

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MEJORAR
LA PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa*)**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

JENNY ABIGAIL GARCÉS GALARZA

TUTOR:

ING. JORGE DOBRONSKI

CEVALLOS, 2021

**EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA
MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa*)**

REVISADO POR:

.....

Ing. Jorge Dobronski

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

.....

17/09/2021

Ing. Mg. PhD Marco Pérez Salinas.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....

17/09/2021

Ing. Jorge Artieda, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

17/09/2021

Ing. Elizabeth Ibarra Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **JENNY ABIGAIL GARCÉS GALARZA**, portador de cédula de ciudadanía número: 1804601423, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa*)**” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



JENNY ABIGAIL GARCÉS GALARZA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE FRESA (*Fragaria x ananassa*)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



JENNY ABIGAIL GARCÉS GALARZA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por haberme regalado la vida, sabiduría, fe y acompañarme en cada instante de mi vida para poder cumplir mis metas.

A Ramiro Manobanda, mi esposo, amigo y compañero de vida, quien ha estado junto a mí en este largo camino, alentándome a continuar en mi meta, sin desmayar y brindándome su amor y su apoyo.

A Mabel Manobanda, mi hija maravillosa, valiente e inteligente. Creciste tan rápido y muchas veces no pude estar a tu lado, fuiste y sigues siendo mi motivación fundamental para no rendirme.

A mis padres, Julio Garcés y Blanca Galarza, por haberme enseñado a ser una persona responsable, perseverante y respetuosa.

A Julio Manobanda y María Cordovilla, por ser como mis segundos padres, por el apoyo incondicional y la confianza brindada hacia mi persona.

A mis hermanos: Stalin, Jean, Monserrath y Vanessa a quienes aprecio y estimo mucho.

A Marlene, Jessica, José Luis y Kelly por estar junto a mí apoyándome incondicionalmente.

A mis familiares y amigos quienes han contribuido con mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco infinitamente a Dios por darme la vida y el don del aprendizaje y por haber permitido que llegue a ser una profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias por prestar su Campus y sus aulas para poder formarme profesionalmente.

Expreso mis sinceros agradecimientos a los señores docentes que con su paciencia y dedicación contribuyeron en mi formación académica compartiendo sus conocimientos.

Al Ing. Jorge Dobronski, tutor de mi tesis, por compartir sus conocimientos y por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo de investigación.

Al Doc. Carlos Vásquez por su amistad y su colaboración en la elaboración de este proyecto.

A todas aquellas personas que ayudaron en el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----|
| AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN | iii |
| DERECHO DE AUTOR..... | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE GENERAL | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Antecedentes Investigativos | 2 |
| 1.2. Objetivos | 8 |
| Objetivo general: | 8 |
| 1.3. Categorías fundamentales | 8 |
| 1.3.1. El cultivo de la fresa | 8 |
| <i>a. Taxonomía y Morfología de las plantas de fresa</i> | 8 |
| <i>b. Origen y producción del cultivo</i> | 10 |
| <i>c. Factores que afectan la productividad del cultivo</i> | 12 |
| 1.3.2. La nutrición de las plantas | 15 |
| <i>a. Principales nutrientes y sus funciones en las plantas</i> | 15 |
| <i>b. Fertilización en el cultivo de fresa</i> | 16 |
| 1.3.3. Fertilizantes orgánicos | 18 |
| CAPÍTULO II | 21 |
| METODOLOGÍA | 21 |
| 2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO) | 21 |
| 2.2. MATERIALES E INSUMOS | 21 |

| | |
|--|----|
| 2.3. FACTORES DE ESTUDIO | 23 |
| 2.3.1. Tipo de fertilizante orgánico:..... | 23 |
| 2.4. TRATAMIENTOS | 23 |
| 2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO | 24 |
| 2.6.1. <i>Identificación y selección de plantas destinadas al proyecto</i> | 24 |
| 2.6.2. <i>Colocación de los fertilizantes orgánicos</i> | 24 |
| 2.6.3. <i>Riego</i> | 25 |
| 2.6.4. <i>Deshierbe</i> | 26 |
| 2.7. VARIABLES RESPUESTA | 26 |
| 2.7.1. <i>Altura de planta</i> | 26 |
| 2.7.2. <i>Tamaño y peso de frutos por planta</i> | 26 |
| 2.7.3. <i>Rendimiento total</i> | 26 |
| CAPÍTULO III | 28 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 3.1. Altura de planta | 28 |
| 3.2. Número de flores por planta | 31 |
| 3.3. Características del fruto | 32 |
| 3.4. Estimación del rendimiento | 34 |
| CAPÍTULO IV | 36 |
| 4.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 38 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 39 |
| ANEXOS | 47 |
| Análisis estadísticos..... | 47 |
| A. Altura de planta | 47 |
| B. Número de flores | 56 |
| C. Características del fruto | 63 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tabla de requerimientos del cultivo de la fresa | 18 |
| Tabla 2. Lista de productos para el control de plagas y enfermedades | 22 |
| Tabla 3. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre la altura de planta | 29 |
| Tabla 4. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre el número de flores en plantas de fresa | 31 |
| Tabla 5. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre el tamaño de fruto (largo x ancho) y peso del fruto de fresa..... | 33 |
| Tabla 6. Tabla de frecuencias de las categoría de frutos de fresa obtenidos de plantas tratadas con fertilizantes orgánicos | 34 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Variación de la altura de plantas de fresa por efecto de la aplicación de diferentes dosis de los fertilizantes orgánicas | 30 |
| Figura 2. Rendimiento estimado de plantas de fresa tratadas con diferentes dosis de Algatec, Alg [^] Tec WP y SumakCrop | 35 |

RESUMEN

La fresa es un cultivo de importancia en la economía del Ecuador, sin embargo, se han señalado varios factores que inciden en las pérdidas en la producción de fresa, principalmente relacionados con el sistema de cultivo y entre ellos, el manejo de la fertilización. El uso de fertilizantes en los cultivos puede generar contaminación del agua y suelo, por lo que es necesario evaluar fuentes alternativas para proveer nutrientes a los cultivos y asegurar óptimos niveles de producción. En tan sentido, en el presente estudio se evaluó el efecto de tres fertilizantes orgánicos (Algatec, Alg[^]TeqWP y SumakCrop) sobre la producción de fresa (*Fragaria x ananassa*). Cada uno de los fertilizantes orgánicos fue usado en tres dosis (0,32; 0,40 y 0,48 g/L) para determinar su efecto sobre la altura de plantas, número de flores, tamaño (ancho y largo) del fruto y el peso del fruto. El ensayo fue conducido en un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$, siendo los factores el tipo de producto y la dosis de aplicación. Los resultados mostraron efecto tanto del tipo de producto como de la dosis aplicada en cada una de las variables evaluadas. los mayores valores fueron alcanzados cuando se usó Alg[^]TeqWP en la dosis de 0,48 g/L, con las que se observó mayor altura de planta, mayor número de flores y tanto el tamaño y peso de fruto, seguido de los resultados observados con el uso de SumakCrop. Con base en los resultados positivos obtenidos en la presente investigación, se sugiere la inclusión de los fertilizantes orgánicos Alg[^]TeqWP y SumakCrop en los programas de fertilización de plantas de fresa, sin embargo, se recomienda realizar un estudio económico para evaluar la factibilidad de uso.

Palabras clave: fertilizantes orgánicos, algas biofertilizantes, producción, fresa, Ecuador

ABSTRACT

Strawberry is an important crop in the Ecuadorian economy; however, several factors have been pointed out as causing losses in strawberry production, mainly related to the cultivation system, including fertilization management. The use of fertilizers in crops can generate contamination of water and soil, so it is necessary to evaluate alternative sources to provide nutrients to crops and ensure optimal levels of production. Thus, in this study the effect of three organic fertilizers (Algatec, Alg[^]TeqWP and SumakCrop) on the production of strawberry (*Fragaria x ananassa*) was evaluated. Each of the organic fertilizers was used in three doses (0.32, 0.40 and 0.48 g / L) to determine its effect on the height of plants, number of flowers, size (width and length) of the fruit and the weight of the fruit. The study was conducted in a completely randomized block experimental design with a factorial arrangement of 3 x 2 + 1, the factors being the type and doses of the product. The results showed an effect of both the type of product and the dose applied in each of the variables evaluated. The highest values were reached when Alg[^]TeqWP was used at a dose of 0.48 g/L, with which higher plant height, number of flowers and both fruit size and weight were observed, followed by the values observed with the use of SumakCrop. Based on the positive results obtained in the present investigation, the inclusion of the organic fertilizers Alg[^]TeqWP and SumakCrop in the fertilization programs of strawberry plants is suggested, however, it is recommended to carry out an economic study to evaluate the feasibility of use.

Keywords: organic fertilizers, biofertilizer algae, production, strawberry, Ecuador

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) constituye uno de los frutos de mejor sabor y más consumidos en todo el mundo. Su popularidad es atribuida principalmente a sus excelentes propiedades organolépticas (Beltrán y Ramos, 2010). Se ha señalado que los compuestos bioactivos presentes en estas bayas tienen un efecto positivo en la salud humana, principalmente por sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antiinflamatorias (Nile y Park, 2014). Entre los compuestos bioactivos presentes en la fresa destacan los polifenoles que están presentes desde la etapa inicial del desarrollo del fruto, siendo los derivados de la pelargonidina los que contribuyen principalmente a la capacidad antioxidante de esta fruta (Andrianjaka-Camps et al., 2017).

