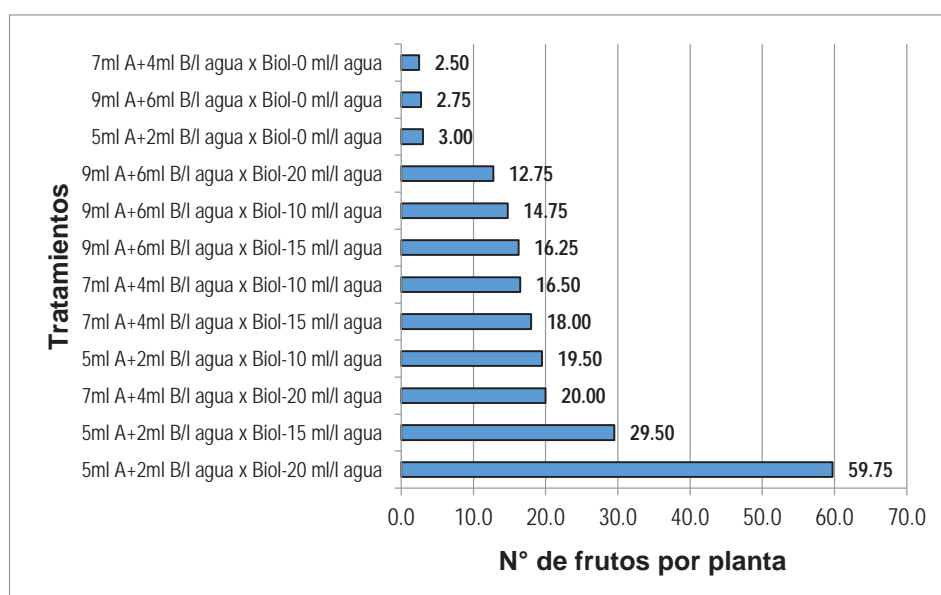
Orden De Mérito	Tratamientos	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	59,75	A	a
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	2,50	B	b
III	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	20,00	C	c
IV	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	19,50	Cd	c
V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	18,00	De	cd
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	16,50	Ef	de



VII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	16,25	Fg	de
VIII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	14,75	G	ef
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	12,75	H	f
X	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	3,00	i	g
XI	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	2,75	i	g
XII	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	2,50	i	g

Del cuadro 11 de Prueba de Tukey de combinaciones para número de frutos por planta se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 59.75 frutos por planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 7 ml A/l agua + 4 ml B/1 l agua x biol 0 ml/ l agua, con 2.50 frutos/planta ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para producción del fruto de fresa pella en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 07: Número de frutos por planta para tratamientos**

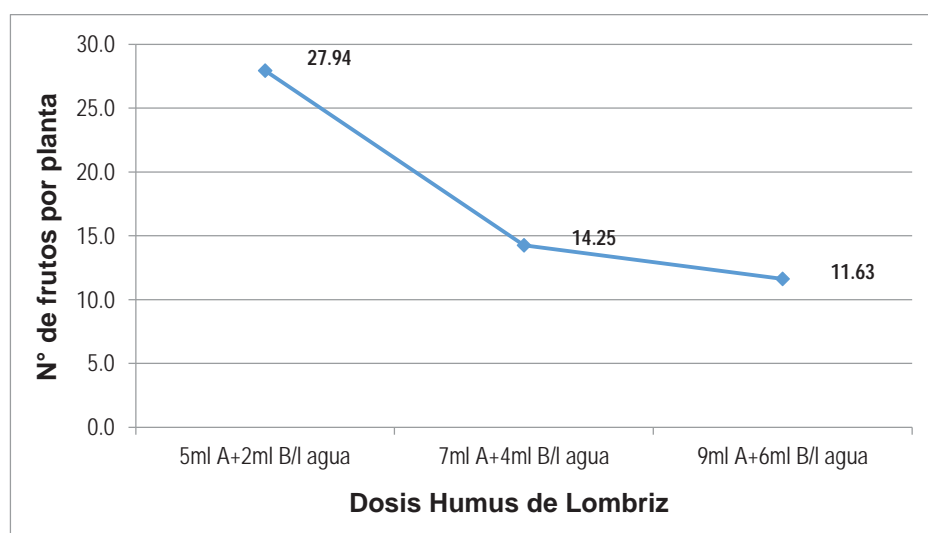


**Cuadro 12: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para número de frutos por planta**

ALS (5%)= 0.59      ALS (1%)= 0.76

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	27,94	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua	14,25	b	b
III	9ml A+6ml B/l agua	11,63	c	c

**Gráfico 08: Número de frutos por planta para Dosis Macro-micronutrientes**

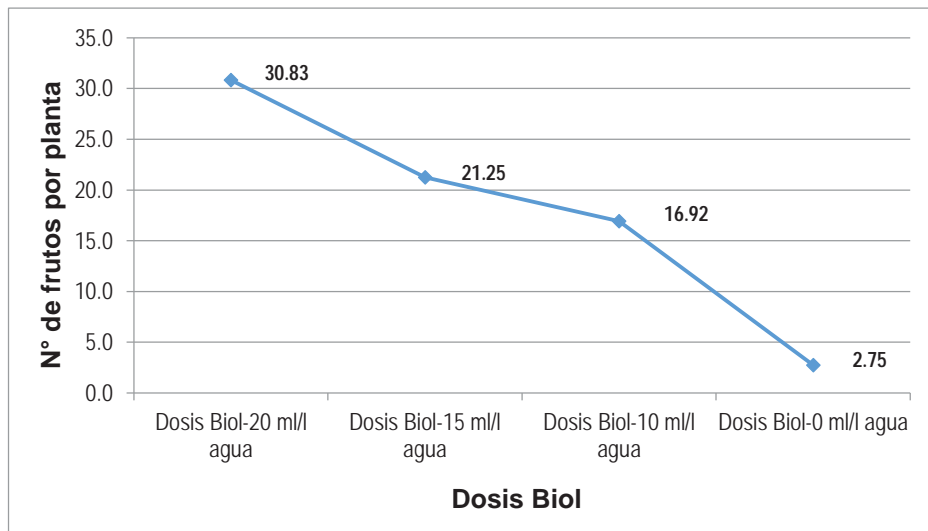


**Cuadro 13: Prueba Tukey de Dosis Biol para número de frutos por planta**

ALS (5%)= 0.76      ALS (1%)= 0.94

Orden de Mérito	Dosis Biol	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	30,83	a	a
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	21,25	b	b
III	Dosis Biol-10 ml/l agua	16,92	c	c
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	2,75	d	d

**Gráfico 09: Número de frutos por planta para Dosis Biol**



**Cuadro 14: Ordenamiento para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de número de frutos por planta**

Dosis Biol	Dosis Macro-micro.	5ml	7ml	9ml	Total
		A+2ml B/l agua	A+4ml B/l agua	A+6ml B/l agua	
Biol-0 ml/l agua	Suma	12,00	10,00	11,00	33,00
	Prom.	3,00	2,50	2,75	
Biol-10 ml/l agua	Suma	78,00	66,00	59,00	203,00
	Prom.	19,50	16,50	14,75	
Biol-15 ml/l agua	Suma	118,00	72,00	65,00	255,00
	Prom.	29,50	18,00	16,25	
Biol-20 ml/l agua	Suma	239,00	80,00	51,00	370,00
	Prom.	59,75	20,00	12,75	
		447,00	228,00	186,00	861,00

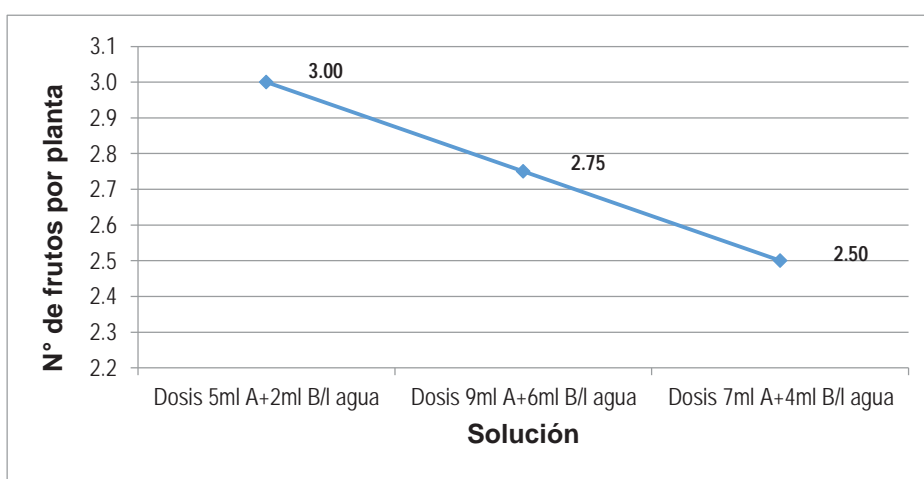
**Cuadro 15: ANVA auxiliar para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de número de frutos por planta**

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Biol 0 ml/l agua*D.M-m	02	0.5000	0.2500	0.5315	0.0253	0.0050	NS. NS.
Biol 10 ml/l agua*D.M-m	02	46.1667	23.0833	49.0792	3.2850	5.3150	**
Biol 15 ml/l agua*D.M-m	02	414.5000	207.2500	440.6497	3.2850	5.3150	**
Biol 20 ml/l agua*D.M-m	02	5,122.1667	2,561.0833	5,445.3101	3.2850	5.3150	**
Error	33	15.5208	0.4703				

**Cuadro 16: Ordenamiento para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-0ml/l agua de número de frutos por planta**

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua	N° de frutos por planta
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	3.00
II	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	2.75
III	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	2.50

**Gráfico 10: Número de frutos por planta para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-0ml/l agua**

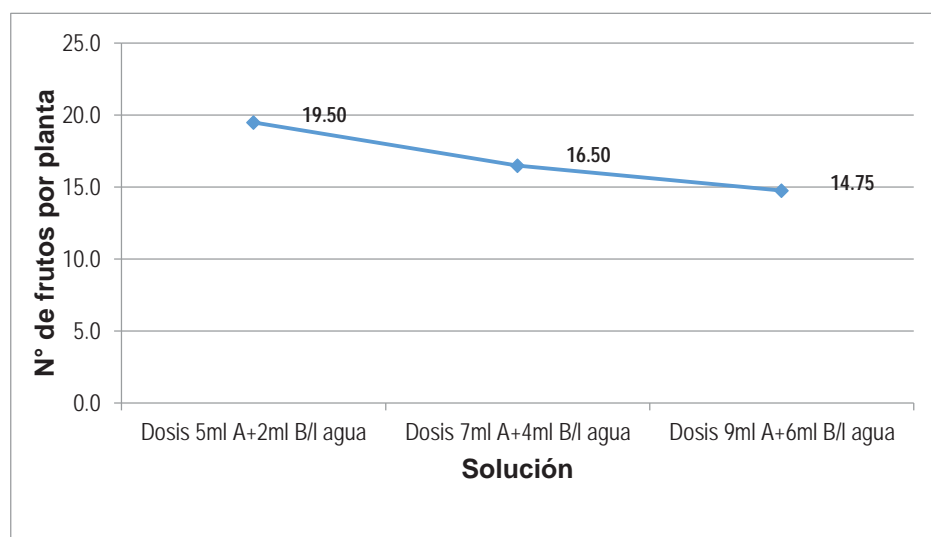


**Cuadro 17: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-10ml/l agua de número de frutos por planta**

ALS (5%)= 1.19    ALS (1%)= 1.52

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	19.50	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	16.50	b	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	14.75	c	c