El cultivo de fresa se mantiene en constante aumento en todo el mundo debido a las continuas mejoras en sus variedades (Mezzetti et al., 2018). En el año 2019, la producción mundial de fresa fue de 8.885.028 toneladas, siendo China el mayor productor (3.221.557 ton), seguido de EEUU (1.021.490 ton) y México (861.337 ton) (FAO, 2021). En ese mismo año, la producción de fresa en América del Sur estuvo en 312.766 toneladas, destacando Brasil como el mayor productor con 165.440 toneladas (FAO, 2021).

Ecuador destaca como país exportador de frutas, registrando exportaciones de unas 20 frutas, entre las que destaca el banano como el principal fruto de exportación (CORPEI, 2019). Para el caso de la fresa, este producto alcanza la producción de 787 toneladas en el 2019, siendo baja cuando se compara con el resto de países de Sudamérica (FAO, 2021). El cultivo de fresa en Ecuador se siembra en zonas ubicadas entre los 1.300 y 2.600 msnm, registrándose la mayor producción en las provincias de Pichincha y Tungurahua, con 400 y 240 hectáreas de cultivo, respectivamente (Vaca, 2019).

Entre los principales factores que afectan la producción del cultivo de fresas destacan la temperatura y la luz. El rendimiento y la calidad del fruto pueden verse afectados por el sombreado diurno y también por la calefacción nocturna (Tang et al., 2020). Otro factor importante para la producción de fresas es la fertilización, la cual se implementa tradicionalmente con el uso de fertilizantes minerales. Sin embargo, una alternativa recomendable es combinarla con la aplicación de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes, los cuales proveen al suelo de los nutrientes esenciales para el crecimiento, productividad y calidad de la planta de fresa (Khalil y Agah, 2017)

Se ha señalado que la nutrición en el cultivo de fresa representa un elemento clave para mejorar el rendimiento y calidad de frutos, debido a que estas plantas son sensibles a los cambios iónicos de las soluciones nutritivas y al contenido de nutrientes en suelo y sustrato, de modo que es importante considerar el proceso de fertilización, revisando los productos utilizados y las concentraciones aplicadas (Aguilar Tlatelpa et al., 2019). Con la aplicación de nutrientes orgánicos se enriquece la flora microbiana del suelo, y la concentración en hojas, lo que favorece la productividad del cultivo a largo plazo, con una producción sostenible de frutas (Yadav et al., 2016).

Con base en lo expuesto, en la presente investigación se propone evaluar el efecto de tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), señalando el producto más eficiente y la dosis adecuada para mejorar la producción del cultivo.

1.1. Antecedentes Investigativos

El efecto de la fertilización química, orgánica y bio-fertilización sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas de *Fragaria × ananassa* Duch fue evaluado por (Khalil y Agah, 2017), quienes aplicaron varias combinaciones de fertilizantes, registrando los parámetros número de hojas, coronas, área foliar, contenido foliar de clorofila, número y peso de frutos y niveles de antocianinas y rendimiento vegetal. Entre sus resultados, estos autores señalaron que el mejor tratamiento fue la combinación de minerales, bio-fertilizante y fertilizante orgánico, los cuales proporcionaron los mayores valores de

NPK, además de aumentar significativamente el área foliar, el número de hojas, número de frutos y producción total de la planta.

Por su parte, Yadav *et al.* (2016) compararon la respuesta del cultivo de fresas a la fertilización orgánica e inorgánica aplicada antes de la floración. Para ello, diseñaron un experimento con 13 tratamientos en los que se incluía la aplicación de fertilizantes químicos inorgánicos, el uso de estiércol, vermicompost y la inoculación con *Azobacter*. Los autores cuantificaron las propiedades físico-químicas del suelo, el rendimiento de frutos, los atributos de calidad y el contenido de nutrientes de las hojas y entre sus resultados indicaron que la mayor cantidad de nitrógeno y fósforo disponible en el suelo se obtuvo con el uso de vermicompost y nitrógeno inorgánico, mientras que con la combinación de vermicompost, nitrógeno inorgánico y la inoculación de *Azobacter* se obtuvo el máximo rendimiento de frutos (10.199 Kg ha⁻¹), la mayor cantidad de sólidos solubles en las bayas (12,2°Brix) y el más alto contenido de nitrógeno en las hojas (2,99%).

Mena *et al.* (2017) consideraron el impacto del abonamiento en el rendimiento y calidad de fresa cv. Selva. Para ello, estos investigadores utilizaron fertilización química (formulación 200N, 60 K₂O y 60 P₂O₃) y orgánica (100 L de Humega, 12 L de Bioflora Phos y 60 L de Bioflora Potash), en tres niveles de aplicación (0, 50 y 100%). En los resultados de este experimento se señala que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a los parámetros de calidad física y química del fruto; sin embargo, sobre el rendimiento de frutos, el tratamiento compuesto por el 50% de fertilización química y 50% orgánica obtuvo el mejor rendimiento acumulado de frutos (17114,63 Kg ha⁻¹). Los autores concluyen que el uso racional y equilibrado de abonos químicos y orgánicos en fresa impacta positivamente en el cultivo y permite considerar la opción de sustituir progresivamente los fertilizantes químicos por productos orgánicos en este cultivo.

De manera similar, Romero-Romano *et al.* (2012) consideran que una combinación de abonos orgánicos y fertilizantes minerales puede propiciar la reducción en el uso de

agroquímicos y beneficiar al ambiente. Por ello, evaluaron el efecto de la fertilización orgánica y orgánica-mineral en el cultivo de fresa, cv. Festival, en condiciones de invernadero, utilizando una formulación comercial (N- P₂O₃ -K₂O), nutriente orgánico comercial (elaborado con ácidos fúlvicos), regulador de crecimiento comercial (compuesto de extractos vegetales, fitohormonas y microelementos) y vermicomposta de estiércol de vacuno. Entre sus resultados, los autores señalaron que no se encontraron diferencias significativas en el número de frutos semanales, por período y frutos totales, pero se notó la tendencia a valores más altos con el tratamiento orgánico-mineral. Esto, de acuerdo con los investigadores, puede ser debido a que el fertilizante mineral complementa el nitrógeno que se requiere luego de agotarse el disponible y asimilable presente en la vermicomposta.

Sas et al. (2009) también compararon el efecto de la fertilización química y la orgánica, utilizando para ello plantas de fresa, cv. Elsanta, con una formulación estándar NPK y un fertilizante orgánico obtenido a partir de extractos de plantas (BF basis). Entre los resultados se destacó que no se evidenciaron diferencias por efecto de los tratamientos en cuanto a la producción de biomasa en los brotes, pero ésta fue un 50% más alta en comparación al tratamiento control, lo que se debió al aumento del área foliar y no al número de hojas por planta, el cual fue similar en los tratamientos de fertilización y en el testigo. Adicionalmente, los autores señalaron que la longitud total de la raíz fue similar con el uso de fertilizantes, pero aproximadamente el doble del valor obtenido para las plantas sin tratamiento. De acuerdo con estos autores, la aplicación de fertilizante orgánico extraído de plantas permitió el crecimiento de las plantas de fresa similar al obtenido con la fertilización química.

Vaca (2019) evaluó el efecto de tres dosis de calcio (10, 20 y 30%), obtenido a partir de cáscara de huevo de gallina en el cultivo de fresa. Las variables consideradas en este estudio fueron análisis foliar, análisis del pecíolo, dureza y longitud de la hoja y dureza del fruto. Entre los resultados de esta investigación se señaló que con la concentración de 20% se obtuvo la mayor absorción de calcio en las hojas (62,33% a las 144 horas) y en el pecíolo (36,33% a las 48 horas), así como también la mayor dureza en la hoja (1,41

Kg/cm²) y en el fruto (2,37 Kg/cm²). Con respecto a la longitud de la hoja, el autor no encontró diferencias significativas.

García (2019) en su experimento en el cultivo de fresa, variedad 'El Dorado', en invernadero, evaluó la nutrición orgánica y química al suelo, probando una fórmula comercial 18-9-18 (4 gramos/planta/mes) y lixiviado de lombriz (12 mililitros por planta/7 y 14 días). En los resultados se destaca que no hubo diferencias entre los tratamientos en cuanto al número de hojas, flores, frutos verdes, estolones y frutos maduros; tampoco se encontraron diferencias en el número de flores, número de frutos verdes, número de estolones y número y peso de frutos maduros. Los autores concluyen que la aplicación de lixiviados constituye una alternativa para el rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de fresa.

Avetisyan et al. (2021) evaluaron el efecto de la aplicación de un fertilizante orgánico (Bioklad) en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de fresa, variedad 'Sonata', utilizando tres diluciones del concentrado del fertilizante (1:400, 1:200 y 1:100). Estos autores encontraron que a la dilución más baja del producto se obtuvo el mayor contenido de nitrógeno en las plantas cultivadas, presentándose también el menor contenido fenólico.