**Gráfico 11: Número de frutos por planta para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-10ml/l agua**

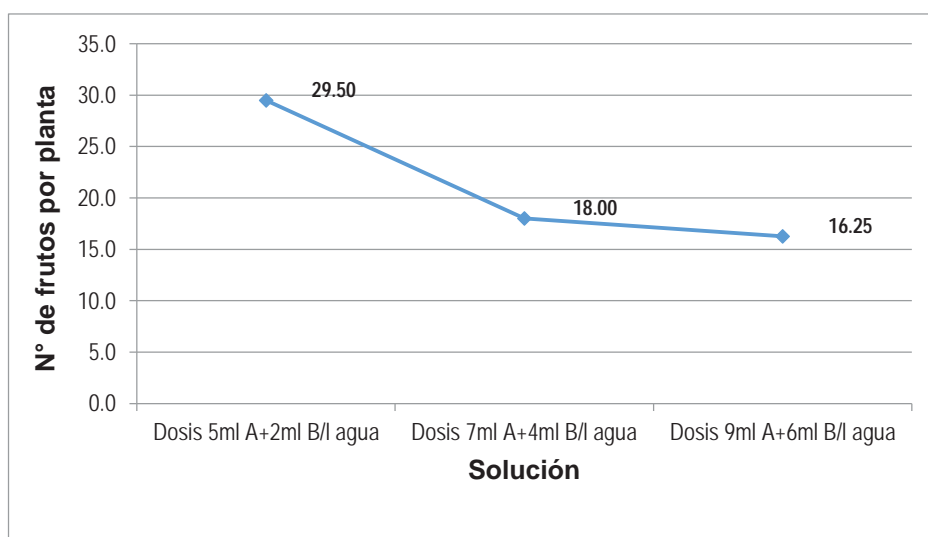


**Cuadro 18: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-15ml/l agua de número de frutos por planta**

ALS (5%)= 1.19    ALS (1%)= 1.52

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	29.50	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	18.00	b	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	16.25	c	c

**Gráfico 12: Número de frutos por planta para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-15ml/l agua**

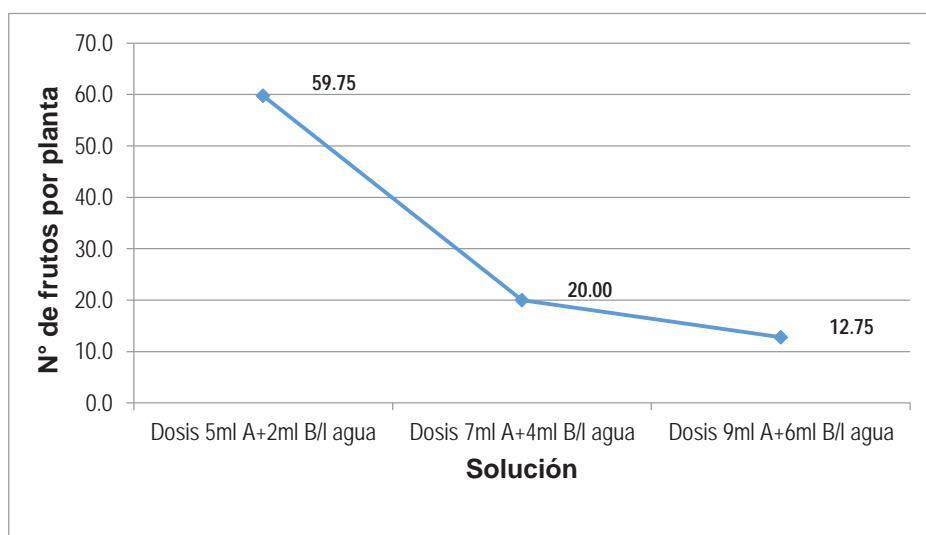


**Cuadro 19: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-20ml/l agua de número de frutos por planta**

ALS (5%)= 1.19    ALS (1%)= 1.52

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua	N° de frutos por planta	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	59.75	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	20.00	b	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	12.75	c	c

**Gráfico 13: Número de frutos por planta para Dosis Macro-micronutrientes en Biol-20ml/l agua**



**Cuadro 20: Peso fresco residuos de cosecha (g/planta)**

Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
I	50.00	54.00	54.00	55.00	44.00	45.00	48.00	48.00	42.00	40.00	43.00	44.00	567.00
II	47.00	53.00	54.00	55.00	46.00	46.00	47.00	46.00	42.00	42.00	42.00	45.00	565.00
III	48.00	55.00	56.00	57.00	45.00	45.00	47.00	51.00	38.00	39.00	44.00	43.00	568.00
IV	54.00	54.00	55.00	56.00	45.00	45.00	48.00	49.00	38.00	40.00	42.00	43.00	569.00
Suma	199.00	216.00	219.00	223.00	180.00	181.00	190.00	194.00	160.00	161.00	171.00	175.00	2269.00
Promedio	49.75	54.00	54.75	55.75	45.00	45.25	47.50	48.50	40.00	40.25	42.75	43.75	47.27
Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua  Suma = 857.00 Promedio = 53.56				7ml A+4ml B/l agua  Suma = 745.00 Promedio = 46.56				9ml A+6ml B/l agua  Suma = 667.00 Promedio = 41.69				2269.00   47.27
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua  Suma = 539.00 Promedio = 44.92		Biol-10 ml/l agua  Suma = 558.00 Promedio = 46.50		Biol-15 ml/l agua  Suma = 580.00 Promedio = 48.33		Biol-20 ml/l agua  Suma = 592.00 Promedio = 49.33						2269.00   47.27



**Cuadro 21: ANVA para peso fresco residuos de cosecha (g/planta)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,7292	0,2431	0,1021	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	1300,2292	118,2027	49,6771	2,0900	2,8400	NS. **
Dosis Macro-micro.	2	1140,1667	570,0833	239,5893	3,2850	5,3150	**
Dosis Biol	3	138,2292	46,0764	19,3646	2,8900	4,4400	**
Interac. D M-m*D B.	6	21,8333	3,6389	1,5293	2,3900	3,4100	NS. NS.
Error	33	78,5208	2,3794				
Total	47	1379,4792	<b>CV = 3.26%</b>				

Del cuadro 21 del ANVA para peso fresco de residuos de cosecha, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.26% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, y dosis de biol, más no existe diferencia estadística en la interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 22: Prueba Tukey de tratamientos para peso fresco residuos de cosecha (g/planta)**

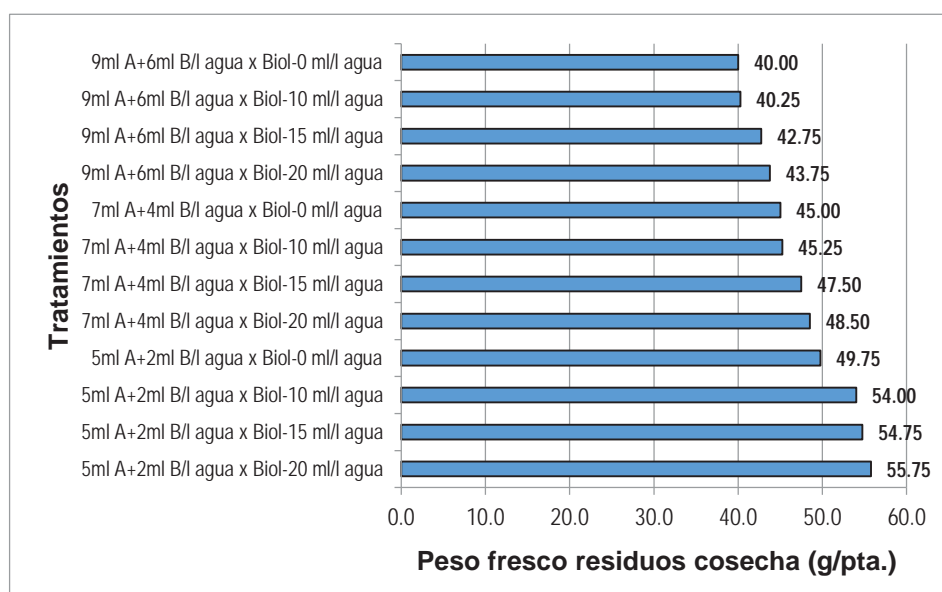
Orden de Mérito	Tratamientos	Peso fresco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	55.75	a	a
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	54.75	a	a
III	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	54.00	a	a b
IV	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	49.75	b	b c

ALS (5%)= 3.83      ALS (1%)= 4.53

V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	48.50	b c	c d
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	47.50	b c d	c d e
VII	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	45.25	c d e	c d e f
VIII	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	45.00	c d e	d e f
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	43.75	f	e f
X	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	42.75	f	e
XI	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	40.25	f	g
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	40.00	f	g

Del cuadro 22 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso fresco de residuos de cosecha se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 55.75 gramos por planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 0 ml/ l agua, con 40.00 gramos/planta ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para producción de residuos de cosecha del cultivo de fresa en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 14: Peso fresco residuos de cosecha (g/planta) para tratamientos**

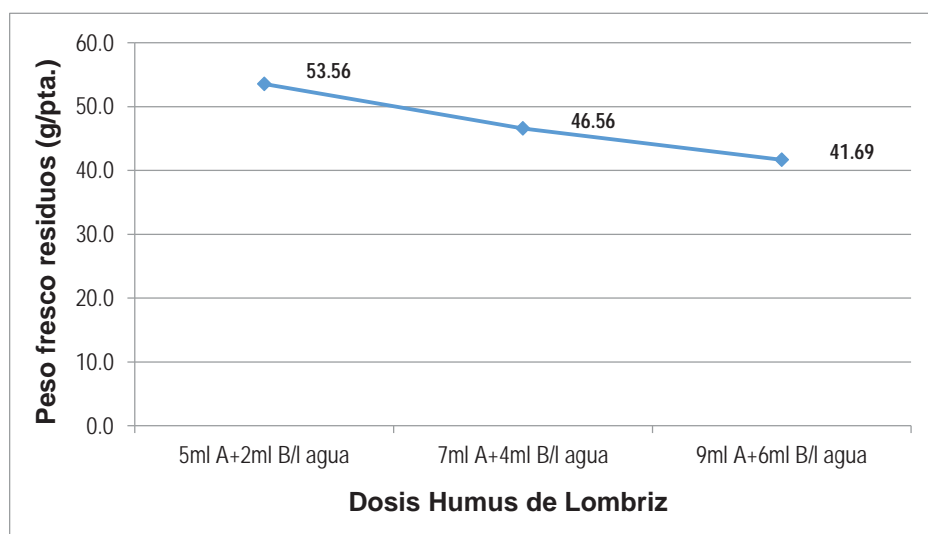


**Cuadro 23: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para peso fresco residuos de cosecha (g/planta)**

ALS (5%)= 1.34      ALS (1%)= 1.70

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Peso fresco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	53.56	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua	46.56	b	b
III	9ml A+6ml B/l agua	41.69	c	c