(Sarmiento et al., 2019) determinaron el efecto de bocashi y microorganismos eficaces (ME) en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Selva, evaluando 6 tratamientos que fueron aplicados antes del trasplante y 45 días después del trasplante, utilizando el 50% de la dosis total en cada caso. Para el bocashi se utilizó estiércol de vacuno, carbón, afrecho, cascarilla de arroz, tierra de chacra, roca fosfórica, levadura, melaza y ceniza de madera, mientras que los ME fueron activados con una mezcla de agua y melaza. En esta investigación se encontró que el mejor tratamiento fue el de 8 t.ha⁻¹ de bocashi y 1 l.t⁻¹ de ME, con el cual se obtuvieron los mayores valores en las variables número de frutos (8,6), peso de frutos (26,4 gr) y rendimiento total (6,942 t.ha⁻¹), lo que se atribuye a la adición de los ME que facilitaron la descomposición del bocashi, lo que favoreció la liberación de los nutrientes necesarios para el cultivo.

Yandún (2019) utilizó abonos orgánicos (compost y bocashi) y un producto químico (nitrato de amonio) para la fertilización en el cultivo de fresa, variedades Albión y Monterrey, en dos tipos de acolchado (plástico y cascarilla de arroz). En el experimento se evaluaron las variables altura y dosel de la planta, longitud, pH y sólidos solubles en el fruto. Entre los resultados de este estudio se señala que el mayor peso de los frutos (34,028 gr) se obtuvo con el acolchado plástico y la fertilización con bocashi. En cuanto al rendimiento por cosecha, los mejores valores se obtuvieron para la variedad Albión cuando se fertilizó con bocashi. En la conclusión de esta investigación, el autor destaca el bocashi como un fertilizante orgánico con el que se puede obtener la mejor producción.

Castellanos et al. (2020) en su estudio sobre la evaluación de alternativas orgánicas para el control de enfermedades y para la carencia de fósforo en el cultivo de fresa, utilizaron biopreparados como Caldo Rizósfera y ME que incluyeron vinagre, roca fosfórica, melaza, ceniza, raíces de algunas plantas y etanol entre sus ingredientes. Específicamente para el caso de fertilización con ME y caldo Rizósfera, los resultados mostraron una disminución de los porcentajes de plantas de fresa con síntomas de carencia de fósforo al ser comparadas con el testigo y con la aplicación foliar del fertilizante con P_2O_5 . Estos resultados permitieron señalar que los biopreparados pueden ser útiles en la nutrición del cultivo de fresa, con la intención de obtener producciones con menos residuos químicos que ponen en riesgo la salud de los consumidores.

De acuerdo con Álvarez (2018), la inoculación de microorganismos benéficos constituye una alternativa para la fertilización en el cultivo de fresa. Este autor evaluó el efecto de microorganismos obtenidos en muestras vegetales provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay, Ecuador en el desarrollo de este cultivo. Entre los resultados se destacó que los distintos efectos en el suelo y en el desarrollo de las plantas de fresa dependieron de la procedencia de los microorganismos; se benefició el crecimiento radicular e incrementó la longitud y diámetro de plantas con la inoculación del 2,5% de concentración del consorcio microbiano obtenido de plantas de café (*Coffea arabica*

L.), mientras que el incremento en el número de hojas se obtuvo con el inoculado al 2,5% de concentración del consorcio obtenido de plantas de menta (*Mentha piperita*).

Llumiquina (2017) evaluó el efecto de la fertilización mineral y órgano-mineral mediante fertirriego en el cultivo de fresa, variedad Albión, con los parámetros número de flores y frutos y rendimiento del cultivo. Entre sus resultados se señaló que el mejor tratamiento fue el fertirriego órgano-mineral, con el cual se obtuvo incremento en el número de flores (1,48) y frutos (6,88). Además, con este tratamiento se acortaron los días a la floración (9,5) y fructificación (27). En cuanto al rendimiento del cultivo, con el fertirriego órgano-mineral se obtuvo mayor peso de frutos (56,62 g) y el rendimiento se incrementó (3,92 t.ha⁻¹).

Al-Shatri et al. (2020) aplicó algas (Alga 600) con el sistema de fertirrigación en el cultivo de fresa, variedad Albión, en cuatro concentraciones (0, 2, 4 y 8 g.L⁻¹) para evaluar el efecto en el crecimiento, floración, rendimiento y atributos de calidad de la fresa. En los resultados se señala la detección de diferencias significativas en el número de coronas de las plantas tratadas y el aumento de las aplicaciones de algas produjo el incremento en el número de flores por planta de 16,55 – 21,77 unidades/planta. Similarmente, la calidad de la fruta aumentó con el incremento de la concentración del extracto de algas. El número de frutos también aumentó con la aplicación de algas (17,7 unidades/planta), con un rendimiento superior (295,03 g) en comparación con el control (191,7 g) Los autores concluyen esta investigación señalando que la dosis de Alga 600 de 4 g.L⁻¹ es más efectiva que 2 g.L⁻¹, con los mejores resultados en número de coronas, número de flores y número de frutos y la dosis de 8 g.L⁻¹ tuvo la mayor efectividad en incrementar el crecimiento vegetativo, las propiedades de la floración y el rendimiento.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Evaluar tres fertilizantes orgánicos para mejorar la producción de fresa (*Fragaria x ananassa*).

Objetivos específicos:

- Identificar el mejor fertilizante orgánico para el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*).
- Determinar la dosis adecuada de fertilizante orgánico para mejorar la producción del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa*).

1.3. Categorías fundamentales

1.3.1. El cultivo de la fresa

a. *Taxonomía y Morfología de las plantas de fresa*

La fresa, género *Fragaria* L., pertenece a la familia Rosaceae, subfamilia Rosoideae (Potter et al., 2007). Sus especies son de importancia económica en casi todo el mundo (Hummer et al., 2011). El género *Fragaria* comprende cerca de 20 especies, en las cuales se encuentran miembros diploides, tetraploides, hexaploides y octoploides; once de las especies diploides están confinadas a Eurasia y sólo una de ellas, *F. vesca* L., está distribuida en el norte de Eurasia, en Norteamérica y Suramérica, mientras que dos especies octoploides están presentes en América (Staudt, 1999). También se ha destacado la capacidad de crecimiento clonal en las especies de *Fragaria*, aspecto que puede ser importante para facilitar la supervivencia y establecimiento de nuevos poliploides en el género *Fragaria* (Liston et al., 2014).

Las especies *F. x ananassa* y *F. vesca* han sido señaladas con importancia económica dentro de Rosoideae (Sobczyk, 2018). La subfamilia Rosoideae es tradicionalmente identificada por la inclusión de miembros con frutos indehiscentes (aquenios) y números de cromosomas de 7, 8 y 9 (Potter et al., 2000).

La fruta híbrida comercial, *Fragaria x ananassa* Duchesne ex Rozier nothosubsp. *ananassa*, es cultivada desde el ártico hasta los trópicos (Hummer et al., 2011). Esta especie posee un genoma alooctoploide genéticamente complejo y su origen se ha documentado como el cruce de dos especies americanas octoploides, la especie sudamericana *Fragaria chiloensis* (L) Miller y la norteamericana *Fragaria virginiana* Miller, sin embargo el origen de las especies parentales sigue sin resolverse (Sargent et al., 2015).

En cuanto a la morfología de las plantas de fresa, (Staudt, 1999) señaló que se trata de una planta herbácea, perenne, acaule, cuya raíz primaria muere dando paso a raíces adventicias, lo cual es seguido del crecimiento de hojas simples que dependiendo de la especie puede ser compuestas; los estolones son formados como brotes de las axilas de las hojas, el brote principal es llamado corona y representa un simpodio y completa su crecimiento con el desarrollo de una inflorescencia con una flor terminal y la inflorescencia es un dicasio compuesto.

El brote primario en *F. vesca* termina en una sola flor que da lugar al primer fruto y soportando la flor primaria están dos brotes secundarios en lados opuestos del pedúnculo que terminan en flores secundarias apicales, las cuales pueden ser de tres a cinco estados más tempranos que la flor primaria (Hollender et al., 2012). Las flores pueden ser bisexuales o unisexuales en las especies de *Fragaria*; el perianto y androceo son generalmente pentámeros; el hipanto tiene brácteas acuminadas frecuentemente llamadas cáliz externo; los sépalos son lanceolados o acuminados, usualmente más largos que las brácteas; los pétalos son orbiculares u ovales y usualmente son cinco (Staudt, 1999).

La fresa es una fruta accesoria agregada, sus frutos botánicos son aquenios secos incrustados en un receptáculo carnoso, combinación morfológica presente en todas las especies de *Fragaria* (Liston et al., 2014). En *F. vesca* más de 200 aquenios salen a la superficie del receptáculo, constituyendo cada uno un ovario fusionado con una semilla en el interior; el éxito de la reproducción y dispersión de semillas dependerá de un proceso en espacio y tiempo de desarrollo entre el aquenio portador de semillas y el receptáculo de soporte (Kang et al., 2013).

De acuerdo con Hollender et al. (2012), el desarrollo del fruto en *F. vesca* se divide en cinco etapas que incluyen cambios de desarrollo, morfológicos, fisiológicos y hormonales. La primera etapa marca la apertura de las flores, en la segunda etapa (2-4 días después de la síntesis) comienza la fertilización y se inician los signos de senescencia, pérdida de pétalos y se agranda el ovario; la tercera etapa señala la pérdida completa de anteras y un embrión en forma de corazón se desarrolla en cada semilla; los embriones tienen forma de bastón en la etapa cuatro y en la quinta etapa se da la maduración de los embriones y aquenios.

b. *Origen y producción del cultivo*

Los primeros registros de cultivo datan del siglo XIV, cuando las especies de fresa *F. vesca* y *F. moschata* se registraron en jardines de Europa occidental (Staudt, 1999). A mediados del siglo XVIII, las fresas de frutos pequeños fueron reemplazadas como plantas cultivadas por las fresas de jardín de frutos grandes (*Fragaria x ananassa* Duchesne), con la cual se inició el cultivo de fresas octoploides y la industria de fresas se incrementó (Staudt, 1999). La especie cultivada *F. x ananassa*, a pesar de derivarse de la hibridación de dos especies silvestres, es una planta hermafrodita autocompatible (Liston et al., 2014).

El origen de la especie *F. chiloensis* en Chile no ha sido completamente determinado, se presume que aves migratorias pudieron transportar semillas desde la costa de América del Norte hasta América Sur y una vez que la especie se estableció en la costa chilena se trasladó tierra adentro (Finn et al., 2013). La especie *F. virginiana* tiene una amplia

distribución en América del Norte, desde el sur de California (EEUU) hasta el sur de Columbia Británica (Canadá), desde Colorado (EEUU) hasta la costa del Pacífico (Salamone et al., 2013).

Las especies *F. chiloensis* y *F. virginiana* presentan dimorfismo de género y dimorfismo sexual en caracteres secundarios, la primera es dioica (machos y hembras), mientras que la segunda es subdioica (machos, hembras y hermafroditas (Govindarajulu et al., 2013). En *F. virginiana* el pronunciado dimorfismo sexual se manifiesta en la longitud de los pétalos, la longitud del estambre, la producción de néctar y polen, lo que se asocia con visitas diferenciales en sexo por parte de hormigas, abejas y moscas (Ashman, 2000).

Las especies de *Fragaria* se encuentran en una amplia gama de hábitats y elevaciones (desde dunas de arena a nivel del mar hasta prados húmedos y productivos y cumbres de montañas altas y secas), su variada distribución y abundancia impulsan la diversificación interespecífica y la labilidad de sus nichos bioclimáticos puede hacer que el rango de distribución continúe expandiéndose (Johnson et al., 2014). La amplitud ecológica en las especies de *Fragaria* constituye un fuerte potencial de variación genética para la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades y para rasgos asociados con el rendimiento (Liston et al., 2014).

Desde la primera década de 1800, los programas de mejoramiento produjeron avances en rendimientos y calidad de la fresa, los nuevos genotipos norteamericanos y europeos obtenidos en los siglos XIX y XX se cultivaron en todo el mundo y algunos fueron reemplazados posteriormente por otros con mejoras en las características agronómicas, lo que provocó pérdida de algunos caracteres importantes para el desarrollo de nuevos cultivares con mayor calidad de fruta y valor nutricional (Mezzetti et al., 2018). Las colecciones de germoplasma de fresa contribuyen al mantenimiento de genotipos para programas de mejoramiento. El germoplasma de fresa se conserva en diferentes instituciones en el mundo, destacando las colecciones de Europa, Estados Unidos y China (Mezzetti et al., 2018).

El cultivo de fresas se siembra en todos los continentes del mundo. En el año 2019, Asia fue el continente con mayor producción (4.173.084 ton), seguido de América (2.242.722 ton), Europa (1.747.403 ton) y África (649.213 ton), mientras que la menor producción se ubicó en Oceanía (72.606 ton) (FAO, 2021). En ese mismo año, China destacó como el país con la mayor producción de fresas en el mundo, sin embargo en cuanto a la productividad de este cultivo, el país con el mejor rendimiento fue Estados Unidos de América con 563.425 hg/ha (FAO, 2021).

Para el caso de Ecuador, la producción de fresa en 2019 representó el 2,5% de la producción en América del Sur (312.766 toneladas), cosechándose 51 hectáreas, con rendimientos de cultivo de 154.314 hg/ha (FAO, 2021). Las pérdidas en la producción de fresa en Ecuador han sido atribuidas a varios factores, principalmente al sistema de cultivo, el cual se realiza generalmente a campo abierto, que lo hace susceptible al ataque de factores bióticos y a la influencia de factores abióticos (Abad-Abad et al., 2020).

c. Factores que afectan la productividad del cultivo

El crecimiento de las plantas de fresa puede estar afectado por las condiciones de luz y temperatura, de allí que una altitud adecuada para su producción está entre 1300-1200 m (Sánchez-Pineda y Ramirez-Torres, 2017). La combinación de los elementos temperatura, luz y fotoperíodo ejerce la mayor influencia en los rendimientos del cultivo (Condori et al., 2017).

Existen distintas variedades de fresa y comercialmente se clasifican en grupos de día corto (DC), día neutro (DN) y día largo (DL), de acuerdo a las horas luz, dependiendo de si la variación es mayor o menor a ocho horas diarias; así, las plantas de DC y DL responden al fotoperíodo y requieren días de duración menor (DC) o mayor (DL) de 14 horas de luz para el desarrollo de yemas florales, mientras que las plantas de DN no responden al fotoperíodo y requieren temperaturas en el suelo mayores a 12°C para el desarrollo de las yemas florales (Ávila, 2015).

La temperatura adecuada promueve el crecimiento de las plantas y mejora la calidad de los frutos de fresa (Tang et al., 2020). Se ha señalado que los niveles de azúcar y acidez de los frutos están asociados con días cálidos y noches frías que ocurren entre la floración y fructificación (Osatuke & Pritts, 2021), las temperaturas más cálidas pueden reducir el período de desarrollo de los frutos (Chandler et al., 2004) y temperaturas muy altas (30°C/25°C día/noche) pueden ocasionar la reducción de la floración (Ballington et al., 2008).

La calidad de los frutos de fresa también puede verse afectada por la radiación UV. La intensidad de la radiación UV puede afectar el pH y el contenido de azúcar en los frutos de fresa, sobre todo en variedades sembradas en altitudes bajas, en las que los frutos pueden tener mayor contenido de derivados de ácido benzoico; adicionalmente, el contenido de fenilpropanoides se ha correlacionado significativamente con la radiación UV y la duración de la insolación (Palmieri et al., 2017).

Entre los sistemas de producción utilizados para el cultivo de fresa destacan las siembras bajo protección y a campo abierto. Con respecto al sistema a campo abierto, este puede resultar susceptible a factores bióticos como plagas y enfermedades, además de las altas precipitaciones, vientos y heladas (Sánchez-Pineda y Ramírez-Torres, 2017). En sistemas tecnificados se cuenta con la siembra en macrotúneles, lo que resulta beneficioso en la reducción de la generación de lixiviados que provienen de los fertilizantes y en el control del incremento de la temperatura (Sánchez-Pineda y Ramírez-Torres, 2017).

El sistema de túneles puede prolongar el período de producción de fresa, pues favorece el mantenimiento de condiciones más cálidas, lo que permite obtener mayores rendimientos acumulados en comparación con el sistema abierto (Condori et al., 2017). Las fresas cultivadas bajo túneles de plástico pueden usar más eficientemente la luz atenuada debajo del túnel, respondiendo mejor a la luz diaria que las plantas a campo abierto y producir altos rendimientos (Condori et al., 2017).

En un estudio realizado en Ecuador, Abad-Abad et al. (2020) compararon los sistemas de producción a campo abierto y bajo cubierta y no encontraron diferencias significativas en las variables fisiológicas evaluadas. Sin embargo, estos autores indicaron que se obtuvo el mayor peso de frutos con el sistema de macrotúneles, lo que se refleja en la mayor producción neta final por hectárea, la cual fue superior a la obtenida a campo abierto.

El sistema hidropónico vertical también es utilizado en el cultivo de fresa. Al respecto, Dias (2017) menciona que entre sus ventajas están la facilidad de concentrar mayor cantidad de plantas por unidad de área, la obtención de frutos más uniformes, la menor incidencia de enfermedades y el uso eficiente del agua y de fertilizantes. Cazco et al. (2017) señalan que con este sistema en fresa se pueden obtener óptimos resultados en emergencia de plantas, incluso mayores en comparación con el sistema suelo, esto debido a que en la hidroponía se utilizan sustratos limpios e inertes que promueven el rápido desarrollo de las raíces del cultivo.

De acuerdo con Guerrero (2018), la producción de fresa en Ecuador también puede verse afectada por enfermedades que causan daños importantes en las plantaciones, destacando microorganismos que dañan las raíces y afectan la absorción de agua y nutrientes (*Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., *Colletotrichum gloesporioides*, *Verticillium dahliae* y los que afectan la parte aérea, provocando daños en hojas, flores y frutos como manchas, clorosis, marchitez y necrosis en las hojas, o muerte de la planta (*Botrytis cinérea*, *Oidium fragariae*, *Mycosphaerella fragariae*, *Phytophthora fragariae*).