**Gráfico 15: Peso fresco residuos de cosecha (g/planta) para Dosis Macro-micronutrientes**

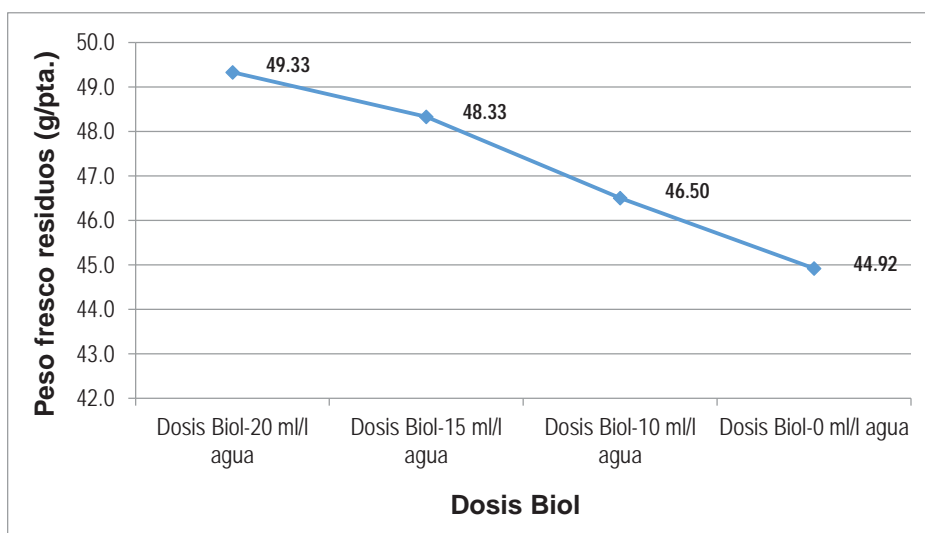


**Cuadro 24: Prueba Tukey de Dosis Biol para peso fresco residuos de cosecha (g/planta)**

ALS  
(5%)= 1.71      ALS (1%)= 2.12

Orden De Mérito	Dosis Biol	Peso fresco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	49.33	a	a
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	48.33	a	a b
	Dosis Biol-10 ml/l agua	46.50	b	c
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	44.92	b	c

**Gráfico 16: Peso fresco residuos de cosecha (g/planta) para Dosis Biol**



**Cuadro 25: Peso seco residuos de cosecha (g/planta)**

Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	10.00	10.80	10.80	11.00	8.80	9.00	9.60	9.60	8.40	8.00	8.60	8.80	113.40
II	9.40	10.60	10.80	11.00	9.20	9.20	9.40	9.20	8.40	8.40	8.40	9.00	113.00
III	9.60	11.00	11.20	11.20	9.00	9.00	9.40	10.20	7.60	7.80	8.80	8.60	113.40
IV	10.80	10.80	11.00	11.20	9.00	9.00	9.60	9.80	7.60	8.00	8.40	8.60	113.80
Suma	39.80	43.20	43.80	44.40	36.00	36.20	38.00	38.80	32.00	32.20	34.20	35.00	453.60
Promedio	9.95	10.80	10.95	11.10	9.00	9.05	9.50	9.70	8.00	8.05	8.55	8.75	9.45
Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua  Suma = 171.20 Promedio = 10.70				7ml A+4ml B/l agua  Suma = 149.00 Promedio = 9.31				9ml A+6ml B/l agua  Suma = 133.40 Promedio = 8.34				453.60  9.45
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua  Suma = 107.80 Promedio = 8.98			Biol-10 ml/l agua  Suma = 111.60 Promedio = 9.30			Biol-15 ml/l agua  Suma = 116.00 Promedio = 9.67			Biol-20 ml/l agua  Suma = 118.20 Promedio = 9.85			453.60  9.45

**Cuadro 26: ANVA para peso seco residuos de cosecha (g/planta)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,0267	0,0089	0,0954	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	51 340,0	4 667,3	50 115,0	2,0900	2,840,0	NS. * *
Dosis Macro-	2	45 105,0	22 552,5	242 158,1	3 285,0	5 315,0	* *
micro.							
Dosis Biol	3	5 366,7	1 788,9	19 208,2	2 890,0	4 440,0	* *
Interac. D M-							
m*D B.	6	0,8683	0,1447	1 554,0	2 390,0	3 410,0	NS. NS.
Error	33	3 073,3	0,0931				
Total	47	54 440,0	<b>CV = 3.23%</b>				

Del cuadro 26 del ANVA para peso seco de residuos de cosecha, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.23% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, y dosis de biol, más no existe diferencia estadística en la interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 27: Prueba Tukey de tratamientos para peso seco residuos de cosecha (g/planta)**

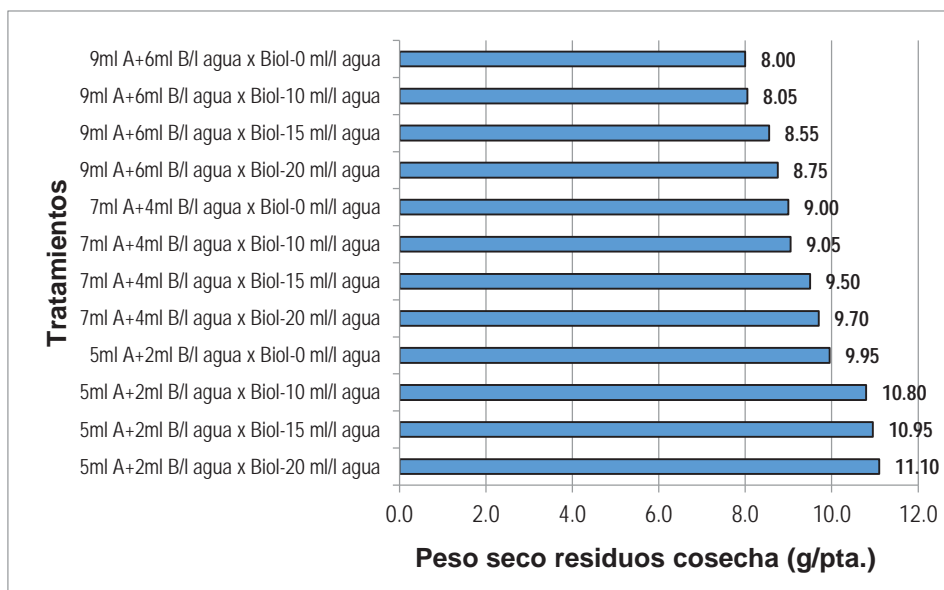
ALS (5%)= 0.76      ALS (1%)= 0.90

Orden de Mérito	Tratamientos	Peso seco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	11.10	a	a
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	10.95	a	a
III	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	10.80	a	a b

IV	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	9.95	b	b c
V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	9.70	b c	c d
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	9.50	b c d	c d e
VII	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	9.05	c d e	c d e f
VIII	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	9.00	c d e	d e f
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	8.75	f	g
	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua		e	f
X	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	8.55	f	g
XI	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	8.05	f	g
	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua		f	g
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	8.00	f	g

Del cuadro 27 de Prueba de Tukey de combinaciones para peso seco de residuos de cosecha se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 11.10 gramos por planta ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/l agua + 6 ml B/1 litro agua x biol 0 ml/ l agua, con 8.00 gramos/planta ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para producción de residuos de cosecha del cultivo de fresa en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 17: Peso seco residuos de cosecha (g/planta) para tratamientos**

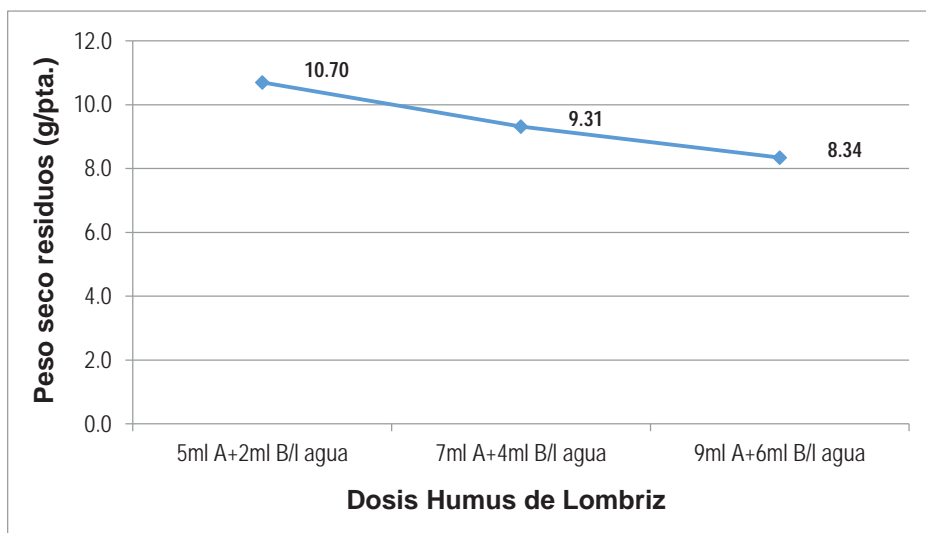


**Cuadro 28: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para peso seco residuos de cosecha (g/planta)**

ALS (5%)= 0.26      ALS (1%)= 0.34

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Peso seco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	10.70	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua	9.31	b	b
III	9ml A+6ml B/l agua	8.34	c	c

**Gráfico 18: Peso seco residuos de cosecha (g/planta) para Dosis Macro-micronutrientes**



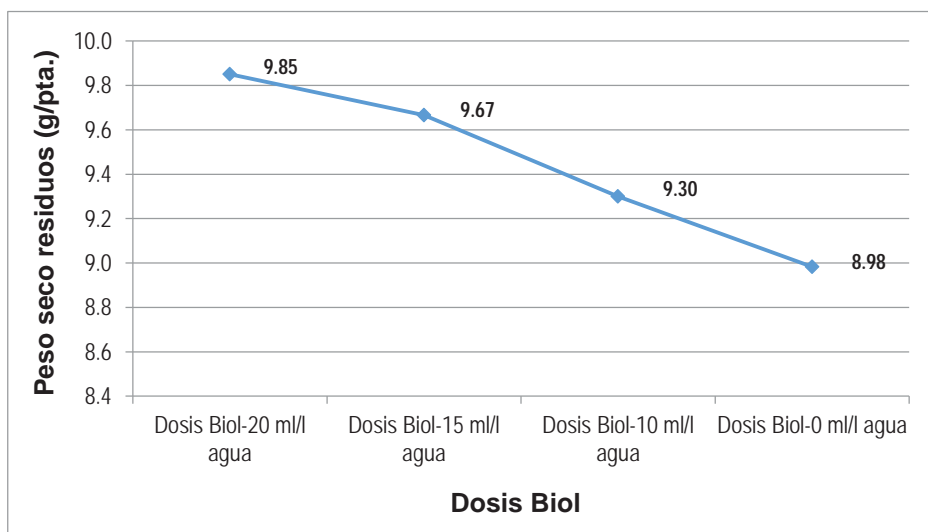


**Cuadro 29: Prueba Tukey de Dosis Biol para peso seco residuos de cosecha (g/planta)**

ALS (5%)= 0.34      ALS (1%)= 0.42

Orden de Mérito	Dosis Biol	Peso seco residuos c. (g/planta)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	9.85	a	a
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	9.67	a	a b
III	Dosis Biol-10 ml/l agua	9.30	b	b c
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	8.98	b	c

**Gráfico 19: Peso seco residuos de cosecha (g/planta) para Dosis Biol**



**Cuadro 30: Diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	3.00	3.90	4.30	3.60	3.40	3.90	4.00	3.80	3.00	3.40	3.30	3.60	43.20
II	3.40	3.60	3.60	3.80	3.30	3.80	3.90	3.70	3.20	3.40	3.50	3.30	42.50
III	3.50	3.80	3.50	4.00	3.40	3.60	3.60	3.50	3.10	3.60	3.70	3.70	43.00
IV	3.60	3.70	4.50	4.60	3.10	3.50	3.50	4.10	2.80	3.10	3.30	3.00	42.80
Suma	13.50	15.00	15.90	16.00	13.20	14.80	15.00	15.10	12.10	13.50	13.80	13.60	171.50
Promedio	3.38	3.75	3.98	4.00	3.30	3.70	3.75	3.78	3.03	3.38	3.45	3.40	3.57
Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua  Suma = 60.40 Promedio = 3.78				7ml A+4ml B/l agua  Suma = 58.10 Promedio = 3.63				9ml A+6ml B/l agua  Suma = 53.00 Promedio = 3.31				171.50  3.57
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua  Suma = 38.80 Promedio = 3.23		Biol-10 ml/l agua  Suma = 43.30 Promedic = 3.61		Biol-15 ml/l agua  Suma = 44.70 Promedio = 3.73		Biol-20 ml/l agua  Suma = 44.70 Promedio = 3.73						171.50  3.57

## B. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

**Cuadro 31: ANVA para diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0.0223	0.0074	0.0913	0.0710	0.0240	NS.
Tratamientos	11	3.8473	0.3498	4.2983	2.0900	2.8400	NS. **
Dosis Macro-micro.	2	1.7929	0.8965	11.0171	3.2850	5.3150	**
Dosis Biol	3	1.9540	0.6513	8.0044	2.8900	4.4400	**
Interac. D M-m*D B.	6	0.1004	0.0167	0.2057	0.1979	0.1073	NS. NS.
Error	33	2.6852	0.0814				
Total	47	6.5548	<b>CV = 7.98%</b>				

Del cuadro 31 del ANVA para diámetro ecuatorial del fruto, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 7.98% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, y dosis de biol, más no existe diferencia estadística en la interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 32: Prueba Tukey de tratamientos para diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

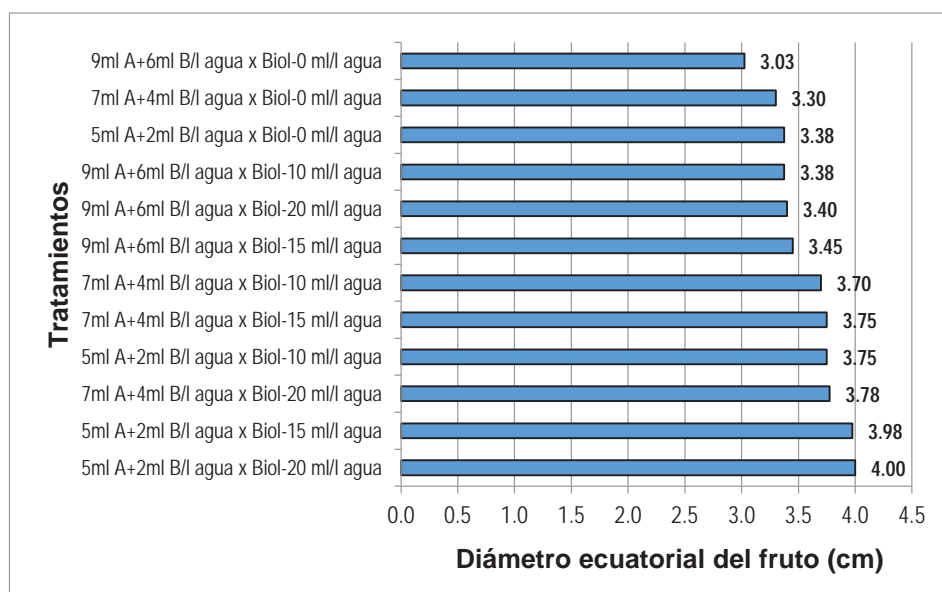
ALS (5%)= 0.71      ALS (1%)= 0.84

Orden de Mérito	Tratamientos	Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	4.00	a	a
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	3.98	a	a
	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua			a
III	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	3.78	a	b
	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua			a
IV	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	3.75	a	b

V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	3.75	a	b
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	3.70	a	a
VII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	3.45	b	b
VIII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	3.40	b	b
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	3.38	b	b
X	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	3.38	a	a
XI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	3.30	b	b
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	3.03	b	b

Del cuadro 32 de Prueba de Tukey de combinaciones para diámetro ecuatorial del fruto se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 4.00 cm ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 0 ml/ l agua, con 3.03 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para diámetro ecuatorial del fruto de fresa en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 20: Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para tratamientos**

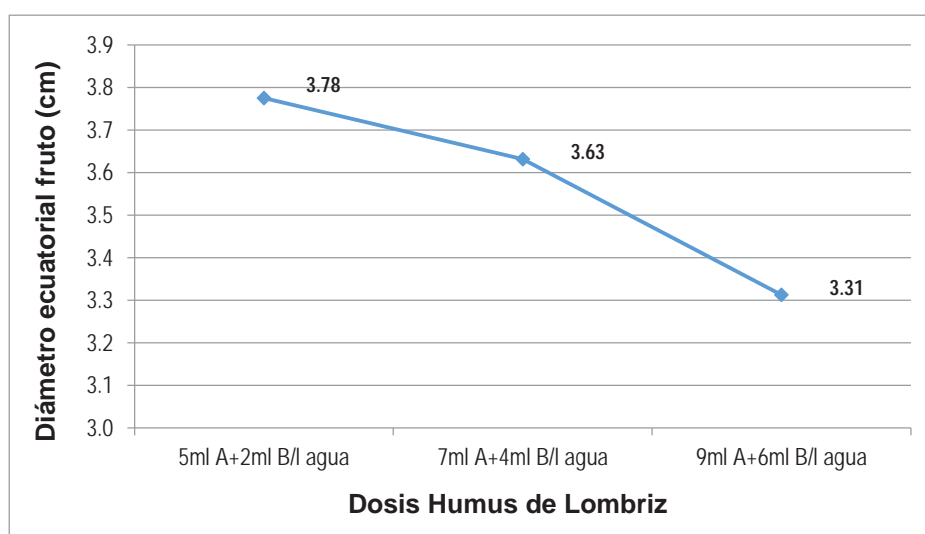


**Cuadro 33: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

ALS (5%)= 0.25      ALS (1%)= 0.32

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Diámetro ecuator. del fruto (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	3.78	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua	3.63	a	a
III	9ml A+6ml B/l agua	3.31	b	b

**Gráfico 21: Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para Dosis Macro-micronutrientes**



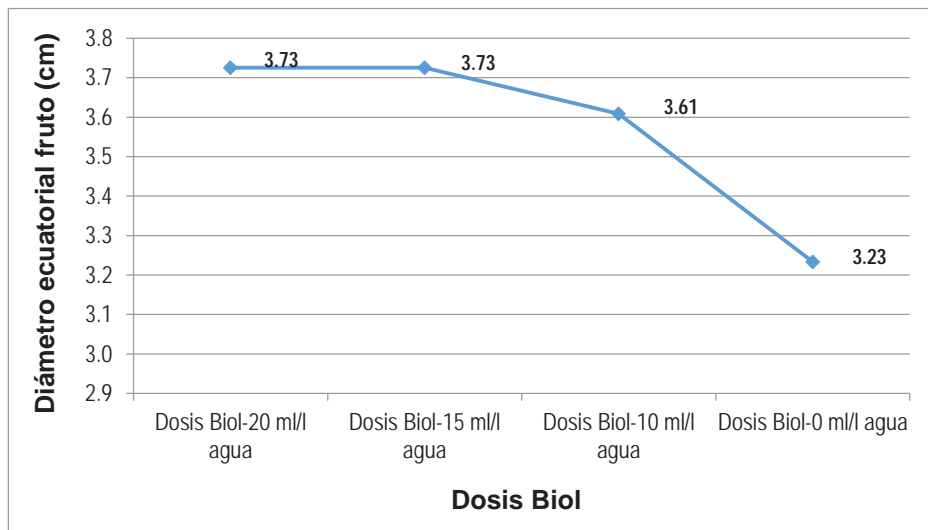
**Cuadro 34: Prueba Tukey de Dosis Biol para diámetro ecuatorial del fruto (cm)**

ALS (5%)= 0.32

ALS (1%)= 0.39

Orden de Mérito	Dosis Biol	Diámetro ecuator. del fruto (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	3.73	a	a
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	3.73	a	a
III	Dosis Biol-10 ml/l agua	3.61	a	a b
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	3.23	b	b

**Gráfico 22: Diámetro ecuatorial del fruto (cm) para Dosis Biol**



**Cuadro 35: Altura de planta (cm)**

Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Tot
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	21.00	27.00	28.00	29.00	22.00	23.00	25.00	26.00	20.00	22.00	23.00	23.00	289
II	22.00	26.00	29.00	30.00	20.00	25.00	24.00	24.00	20.00	23.00	23.00	24.00	290
III	22.00	25.00	30.00	31.00	19.00	26.00	23.00	26.00	20.00	21.00	22.00	23.00	288
IV	23.00	26.00	29.00	30.00	21.00	22.00	24.00	24.00	20.00	22.00	24.00	22.00	287
Suma	88.00	104.00	116.00	120.00	82.00	96.00	96.00	100.00	80.00	88.00	92.00	92.00	1154
Promedio	22.00	26.00	29.00	30.00	20.50	24.00	24.00	25.00	20.00	22.00	23.00	23.00	24
Dosis M- m	5ml A+2ml B/l agua Suma = 428.00 Promedio = 26.75				7ml A+4ml B/l agua Suma = 374.00 Promedio = 23.38				9ml A+6ml B/l agua Suma = 352.00 Promedio = 22.00				1154 24
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua Suma = 250.00 Promedio = 20.83		Biol-10 ml/l agua Suma = 288.00 Promedio = 24.00		Biol-15 ml/l agua Suma = 304.00 Promedio = 25.33		Biol-20 ml/l agua Suma = 312.00 Promedio = 26.00						1154 24

**Cuadro 36: ANVA para altura de planta (cm)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,4167	0,1389	0,1325	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	416 916,7	37 901,5	36 166,3	2 090,0	2 840,0	NS. **
Dosis Macro-	2	191 166,7	95 583,3	91 207,2	3 285,0	5 315,0	**
Dosis Biol	3	189 583,3	63 194,4	60 301,2	2 890,0	4 440,0	**
Interac. D M-	6	36 166,7	6 027,8	5 751,8	2 390,0	3 410,0	**
m*D B.							
Error	33	34 583,3	1 048,0				
Total	47	451 916,7	<b>CV = 4.26%</b>				

Del cuadro 36 del ANVA para altura de planta, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 4.26% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos, dosis de macronutrientes y micronutrientes, dosis de biol e interacción de dosis de macro y micro nutrientes por dosis de biol.