En cuanto al ataque de plagas, el ácaro *Tetranychus urticae* Koch, conocido vulgarmente como araña roja es considerado la plaga más importante en el cultivo de fresa, afectando la calidad y producción de este cultivo en Ecuador (Amán, 2020). Esta plaga se puede encontrar en todas las etapas fisiológicas del cultivo, pero su daño más visible es ocasionado en época de sequía (Toapanta, 2020).

Otro factor importante en la producción del cultivo de fresa es la nutrición. Esta práctica agronómica garantiza el aporte de reguladores o elementos minerales para el incremento de la calidad y cantidad de los frutos (Jamali et al., 2013). El diagnóstico de nutrientes es necesario para los programas de fertilización en el cultivo, así como también las fuentes de nutrientes a utilizar, la época oportuna y las concentraciones aplicadas, todos constituyen elementos importantes para el logro de óptimos rendimientos (Aguilar Tlatelpa et al., 2019).

1.3.2. La nutrición de las plantas

a. Principales nutrientes y sus funciones en las plantas

El cultivo de fresa es de rápido crecimiento y está muy influenciado por la fertilización (Dodocioiu y Matei, 2015). Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) son los nutrientes minerales principales (Wu et al., 2020). Estos nutrientes, junto al Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Boro (B) tienen influencia en la calidad del fruto (composición química), mientras que el Calcio (Ca) le otorga dureza al fruto (Nestby et al., 2004).

Las plantas de fresa requieren altos contenidos de N y P para la fotosíntesis y rápido crecimiento; el N es el elemento más limitante para el desarrollo, mientras que el P es importante para la propagación, vigor y salud de las plantas, por lo que su presencia en óptimas cantidades garantiza el rendimiento y calidad del cultivo (Li et al., 2010).

La aplicación de N puede inducir la formación de mayor cantidad de hojas, con el correspondiente incremento del área foliar, pero el exceso de este elemento también puede asociarse con la deformación y pudrición de frutos; tasas crecientes de N aumentan las concentraciones de alfa-aminoácidos en el fruto y tienden a elevar las concentraciones de polifenoles, reduciendo las de ácido ascórbico (Nestby et al., 2004).

También se ha relacionado la deficiencia de N con el desarrollo del color y concentración de antocianinas en los frutos de fresa; en frutos deficientes de N el color

rojo se desarrolla más rápido y la concentración de antocianinas puede incrementarse (Yoshida et al., 2002).

La deficiencia de P puede provocar retraso en el desarrollo de ramas laterales, reducción del alargamiento de tallos y disminuir la capacidad de la planta para resistir eventos extremos como frío, sequía y los factores estresantes ocasionados por una enfermedad (Choi et al., 2013). En el caso de las plantas de fresa cuando se presencia deficiencia de este elemento, las hojas intensifican su tonalidad verdosa (Medeiros et al., 2015).

Se ha planteado que el aumento del N y K en las soluciones de nutrientes produce mayores valores de materia seca de estos elementos en la fresa, pero también puede aumentar la severidad de enfermedades como la antracnosis, y para disminuirla se sugiere no exceder las dosis de nitrógeno y potasio, de 15 y 10 unidades, respectivamente (Nam et al., 2006).

Elementos como Mg, Zn y B también son importantes en el cultivo de fresa. El Mg aumenta la intensidad del color verde en las hojas y contribuye a aumentar el rendimiento (mayor actividad fotosintética de las hojas), el Zn mejora el vigor y el enraizamiento de las plantas y el B aumenta el calibre de frutos y mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada (Hirzel y Morales, 2017).

b. *Fertilización en el cultivo de fresa*

La práctica de fertilización en los cultivos puede representar un proceso complejo, toda vez que dosis altas de fertilizantes pueden generar contaminación del agua y suelo, además de alteraciones fisiológicas en las plantas, mientras que con dosis bajas se puede disminuir la producción de los cultivos. Con base en ello, resulta necesario considerar un plan de fertilización adecuado a las necesidades del cultivo, contemplando los análisis foliar y de suelos, así como los requerimientos nutritivos del cultivo (ITSC, 2018).

Ávila (2015) señala que la planificación de la fertilización en el cultivo de fresa también depende de la variedad de la planta y de los análisis fisicoquímicos del agua de riego y

del suelo; como la fertilización también puede aportarse por medio del sistema de riego, se requerirá del conocimiento de la tasa de absorción de nutrientes del cultivo de acuerdo con el estado de desarrollo. Con la técnica de fertirrigación se pretende aprovechar la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego en los cultivos, lo que es importante en sistemas de riego por goteo, aunque también puede utilizarse en sistemas de riego por aspersión (Flores, 2018).

Para evaluar la eficiencia de la fertirrigación en el cultivo de fresa, (Molina et al., 2015) compararon la solución nutritiva que entraba al sistema suelo-planta con la que quedaba en el suelo y la sobrante en el drenaje. Estos autores señalaron que la mayor concentración de nutrientes (NO_3 , Cl, Ca y Mg) se obtuvo en el tratamiento con mayor volumen de riego, sin embargo, con el mayor volumen de agua también se presentó el mayor drenaje de NO_3 , PO_4H_2 y K.

El conocimiento de los requerimientos nutricionales del cultivo es un aspecto crucial para el programa de fertilización. En tal sentido, Hirzel y Morales (2017) señalan los requerimientos nutricionales adecuados para el cultivo de fresa (Tabla 1).

También es necesario conocer las fuentes de nutrientes y el sistema de siembra para los correspondientes ajustes del plan de fertilización en el cultivo de fresa. En un sistema bajo manejo agroecológico, se incorporan las enmiendas orgánicas necesarias durante la preparación del suelo y la respuesta nutricional dependerá de los procesos biológicos que actuarán en la actividad fisiológica de la planta, por lo que se requiere más tiempo que en un cultivo convencional, en este último los fertilizantes tienen directa relación con el rendimiento y propiedades químicas del suelo y la falta o exceso de nutrientes afecta directamente la productividad del cultivo (Hirzel y Morales, 2017).

Tabla 1. Tabla de requerimientos del cultivo de la fresa

| Elemento o Variable | Unidad de medida | Nivel adecuado según textura | |
|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | | Franco arenosa a franco limo arenosa | Franco limosa a franco arcillosa |
| Materia orgánica | % | >2 | >3 |
| Nitrógeno inorgánico | mg kg ⁻¹ | 15-30 | 20-40 |
| Nitrógeno mineralizable | mg kg ⁻¹ | 20-40 | 30-50 |
| Potasio intercambiable | cmol (+) kg ⁻¹ | 0,3-0,5 | 0,4-0,6 |
| Calcio intercambiable | cmol(+) kg ⁻¹ | 6-10 | 7-12 |
| Magnesio intercambiable | cmol(+) kg ⁻¹ | 1-2 | 1,2-3 |
| Sodio intercambiable | cmol(+) kg ⁻¹ | <0,3 | <0,6 |
| Azufre | mg kg ⁻¹ | >8 | >10 |
| Hierro | mg kg ⁻¹ | 4-10 | 5-15 |
| Manganeso | mg kg ⁻¹ | 2-5 | 4-10 |
| Zinc | mg kg ⁻¹ | 0,8-1,5 | 1-2 |
| Cobre | mg kg ⁻¹ | 0,4-1 | 0,4-1 |
| Boro | mg kg ⁻¹ | 0,6-1,5 | 1-2 |

Fuente: Hirzel y Morales (2017)

1.3.3. Fertilizantes orgánicos

El uso de fertilizantes orgánicos representa una alternativa viable para reemplazar los fertilizantes químicos que impactan negativamente al ambiente (Wang et al., 2018). Los cultivos pueden absorber sólo el 30-50% del nitrógeno en formas de nitrato (NO₃) y amonio (NH₄) y cerca del 45% de fertilizantes de fósforo, por lo tanto gran parte de los componentes aplicados se pierde en el suelo y contaminan las aguas subterráneas (Móznér et al., 2012).

Los abonos orgánicos tienen importancia económica, social y ambiental, pues pueden reducir los costos de producción y asegurar productos de buena calidad con menos contaminación ambiental (Sarmiento et al., 2019). Por otra parte, los fertilizantes orgánicos pueden aumentar el carbono y nitrógeno del suelo y mejorar la fertilidad de

manera más efectiva que los abonos inorgánicos (Hu et al., 2018). Con la fertilización orgánica se mejoran las propiedades físicas (estructura, retención de agua y drenaje) y químicas (retención de nutrientes) del suelo, porque se favorece la capacidad de intercambio catiónico y la resistencia a cambios en el pH del suelo (Meseret Gezahegn, 2021).

En la fertilización orgánica, el N puede obtenerse de diversas fuentes como compost, abonos verdes, bocashi o humus (Hirzel y Morales, 2017). Para el caso del compost, si éste está bien elaborado puede contener entre 0,5 y 3% de N y para su aplicación en el cultivo de fresa se requieren volúmenes entre 6 y 20 t/ha de compost, en suelos con fertilidad media o baja, respectivamente (Hirzel y Morales, 2017). De acuerdo con (Yandún, 2019), para producir un buen compost se deben considerar factores como tamaño de las partículas, aireación, temperatura, acidez y altura de la cama.