**Cuadro 37: Prueba Tukey de tratamientos para altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 2.54      ALS (1%)= 3.00

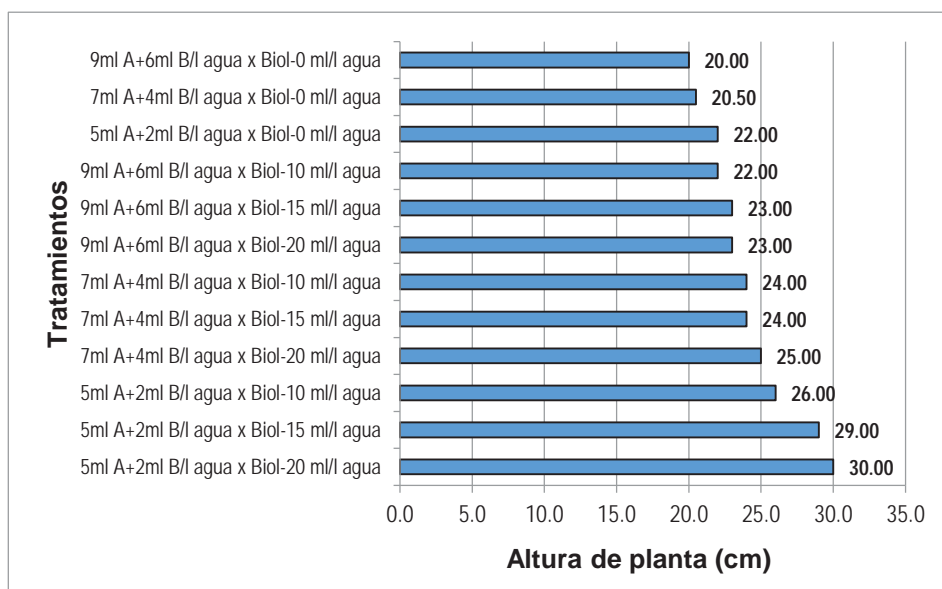
Orden de Mérito	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	30,00	a	A
II	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	29,00	a	a b
III	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	26,00	b	b c
IV	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	25,00	b c	c d
V	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	24,00	b c d	c d
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	24,00	b c d	c d



VII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	23.00	e	c d	e	c d
VIII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	23.00	e	c d	e	c d
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	22.00	e f	d	e	d
X	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	22.00	e f	d	e	d
XI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	20.50	e f		e	
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	20.00	f		e	

Del cuadro 37 de Prueba de Tukey de combinaciones para altura de planta se desprende que, el tratamiento 5 ml A/1 l agua + 2 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 30.00 cm ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 0 ml/ l agua, con 20.00 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, fue suficiente para diámetro ecuatorial del fruto de fresa en condiciones de K'ayra, sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 23: Altura de planta (cm) para tratamientos**

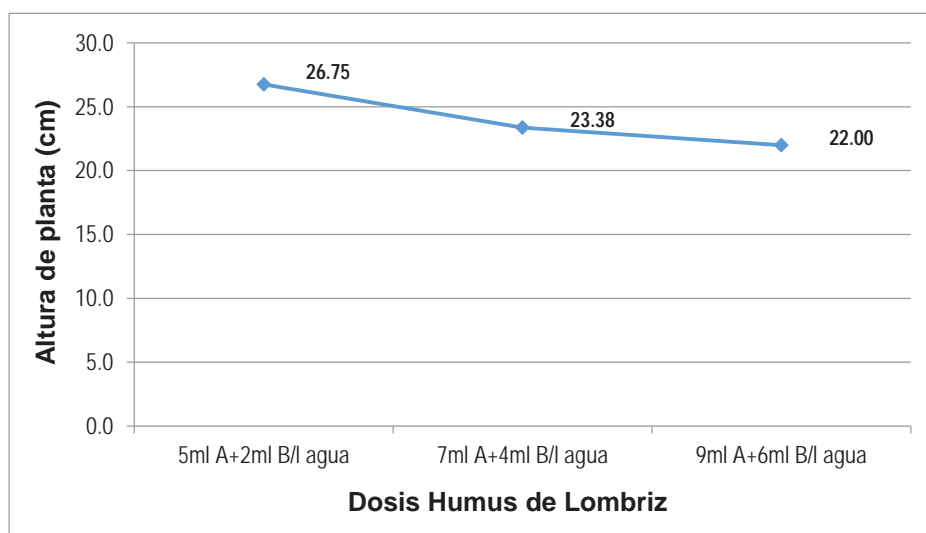


**Cuadro 38: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 0.89      ALS (1%)= 1.13

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	5ml A+2ml B/l agua	26.75	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua	23.38	b	b
III	9ml A+6ml B/l agua	22.00	c	c

**Gráfico 24: Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutrientes**



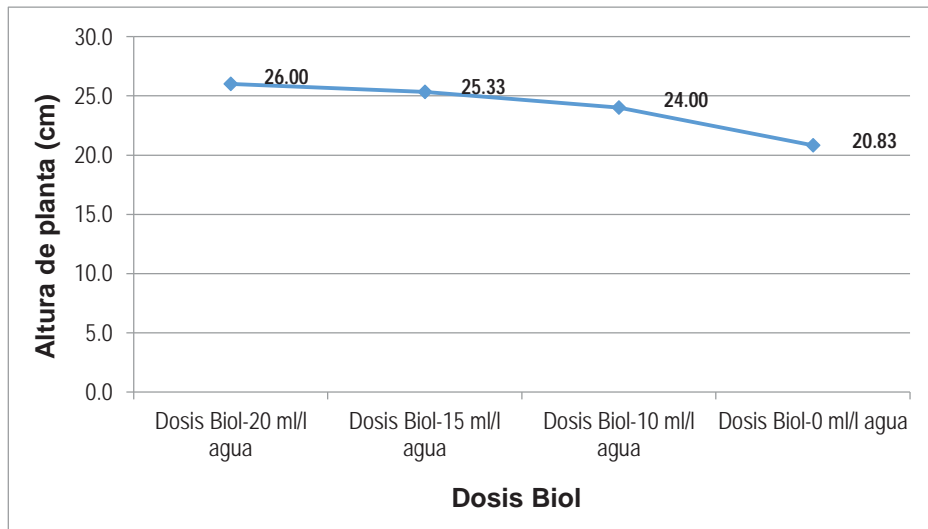
**Cuadro 39: Prueba Tukey de Dosis Biol para altura de planta (cm))**

ALS (5%)= 1.13      ALS (1%)= 1.41

Orden de Mérito	Dosis Biol	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	26.00	a	a
II	Dosis Biol-15 ml/l agua	25.33	a	a b

III	Dosis Biol-10 ml/l agua	24.00	b	b
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	20.83	c	c

**Gráfico 25: Altura de planta (cm) para Dosis Biol**



**Cuadro 40: Ordenamiento para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de altura de planta (cm)**

Dosis Biol	Dosis Macro-micro.	5ml	7ml	9ml	Total
		A+2ml B/l agua	A+4ml B/l agua	A+6ml B/l agua	
Biol-0 ml/l agua	Suma	88,00	82,00	80,00	250,00
	Prom.	22,00	20,50	20,00	
Biol-10 ml/l agua	Suma	10,00	96,00	88,00	288,00
	Prom.	26,00	24,00	22,00	
Biol-15 ml/l agua	Suma	1 16,00	96,00	92,00	304,00
	Prom.	2900	24,00	23,00	
Biol-20 ml/l agua	Suma	1 200,0	10,00	92,00	312,00
	Prom.	30,00	25,00	23,00	
		428,00	374,00	352,00	1 154,00

**Cuadro 41: ANVA auxiliar para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de altura de planta (cm)**

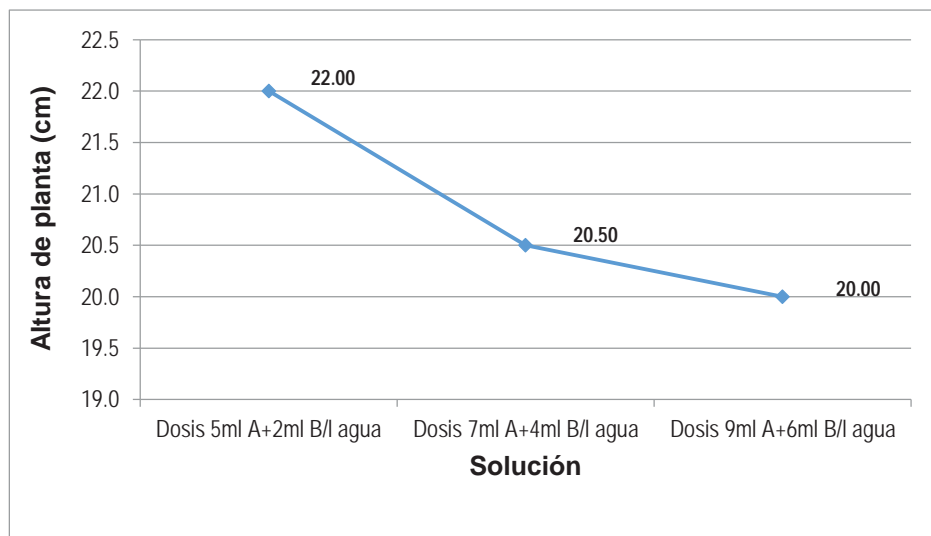
F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Biol 0 ml/l agua*D.M-m	02	8 666,7	4 333,3	4 134,9	3 285,0	5 315,0	* NS.
Biol 10 ml/l agua*D.M-m	02	32 0000	16 000,0	15 267,5	3 285,0	5 315,0	**
Biol 15 ml/l agua*D.M-m	02	82 666,7	41 333,3	39 441,0	3 285,0	5 315,0	**
Biol 20 ml/l agua*D.M-m	02	104 000,0	52 000,0	49.6193	3 285,0	5 315,0	**
Error	33	34 583,3	1 048,0				

**Cuadro 42: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua de altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 1.78

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	22,00	a	
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	20,50	a	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	20,00	b	