La fertilización orgánica también puede producir mejoras en la calidad de los frutos de fresa. Al respecto, Crecente-Campo et al. (2012) compararon frutos provenientes de cultivos fertilizados orgánicamente (con estiércol de vacuno) y por método convencional. Estos autores encontraron que los frutos orgánicos presentaron mejor color y mayor cantidad de antocianinas y ácido ascórbico comparados con el cultivo convencional, lo que permitió concluir que las fresas orgánicas tienen mayor valor nutricional en términos de elementos antioxidantes.

El bocashi también se utiliza en el cultivo de fresa para aportar nutrientes esenciales. Yandún (2019), señala que su uso es importante porque además de suplir nutrientes a las plantas, activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo y mejora sus características físicas. El bocashi, en combinación con el uso de ME, puede constituir una alternativa ecológica a la demanda de nutrientes en los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes químicos (Sarmiento et al., 2019).

También se ha demostrado el potencial de los extractos de algas como fertilizantes orgánicos. Estos extractos pueden contener sustancias reguladoras y fitohormonas y se cree que pueden beneficiar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Al-Shatri et al.,

2020). Esto, junto a las ventajas de su seguridad para humanos, animales y suelos, puede favorecerle el uso como fertilizante para solventar deficiencias en la nutrición de plantas. Además el uso de algas como fertilizantes aumenta la cantidad y calidad de producción en las plantas, pues contribuye a incrementar el peso, tamaño y número de frutos (Al-Shatri et al., 2020).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La investigación fue realizada en una fase campo en la cual se evaluó el efecto de tres fertilizantes orgánicos (Algatec, Alg^Tec WP y SumakCrop) en un cultivo de fresa ya establecido.

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

El estudio fue realizado en el Barrio San Martín, Cantón Tisaleo, Provincia de Tungurahua, en la propiedad de Julio Manobanda. Esta localidad se ubica a 3.280 msnm (12° 21' 00" S y 78° 40' 00" W) y se caracteriza por temperaturas máximas y mínimas de 17 y 12 °C, con humedad relativa de 58 %.

2.2. MATERIALES E INSUMOS

2.2.1. Equipos, herramientas y materiales de campo

- Tanques de mezcla
- Vasos plásticos
- Probeta
- Calibrador
- Balanza
- Rótulos
- Bomba de mochila
- Herramientas menores (azadones, rastrillo, tijeras de podar)
- Letreros
- Lápices, esferográficos
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Computador

2.2.2. Material vegetal

Plantas de fresa cultivar Albión

2.2.3. Insumos

Fertilizantes orgánicos (Algatec, Alg^Tec WP y Sumakcrop)

Adicionalmente se usaron diferentes productos para el manejo de plagas y enfermedades, de acuerdo con la siguiente la tabla 1

Tabla 2. Lista de productos para el control de plagas y enfermedades

| Nombre comercial | Ingrediente activo | Plaga o enfermedad |
|-------------------------|--------------------------|---|
| NOVAK® 700 / NOVAK® 500 | Tiofanato Metil | |
| PREDOSTA | Propamocar | Mildiú veloso (<i>Peronospora sparsa</i>) |
| Botrizim® 50 FW | Carbendazim | |
| ANTRACOL® WP 70 | Propineb | |
| SCORE ® 250 EC | DIFENOCONAZOL | |
| ABAMECTIN 18 EC | Abamectina | |
| METAREX® | Metaldehido | |
| ENGEO | Lambdacihalotrina | |
| LORSBAN 75 WP | Chlorpyrifos | |
| Tryclan | Tryclan Hidrogen Oxalate | |

2.3. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores en estudio en el presente estudio fueron

2.3.1. Tipo de fertilizante orgánico:

Producto 1 (P1): Algatec

Producto 2 (P2): Alg[^]Tec WP

Producto 3 (P3): Sumakcrop

2.3.2. Dosis de aplicación

Dosis 1 = 0,4 g/L de agua

Dosis 2 = 0,48 g/L de agua

Dosis 3 = 0,32 g/L de agua

2.4. TRATAMIENTOS

| N° | Producto | Dosis | Símbolo |
|----|-----------------------------|--------------|---------|
| 1 | Algatec (P1) | 1 = 0,4 g/L | P1D1 |
| 2 | | 2 = 0,48 g/L | P1D2 |
| 3 | | 3 = 0,32 g/L | P1D3 |
| 4 | Alg [^] TeqWP (P2) | 1 = 0,4 g/L | P2D1 |
| 5 | | 2 = 0,48 g/L | P2D2 |
| 6 | | 3 = 0,32 g/L | P2D3 |
| 7 | SumakCrop (P3) | 1 = 0,4 g/L | P3D1 |
| 8 | | 2 = 0,48 g/L | P1D2 |
| 9 | | 3 = 0,32 g/L | P3D3 |
| 10 | Testigo | | T |

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio fue conducido bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$, donde los factores estuvieron representados por el tipo de producto (Algatec, Alg[^]Tec WP y SumakCrop) y la dosis de aplicación (Dosis 0,4; 0,48 y 0,32 g/L). En cada tratamiento fueron consideradas cinco repeticiones.

2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.6.1. Identificación y selección de plantas destinadas al proyecto

Las plantas de fresa usadas en la investigación se encuentran en la propiedad del Señor Ramiro Manobanda, las cuales tienen siete meses de establecidas. Del total de plantas en el cultivo fueron divididas en 10 parcelas experimentales, cada una representó un tratamiento. Dentro de cada parcela, fueron seleccionadas 10 plantas por tratamiento.

2.6.2. Colocación de los fertilizantes orgánicos

Cada uno de los fertilizantes fueron aplicados tanto en su dosis comercial (0,4 g/L) así como en una dosis 20% inferior (0,32 g/L) y 20% superior a la dosis comercial (0,48 g/L). Cada tipo de fertilizante con sus dosis respectivas fue aplicado inicialmente con frecuencia semanal y posteriormente fue aplicado a intervalos de 15 días durante el tiempo del ensayo.

- a) Algatec: Es un fertilizante y bioestimulante de rápida absorción y con alta eficacia que actúa en forma foliar y radicular, hecho a base de extractos de algas pardas de los géneros *Laminaria*, *Ascophyllum* y *Sargassum*. Este producto es recomendado para estimular el desarrollo de la raíz, así como el crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de frutos y además la mejorar la eficiencia en la absorción de nutrientes. Es un fertilizante orgánico rico en ácidos orgánicos, incluyendo ácidos algínicos (70 %), fulvatos (4,11%), manitol, además contiene vitaminas, enzimas y compuestos biocidas y también es fuente de nitrógeno (1,35%), fósforo (0,65%), potasio (10,04%) y otros elementos esenciales a la planta (ENLASA 2018a).

- b) Alg^{teq}WP: es un producto bioestimulante hecho a base de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum* y *Sargassum* sp.), también recomendado para conferir resistencia en la plantas a factores de estrés biótico y abiótico. Debido a su origen orgánico, este producto no contiene contaminantes y además es rico en fitohormonas, aminoácidos y carbohidratos por lo que su uso es recomendable en todo tipo de cultivos. Debido a su efecto bioestimulante, promueve el crecimiento de los cultivos puesto que interviene en el balance hormonal de las plantas, mejorando así la resistencia de la planta por efecto de los oligosacáricos aportados por *A. nodosum*. Este producto es obtenido a través de la fermentación. Entre los efectos de Alg^{tec} WP se incluye el efecto en la división celular, incremento del contenido de clorofila, potencializa la absorción y el transporte de los minerales, lo que provoca el aumento de la calidad de los frutos. Finalmente, este producto es compatible con la mayoría de los fertilizantes, pero es recomendable, sin embargo, cuando se use con pesticidas se recomienda realizar una prueba previa.
- c) SumakCrop: es un producto bioestimulante a base de algas principalmente *Ascophyllum nodosum* y *Sargassum*, con altos contenidos de materia orgánica (40%), nitrógeno total (3%), fósforo (P₂O₅): 5 %, Potasio (K₂O): 17 %, aminoácidos (5%) y ácido algínico (19%), además de altas concentraciones de polisacáridos complejos y otros componentes que activan la producción de hormonas vegetales (auxinas y citoquininas naturales) en la planta y promueve el crecimiento de las raíces de forma que incrementa la eficiencia del uso de fertilizantes (Intel-Agro, 2021).

2.6.3. Riego

Los riegos fueron aplicados cada 3 días con el fin de compensar la demanda de agua del cultivo, misma que es de entre 60 y 80 %.

2.6.4. *Deshierbe*

La eliminación de malezas fue realizada de forma manual, cada mes con el fin de evitar la competencia de luz, agua y nutrientes que se da entre las malezas y las plantas analizadas, es decir, para favorecer el efecto óptimo de los fertilizantes orgánicos utilizados.

2.7. VARIABLES RESPUESTA

El efecto de cada uno de los fertilizantes orgánicos y sus dosis fue evaluado mediante las siguientes variables:

2.7.1. *Altura de planta*

La altura de planta fue evaluada a los 30, 45 y 60 días después de la aplicación de los fertilizantes orgánicos evaluado usando un calibrador desde el cuello de la planta hasta el ápice. Para ello, fueron consideradas 10 plantas por tratamiento, de las cuales fueron descartadas dos plantas de los extremos de cada hilera para evitar el efecto de bordura.

2.7.2. *Tamaño y peso de frutos por planta*

Para la evaluación del tamaño y peso de frutos por tratamiento se seleccionaron seis plantas por tratamiento en las cuales se tomaron datos referidos al tamaño de frutos, referido como largo y ancho y además del peso del fruto.

2.7.3. *Rendimiento total*

Para la determinación del rendimiento total se hicieron cosechas cada 7 días durante 4 semanas. Para ello se contabilizó el peso total por tratamiento y posteriormente fue expresado en términos de una hectárea, expresando los resultados obtenidos en tn/ha.

Se realizó una clasificación de los frutos de acuerdo con el tamaño en las siguientes categorías:

1. Frutos extra: frutos > 50 mm
2. Frutos de primera: frutos entre 35 y 50 mm
3. Frutos de segunda: frutos entre 20 y 35 mm

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Altura de planta

Se observó efecto tanto del tipo de producto como de la dosis usada sobre la altura de plantas de fresa durante las cinco fechas de evaluación (Tabla 1, Fig. 1). En general, todos los valores de altura de planta fueron significativamente mayor con los diferentes fertilizantes orgánicos en comparación con el tratamiento testigo, sin embargo, los mayores valores fueron alcanzados cuando se usó Alg[^]TeqWP en la dosis de 0,48 g/L, con el cual se obtuvieron alturas de plantas que variaron desde 50,3 mm durante la primera evaluación hasta 91,3 mm en la última evaluación, seguidos de SumakCrop también con la dosis de 0,48 g/L. Contrariamente, con el uso de Algatec no se obtuvieron resultados satisfactorios.

En términos generales, la altura promedio de las plantas de fresa fertilizadas con Alg[^]TeqWP fue de 41,69; 55,27; 58,16; 65,11 y 69,55 mm, lo cual representó una diferencia que varió desde 7,3 hasta 16,6% con relación al Algatec, mientras que con respecto a SumaKCrop la diferencia varió desde 7,8 hasta 12,3%.

Cuando se analizó cada producto en sus diferentes dosis se observó que, por ejemplo, en el caso de Alg[^]TeqWP se demostró que la mayor altura siempre fue alcanzada con la dosis de 0,48 g/L, siendo significativamente superior a los valores observados tanto con relación a las dosis de 0,32 y 0,40 g/L en todas las evaluaciones realizadas. Este mismo comportamiento fue observado con SumakCrop usado en dosis 0,48 g/L que fue significativamente superior a las otras dos dosis evaluadas, las cuales no mostraron diferencias entre ellas. De manera similar, con relación a Algatec, aunque en general sus valores fueron menores al resto de los fertilizantes orgánicos evaluados, también se detectó efecto de la dosis del producto, siendo mayor con la dosis 0,48 g/L en comparación con las dosis 0,32 y 0,40 g/L.

Tabla 3. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre la altura de planta

| | | Tiempo de muestreo | | | | |
|-----------|----------|--------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Algatec | 0,4 g/L | 36,74±8,222cd | 40,3±9,710de | 43,9±9,711c | 50,2±10,084c | 56,9±10,167cd |
| | 0,48 g/L | 43,8±10,460b | 47,4±6,690c | 50,8±9,794c | 56,9±7,582c | 63,3±6,967bc |
| | 0,32 g/L | 35,4±6,049d | 43,7±6,562cd | 46,2±6,521c | 51,3±5,523c | 54,0±7,786de |
| | | 38,63c | 43,78c | 46,99c | 52,83c | 58,01c |
| Alg^TeqWP | 0,4 g/L | 37,1±6,970cd | 48,2±9,436c | 50,9±9,928c | 55,3±8,451c | 60,2±9,530cd |
| | 0,48 g/L | 50,3±6,936a | 69,7±8,642 ^a | 72,5±10,089a | 84,6±8,362 ^a | 91,3±9,932a |
| | 0,32 g/L | 37,7±4,929bcd | 47,9±6,488c | 50,9±5,693c | 55,4±6,864c | 57,1±6,919cd |
| | | 41,69a | 55,27 ^a | 58,16a | 65,11a | 69,55a |
| SumakCrop | 0,4 g/L | 34,7±5,832d | 42,9±7,760c | 48,2±10,419c | 52,8±10,021c | 56,1±11,597cde |
| | 0,48 g/L | 42,7±7,254bc | 59,3±6,031b | 62,7±5,963b | 66,6±6,388b | 69,9±9,779b |
| | 0,32 g/L | 37,9±4,437bcd | 44,7±5,284cd | 46,9±5,281c | 53,5±7,659c | 57,1±9,067cd |
| | | 38,43b | 48,9b | 52,63b | 57,62b | 61,01b |
| Testigo | | 25,2±3617e | 35,7±2,915e | 34,9±3,214d | 35,4±4,760d | 48,4±4,562e |

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Tukey $p < 0,01$

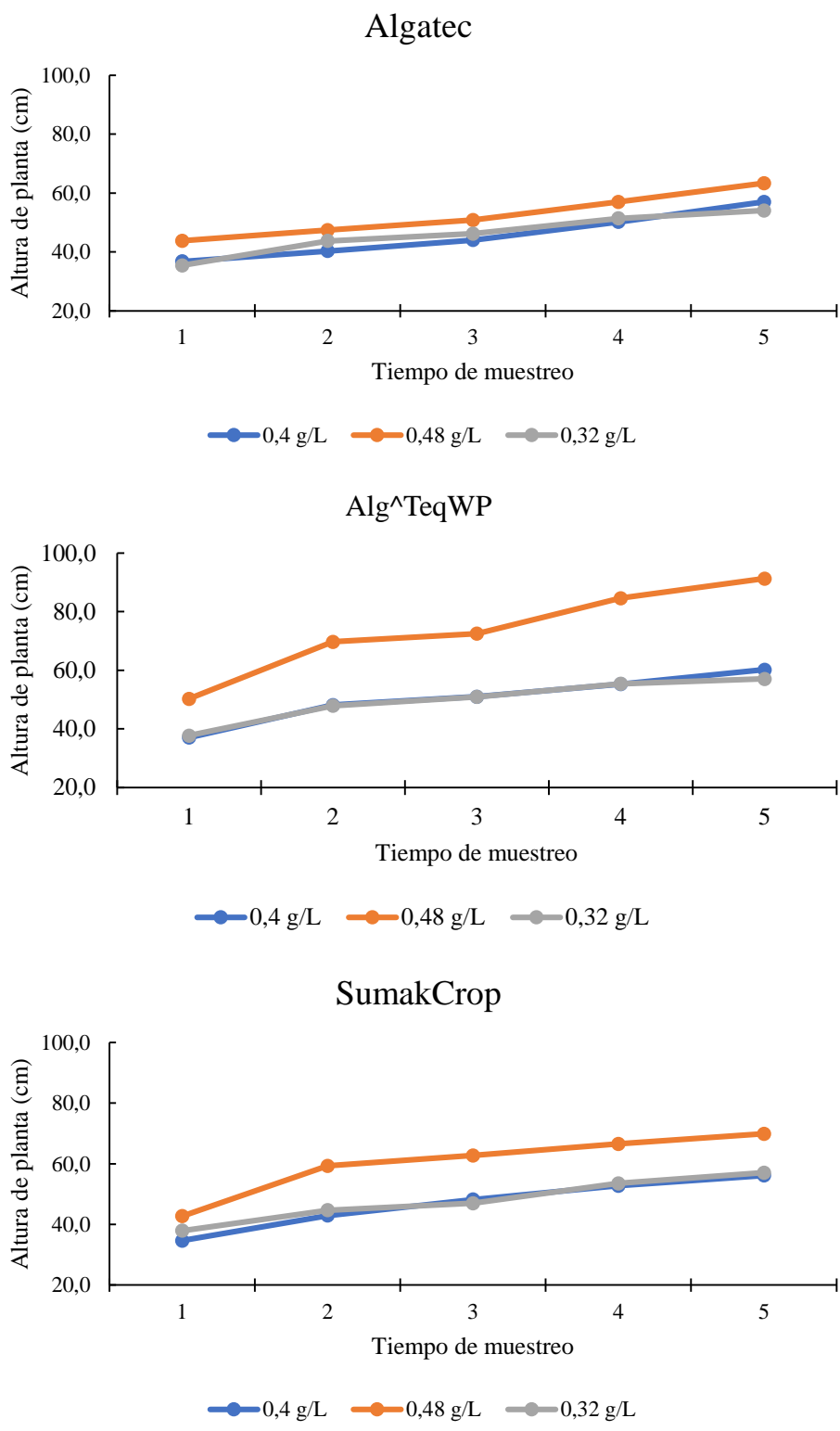


Figura 1. Variación de la altura de plantas de fresa por efecto de la aplicación de diferentes dosis de los fertilizantes orgánicas

3.2. Número de flores por planta

Con relación al número de flores por planta, aunque no se observó ningún efecto del tipos de producto durante la primera evaluación, ya a partir de la segunda evaluación se detectó efecto del tipo de fertilizante orgánico, mientras que en las tercera y cuarta evaluaciones además se observó efecto de la dosis (Tabla 4). Así se encontró que el mayor número de flores fue obtenido con el uso de Alg[^]TeqWP con el que, en promedio se obtuvieron desde 2 hasta 7 flores por planta en las distintas evaluaciones, seguido del SumakCrop donde el número de flores varió desde 2 hasta 6.