**Gráfico 26: Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua**

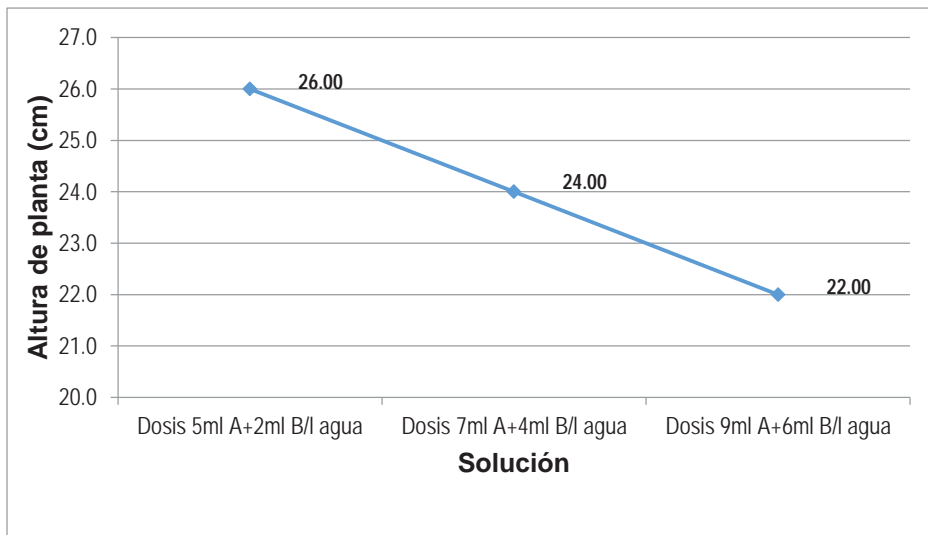


**Cuadro 43: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua de altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 1.78      ALS (1%)= 2.26

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	26,00	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	24,00	b	a b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	22,00	c	b

**Gráfico 27: Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua**



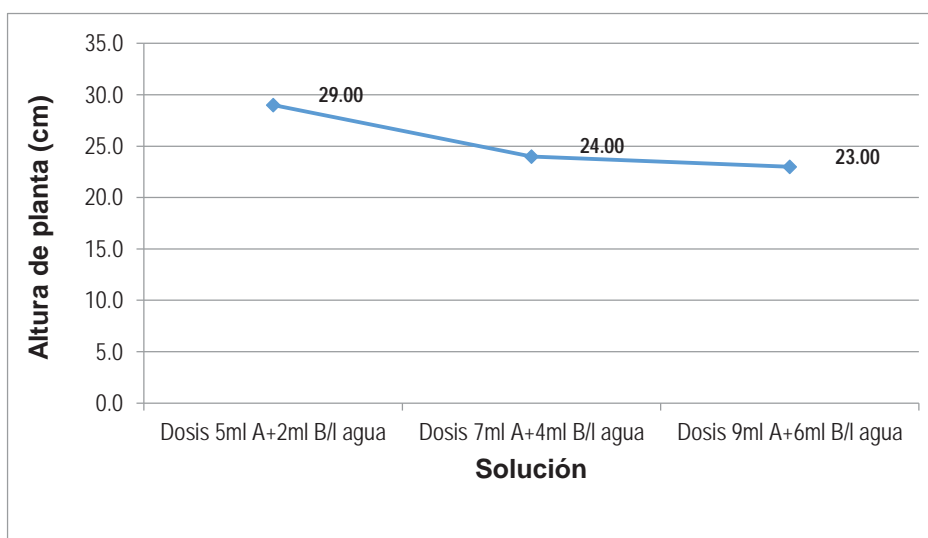
**Cuadro 44: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua de altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 1.78

ALS (1%)= 2.26

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	29,00	a	A
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	24,00	b	B
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	23,00	b	B

**Gráfico 28: Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua**

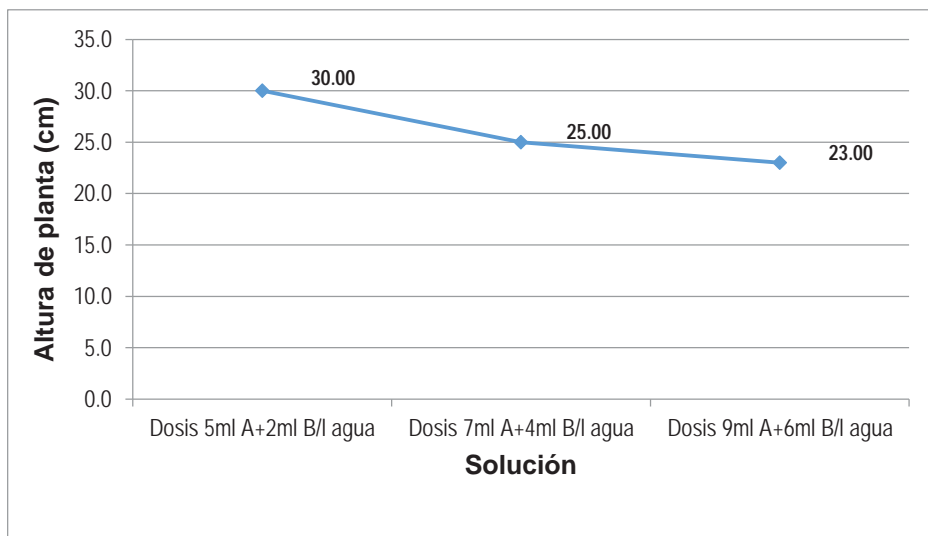


**Cuadro 45: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua de altura de planta (cm)**

ALS (5%)= 1.78      ALS (1%)= 2.26

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua	Altura de planta (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	30,00	a	a
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	25,00	b	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	23,00	c	b

**Gráfico 29: Altura de planta (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua**



**Cuadro 46: Longitud de raíz (cm)**

Dosis M-m	5ml A+2ml B/l agua				7ml A+4ml B/l agua				9ml A+6ml B/l agua				Total
	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	Biol-0 ml/l agua	Biol-10 ml/l agua	Biol-15 ml/l agua	Biol-20 ml/l agua	
Repet.													
I	19,00	21,00	20,00	20,00	18,00	22,00	21,00	22,00	19,00	18,00	20,00	22,00	242,00
II	19,00	21,00	20,00	21,00	18,00	21,00	21,00	21,00	20,00	19,00	19,00	22,00	242,00
III	20,00	20,00	19,00	20,00	19,00	22,00	20,00	21,00	19,00	19,00	19,00	23,00	241,00
IV	21,00	20,00	19,00	22,00	20,00	21,00	20,00	21,00	19,00	18,00	18,00	21,00	240,00
Suma	79,00	82,00	78,00	83,00	75,00	86,00	82,00	85,00	77,00	74,00	76,00	88,00	965,00
Promedio	19,75	20,50	19,50	20,75	18,75	21,50	20,50	21,25	19,25	18,50	19,00	22,00	20,10
Dosis M-m	5ml A+2ml B/l agua Suma = 322,00 Promedio = 20,13				7ml A+4ml B/l agua Suma = 328,00 Promedio = 20,50				9ml A+6ml B/l agua Suma = 315,00 Promedio = 19,69				965,00 20,10
Dosis Biol	Biol-0 ml/l agua Suma = 231,00 Promedio = 19,25			Biol-10 ml/l agua Suma = 242,00 Promedio = 20,17			Biol-15 ml/l agua Suma = 236,00 Promedio = 19,67			Biol-20 ml/l agua Suma = 256,00 Promedio = 21,33			965,00 20,10



**Cuadro 47: ANVA para longitud de raíz (cm)**

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft		Signif.
					5%	1%	
Bloques	3	0,2292	0,0764	0,1361	0,0710	0,0240	NS.
Tratamientos	11	57,7292	5,2481	9,3510	2,0900	2,8400	NS. * *
Dosis Macro- micro.	2	5,2917	2,6458	4,7143	3,2850	5,3150	* NS.
Dosis Biol	3	29,2292	9,7431	17,3600	2,8900	4,4400	* *
Interac. D M- m*D B.	6	23,2083	3,8681	6,8920	2,3900	3,4100	* *
Error	33	18,5208	0,5612				
Total	47	76,4792	<b>CV = 3,73%</b>				

Del cuadro 47 del ANVA para longitud de raíz, se desprende que no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 3.73% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados, además que se desarrolló el trabajo de investigación en un ambiente controlado. Muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos; diferencia significativa al 95 de probabilidad en dosis de macronutrientes y micronutrientes, y altamente significativas en dosis de biol e interacción de dosis de macro y micronutrientes por dosis de biol.

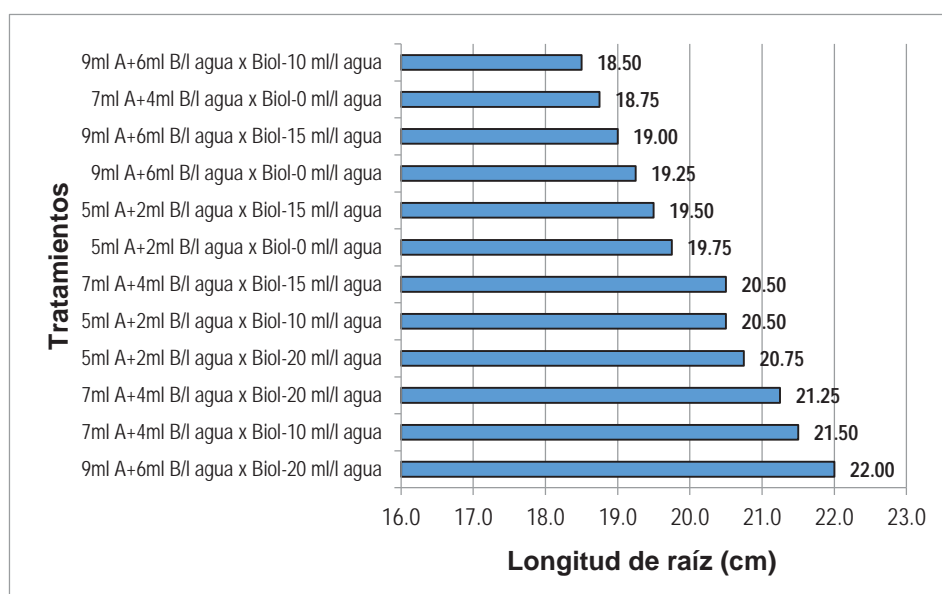
**Cuadro 48: Prueba Tukey de tratamientos para longitud de raíz (cm)**

ALS (5%)= 1.86      ALS (1%)= 2.20

Orden de Mérito	Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	9ml A+6ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	22,00	a	a
II	7ml A+4ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	21,50	a b	a b
III	7ml A+4ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	21,25	a b c	a b c
IV	5ml A+2ml B/l agua x Biol-20 ml/l agua	20,75	a b c	a b c
V	5ml A+2ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	20,50	d	d
VI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	20,50	a b c	a b c
VII	5ml A+2ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	19,75	d e	d e
VIII	5ml A+2ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	19,50	b c	b c
IX	9ml A+6ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	19,25	d e f	d e
X	9ml A+6ml B/l agua x Biol-15 ml/l agua	19,00	d e f	d e
XI	7ml A+4ml B/l agua x Biol-0 ml/l agua	18,75	d e f	d e
XII	9ml A+6ml B/l agua x Biol-10 ml/l agua	18,50	e f	d e
			f	e

Del cuadro 37 de Prueba de Tukey de combinaciones para longitud de raíz se desprende que, el tratamiento 9 ml A/1 l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 20 ml/l agua, con 22.00 cm ocupó el primer lugar, y el tratamiento 9 ml A/l agua + 6 ml B/1 l agua x biol 0 ml/ l agua, con 18.50 cm ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a que las dosis promedio recomendadas por la UNA La Molina de 5 ml de solución A/litro de agua y 2 ml de solución B/litro de agua, no fue suficiente para longitud de raíz de fresa en condiciones de K'ayra, pero sí la mayor dosis de soluciones nutritivas sin que marque efecto significativo las dosis de biol.

**Gráfico 30: Longitud de raíz (cm) para tratamientos**

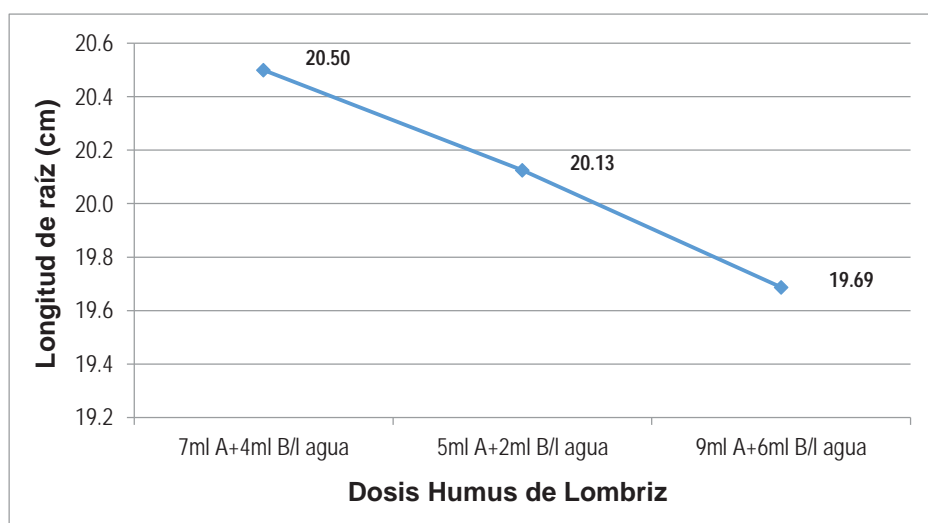


**Cuadro 49: Prueba Tukey de Dosis Macro-micronutrientes para longitud de raíz (cm)**

ALS (5%)= 0.65

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutrientes	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	
I	7ml A+4ml B/l agua	20.50	a	
II	5ml A+2ml B/l agua	20.13	a	b
III	9ml A+6ml B/l agua	19.69		b

**Gráfico 31: Longitud de raíz (cm) para Dosis Macro-micronutrientes**

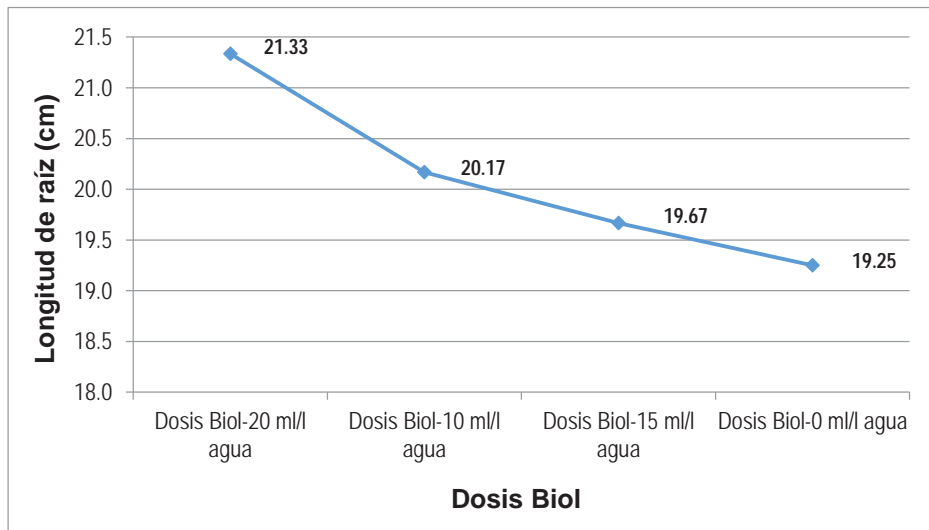


**Cuadro 50: Prueba Tukey de Dosis Biol para longitud de raíz (cm)**

ALS (5%)= 0.83      ALS (1%)= 1.03

Orden de Mérito	Dosis Biol	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis Biol-20 ml/l agua	21,33	a	a
II	Dosis Biol-10 ml/l agua	20,17	b	b
III	Dosis Biol-15 ml/l agua	19,67	b c	b
IV	Dosis Biol-0 ml/l agua	19,25	c	b

**Gráfico 32: Longitud de raíz (cm) para Dosis Biol**



**Cuadro 51: Ordenamiento para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de longitud de raíz (cm)**

Dosis Biol	Dosis Macro-micro.	5ml	7ml	9ml	Total
		A+2ml B/l agua	A+4ml B/l agua	A+6ml B/l agua	
Biol-0 ml/l agua	Suma Prom.	79,00 19,75	75,00 18,75	77,00 19,25	231,00
Biol-10 ml/l agua	Suma Prom.	82,00 20,50	86,00 21,50	74,00 18,50	242,00
Biol-15 ml/l agua	Suma Prom.	78,00 19,50	82,00 20,50	76,00 19,00	236,00
Biol-20 ml/l agua	Suma Prom.	83,00 20,75	85,00 21,25	88,00 22,00	256,00
		322,00	328,00	315,00	965,00

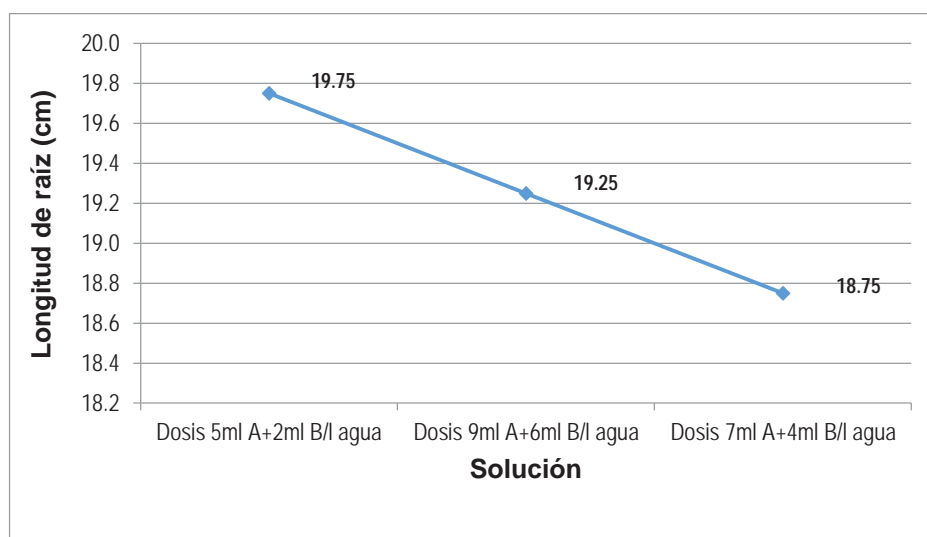
**Cuadro 52: ANVA auxiliar para interacción Dosis M-m \* Dosis Biol de longitud de raíz (cm)**

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.	Ft.		Grado de Signif.
					5%	1%	
Biol 0 ml/l agua*D.M-m	02	2 000,0	1 000,0	1 781,8 16	3 285,0	5 315,0	NS. NS.
Biol 10 ml/l agua*D.M-m	02	18 666,7	9 333,3	629,9	3 285,0	5 315,0	* *
Biol 15 ml/l agua*D.M-m	02	4 666,7	2 333,3	4 157,5	3 285,0	5 315,0	* NS.
Biol 20 ml/l agua*D.M-m	02	3 166,7	1 583,3	2 821,1	3 285,0	5 315,0	NS. NS.
Error	33	18 520,8	0,5612				

**Cuadro 53: Ordenamiento para Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua de longitud de raíz (cm)**

<b>Orden de Mérito</b>	<b>Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua</b>	<b>Longitud de raíz (cm)</b>
I	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	19,75
II	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	19,25
III	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	18,75

**Grafico 33: Longitud de raíz (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-0ml/l agua**

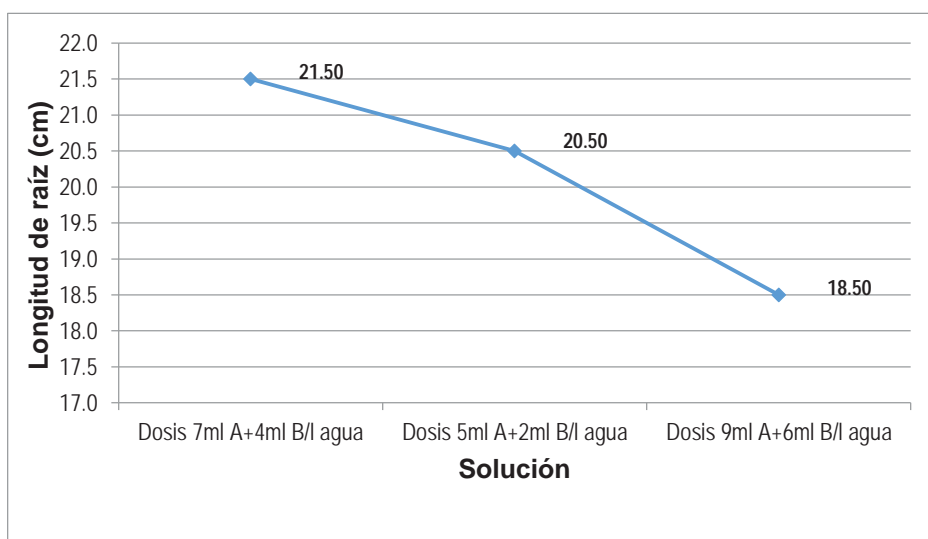


**Cuadro 54: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua de longitud de raíz (cm)**

ALS (5%)= 1.30      ALS (1%)= 1.66

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	1%
I	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	21,50	a	a
II	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	20,50	a	a
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	18,50	b	b

**Gráfico 34: Longitud de raíz (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-10ml/l agua**

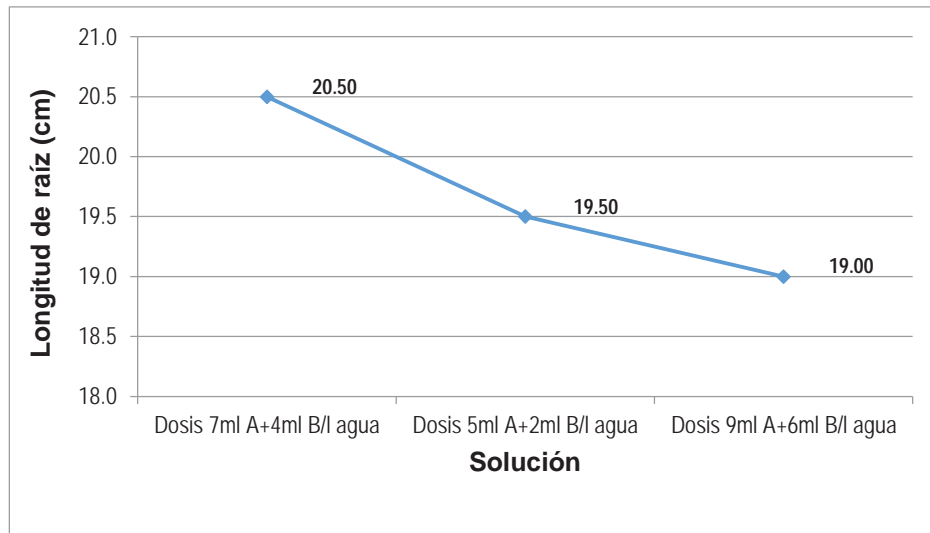


**Cuadro 55: Prueba Tukey para Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua de longitud de raíz (cm)**

ALS (5%)= 1.30

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua	Longitud de raíz (cm)	Significación	
			5%	
I	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	20.50	a	
II	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	19.50	a	b
III	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	19.00		b

**Gráfico 35: Longitud de raíz (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-15ml/l agua**

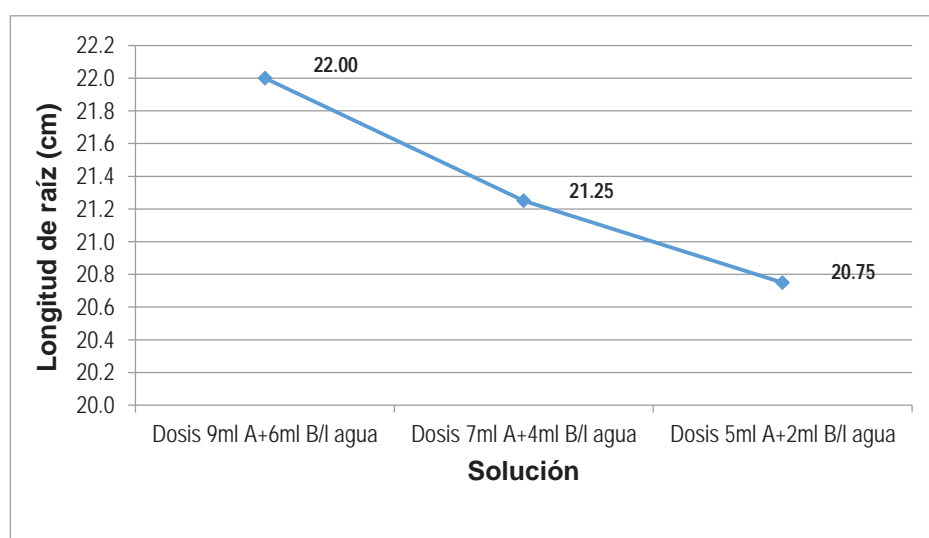




**Cuadro 56: Ordenamiento para Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua de longitud de raíz (cm)**

Orden de Mérito	Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua	Longitud de raíz (cm)
I	Dosis 9ml A+6ml B/l agua	22.00
II	Dosis 7ml A+4ml B/l agua	21.25
III	Dosis 5ml A+2ml B/l agua	20.75

**Gráfico 36: Longitud de raíz (cm) para Dosis Macro-micronutr. en Biol-20ml/l agua**



## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### Rendimiento

En peso fresco del fruto con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, ocupó el primer lugar con 19.75 g/planta, y con el tratamiento 9 ml A/1 litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 13.75 g/planta; En número de frutos con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, ocupó el primer lugar con 59.75= frutos por planta , y el tratamiento 7 ml A/litro de agua + 4 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 2.50 frutos/planta; En peso fresco de residuos de cosecha con 55.75 gramos por planta ocupó el primer lugar, y con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, y el tratamiento 9 ml A/litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 40.00 gramos/planta; En peso seco de residuos de cosecha con 11.10 gramos por planta ocupó el primer lugar, con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, y el tratamiento 9 ml A/litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 8.00 gramos/planta.

### Comportamiento agronómico

En diámetro ecuatorial del fruto con 4.00 cm ocupó el primer lugar, con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, y el tratamiento 9 ml A/litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 3.03 cm; En altura de planta con 30.00 cm ocupó el primer lugar, con el tratamiento 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, y el tratamiento 9 ml A/litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro de agua, ocupó el último lugar con 20.00 cm; En para longitud de raíz con 22.00 cm ocupó el primer lugar, con el tratamiento 9 ml A/1 litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 20 ml/litro de agua, y el tratamiento 9 ml A/litro de agua + 6 ml B/1 litro de agua x biol 0 ml/ litro agua, ocupó el último lugar con 18.50 cm.

## **SUGERENCIAS**

En función a los resultados obtenidos de la investigación se considera conveniente sugerir lo siguiente:

- Realizar investigaciones, probando otras variedades de fresa, en la misma Universidad como en otras zonas y empleando diferentes dosis de soluciones.
- Experimentar cultivo hidropónico de fresa en campo abierto considerando épocas climatológicas libre de heladas.
- Utilizar la dosis la solución A y B con la siguiente dosis: 5 ml A/1 litro de agua + 2 ml B/1 litro.
- Para el trasplante es importante seleccionar bien las plantas que tengan buen sistema radicular y presenten un aspecto sano y fuerte, las plantas que tengan un sistema radicular deficiente se deben desechar, la corona no debe quedar tapada por la esponja, porque se puede detener su crecimiento afectando notablemente su desarrollo, presentando mayor susceptibilidad a pudriciones y reduciendo la cantidad de hojas y coronas secundarias, ni debe quedar muy superficial porque las raíces quedan expuestas al aire, retrasando su desarrollo

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Olivert, J., & Baixauli Soria, C. (2002). *Cultivo sin Suelo de Hortalizas: Aspectos Prácticos y Experiencias*. Valenciana, España: Generalitat Valenciana. Obtenido de <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas/bb39ab24-ef7c-4f51-82a7-ebf73e414e18>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. (2015). *Cultivo en hidroponía* (Primera edición ed.). Buenos Aires, Argentina. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Brenes Peralta, L., & Jiménez Morales, M. (2014). *Manual de producción hidropónica para hortalizas de hoja en*. Cartago, Costa Rica:: Tecnológica de Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6581/manual-hidroponia-NFT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carmona, R. A. (2009). *Fresa *Fragaria ananassa**. (M. L. Ánge, Ed.) Bogotá, Colombia: Bayer CropScience S. A. Obtenido de [https://www.cropscience.bayer.co/~-/media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA\\_baja.ashx](https://www.cropscience.bayer.co/~-/media/Bayer%20CropScience/Peruvian/Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx)
- Carrasco, G., & Izquierdo, J. (1996). La empresa hidroponica de mediana escala: la tecnica de la solucion nutritiva recirculante ("NFT"). *Oficina regional de la FAO para america latina y el caribe*. Obtenido de [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/docrep/rlc1050s.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/rlc1050s.pdf)
- Estrada Paredes, J. (2012). *Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos*. Potosi, Bolivia. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-as968s.pdf>
- Francescangeli, N., & Mitidieri, M. (2006). *El invernadero hortícola: Estructura y manejo de cultivos* (2da Edición ed.). Buenos aires: EEA San Pedro. doi:[https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp\\_el\\_invernadero\\_horticola\\_2daed.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp_el_invernadero_horticola_2daed.pdf)
- González, P. A. (2011). *Tecnología para sembrar viveros de fresa* (Primera edición 2011 ed.). México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Hancock, R. G. (2010). *Manejo y Produccion*. Mexico: Sánchez R, F. J. A. Moreno. Obtenido de [jmartinez@uach.mx](mailto:jmartinez@uach.mx)
- Hernandez, R. C. (2004). El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-inverno, en california. 10-11. California, Venezuela. Obtenido de [http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano\\_Hernandez\\_Rosa\\_Celia.pdf?sequence=1](http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano_Hernandez_Rosa_Celia.pdf?sequence=1)

INIA, I. N. (1997).

Instituto Valenciano de Investigaciones Agraria, I. (1998). *Substratos para el cultivo de plantas ornamentales*. Vlencia. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_11.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_11.pdf)

M. Agricultura, M. d. (2008). *Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo*. Lima: Direccion General de Agricultura. Obtenido de [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio\\_fresa.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf)

MAG, M. (2015). *Freddy Soto Bravo*. Costa Rica. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10809.pdf>

Maroto, V. (1988). *Produccion de Fresas y Fresones*. Barcelona: Edit. Mundi-Prensa.

ONUDI, M. d. (2015). *Cultivo de frutilla, en una realidad sin bromuro de metilo en chile*. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de [oemmnrcbldboiebfnladdacbfmadadm](http://oemmnrcbldboiebfnladdacbfmadadm)

Rivas, C. C. (2001). *La Hidroponía como alternativa de producción vegetal*. Venezuela Madrid. doi:<http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginalntAgronomia/hidroponia2.pdf>

Soto, J. O. (2012). *Cultivo de Fresa* (Vol. 12). Lima, Perú: Programa Nacional de Medios y Comunicación Técnica - INIA.

UNAL. (2019). *Solución Hipodrómica La Molina*. Lima. Obtenido de [http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol\\_presentacion.htm](http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_presentacion.htm)

Vargas, E. C. (2006). Estudio del proceso de trabajo de perfil de riesgos y exigencias laborales en el cultivo de fresa. *CULTIVO N° 15*. Costa Rica. Obtenido de [https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/tecnicos/series/15\\_Serie%20tecnica%20No.%2015.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/tecnicos/series/15_Serie%20tecnica%20No.%2015.pdf)

## **ANEXOS**

## ANEXO 01. Panel de fotografías.

Fotografía 12. Programación del temporizador.



Fotografía 13. Conteo del número de hojas de la planta.



**Fotografía 14. Desarrollo del cultivo de la fresa**



**Fotografía 15. Cultivo de fresa con primera flor**





**Fotografía 16. Cultivo en floración**



**Fotografía 17. Cultivo con ultima floración.**



**Fotografía 18. Cultivo con primera fructificación.**



**Fotografía 19. Cultivo en fructificación.**



**Fotografía 20. Primeros frutos del cultivo.**



**Fotografía 21. Fructificación del cultivo de fresa en plena maduración.**



**Fotografía 22. Evaluación de numero de frutos.**



**Fotografía 23. Maduración del fruto del cultivo.**