Tabla 4. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre el número de flores en plantas de fresa

| | | Tiempo de muestreo | | | |
|------------------------|----------|------------------------|-------------|---------------|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Algatec | 0,4 g/L | 1,8±0,220a | 3,6±0,218ab | 4,1±0,214bcde | 5,9±0,273 |
| | 0,48 g/L | 1,6±0,218 ^a | 3,2±0,264bc | 3,5±0,239de | 5,5±0,317 |
| | 0,32 g/L | 2,0±0,235 ^a | 3,7±0,199ab | 3,8±0,218cde | 5,8±0,345 |
| | | 1,81a | 3,49b | 3,78b | 5,73b |
| Alg [^] TeqWP | 0,4 g/L | 2,2±0,225a | 4,1±0,228ab | 4,6±0,210abc | 6,9±0,371 |
| | 0,48 g/L | 2,0±0,222a | 4,2±0,261a | 5,3±0,401a | 8,2±0,580 |
| | 0,32 g/L | 1,9±0,208a | 4,0±0,260ab | 4,3±0,227abcd | 6,1±0,325 |
| | | 2,02a | 4,12a | 4,74a | 7,05 ^a |
| SumakCrop | 0,4 g/L | 2,4±0,217a | 4,0±0,144ab | 4,1±0,157bcd | 6,1±0,293 |
| | 0,48 g/L | 1,9±0,167a | 4,1±0,205ab | 4,9±0,222a | 6,8±0,289 |
| | 0,32 g/L | 2,0±0,195a | 3,8±0,210ab | 4,2±0,215bcd | 5,5±0,243 |
| | | 2,09a | 3,98a | 4,4a | 6,12b |
| Testigo | | 1,8±0,167a | 2,3±0,09c | 3,2±0,128e | 3,8±0,167c |

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Tukey $p < 0,05$

Al analizar el efecto de cada producto sobre el número de flores se observó que los mejores resultados fueron alcanzados con el uso de Alg^{Teq}WP a la dosis de 0,48 g/L, obteniéndose hasta un máximo de 8 flores/planta al final del período de evaluación, mientras que con las dosis menores se alcanzó un máximo de 6 flores/planta. De manera similar se mostró que el mayor número de flores fue observado con la aplicación de SumakCrop en la misma dosis de 0,48 g/L, que mostró ser significativamente superior a las otras dos dosis evaluadas, mientras con Algatec el comportamiento de esta variable fue bastante inferior a Alg^{Teq}WP y SumakCrop, puesto que se obtuvo un máximo de 6 flores/planta al final del período de evaluación.

3.3. Características del fruto

Con relación a las características de los frutos de fresa se detectó efecto del tipo de producto sobre el largo del fruto, mientras que en cuanto al ancho y peso del fruto se detectó efecto tanto del tipo como la dosis del producto (Tabla 5). En cuanto al largo del fruto, este fue significativamente mayor con la aplicación de Alg^{Teq}WP y SumakCrop en sus diferentes dosis usadas, mientras que el menor valor solo fue obtenido en el tratamiento testigo. Con relación al ancho del fruto, también el mayor valor fue obtenido con Alg^{Teq}WP en la dosis 0,48 g/L, observándose frutos de 38,6 mm de ancho, mientras que, con el resto de los productos y dosis, los valores variaron desde 32,5 hasta 34,8 mm, los cuales, aunque fueron menores resultaron superiores a los valores observados con el testigo.

Finalmente, en consideración del peso del fruto, en concordancia con los resultados previos, los mayores valores de peso de fruto fueron alcanzados con Alg^{Teq}WP en la dosis 0,48 g/L, los cuales en promedio pesaron 28,8 g, seguido de los frutos obtenidos de plantas fertilizados con Sumacrop a la misma dosis (23,6). De manera contraria, el peso más bajo fue alcanzado con Algatec y SumakCrop cuando fueron usados a las dosis de 0,32 g/L, con los cuales el valor promedio fue de 18,6 g/fruto en ambos casos.

Tabla 5. Efecto del tipo de producto y de la dosis de aplicación sobre el tamaño de fruto (largo x ancho) y peso del fruto de fresa

| | | Largo (mm) | Ancho (mm) | Peso (g) |
|-----------|----------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Algatec | 0,4 g/L | 45,3±2,070a | 32,8±1,267 ab | 19,4±1,717b |
| | 0,48 g/L | 49,7±2,087a | 34,5±0,586 ab | 22,3±1,324 ab |
| | 0,32 g/L | 45,2±2,106a | 32,5±0,736 b | 18,6±0,537bc |
| | | 46,73a | 33,3a | 20,11b |
| Alg^TeqWP | 0,4 g/L | 50,4±3,180a | 34,8±1,460 ab | 23,0±2,647 ab |
| | 0,48 g/L | 54,4±3,964a | 38,6±1,268 ^a | 28,8±3,064 ^a |
| | 0,32 g/L | 50,1±2,329a | 34,2±1,423 ab | 22,3±2,990 ab |
| | | 51,65 ^a | 35,9a | 24,72 ^a |
| SumakCrop | 0,4 g/L | 49,2±3,180a | 34,8±1,146 ab | 21,6±1,452 ab |
| | 0,48 g/L | 49,8±0,447a | 34,8±2,046ab | 23,6±2,680ab |
| | 0,32 g/L | 46,4±1,384 | 31,9±1,662b | 18,6±1,431 bc |
| | | 48,45 ^a | 33,8a | 21,26ab |
| Testigo | | 30,1±7,891b | 24,4±3,978c | 11,8±4,534c |

Valores en una columna seguidos de letras diferentes mostraron diferencias significativas según Tukey $p < 0,01$

Adicionalmente, al hacer la clasificación del fruto por tamaño se encontró que el mayor número de frutos de calidad extra (> 50 mm) se obtuvo de plantas tratadas con Alg^TeqWP, seguido de SumakCrop y Algatec, estas dos últimas fueron similares entre ellas (Tabla 6). Por otra parte, el porcentaje de frutos con tamaño de primera (31 – 50 mm) fue mayor en plantas tratadas con Algatec y SumakCrop, mientras que Alg^TeqWP y el testigo mostraron valores similares. Por último, el número de frutos considerados de segunda fue muy bajo en plantas tratadas con los fertilizantes orgánicos, pero en el testigo alcanzó un 31,3%, lo cual se puede considerar como alto.

Tabla 6. Tabla de frecuencias de las categoría de frutos de fresa obtenidos de plantas tratadas con fertilizantes orgánicos

| | Categoría por tamaño de fruto | | |
|-----------|-------------------------------|--------------|--------------|
| | 20 – 30 mm | 31 – 50 mm | > 50 mm |
| Algatec | 6 (2,6%) | 174 (78,02%) | 43 (19,28 %) |
| Alg^TeqWP | 1 (0,5%) | 135 (64,0%) | 75 (35,5%) |
| SumakCrop | 4 (1,8%) | 173 (77,6%) | 46 (20,6%) |
| Testigo | 70 (31,3%) | 140 (62,5%) | 14 (6,25%) |

3.4. Estimación del rendimiento

Con base en los resultados previos, se observó un incremento en el rendimiento de fresa por efecto de la aplicación de los distintos fertilizantes orgánicos (Fig. 5). Cuando se usó Algatec, el rendimiento superó al testigo entre un 57,3% hasta 89,2% con las dosis 0,32 y 0,48 g/L, respectivamente, mientras que con SumakCrop el rendimiento superó al testigo entre 57,3 y 100,0% con el uso de las mismas dosis. Finalmente, el máximo incremento del rendimiento se obtuvo con el uso de Alg^Tec WP, el cual fue 88,8 y 144,4 % respecto al testigo con la aplicación de las dosis de 0,32 y 0,48 g/L, respectivamente.

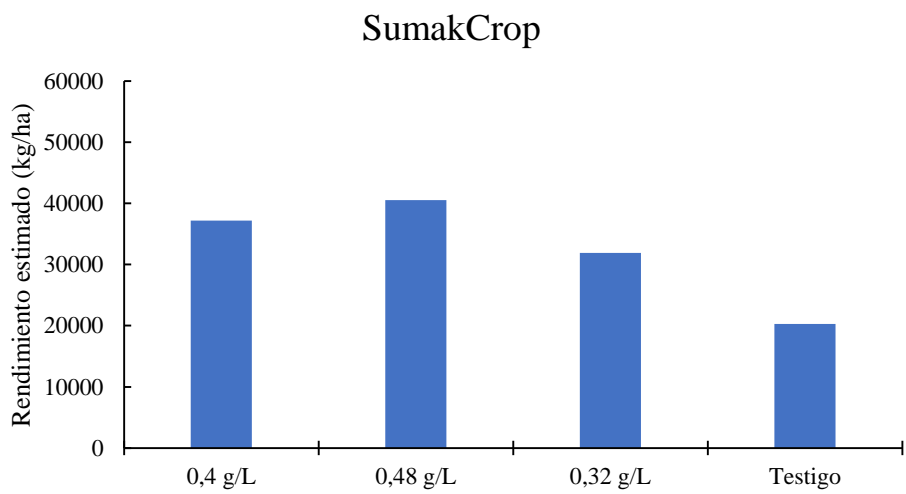
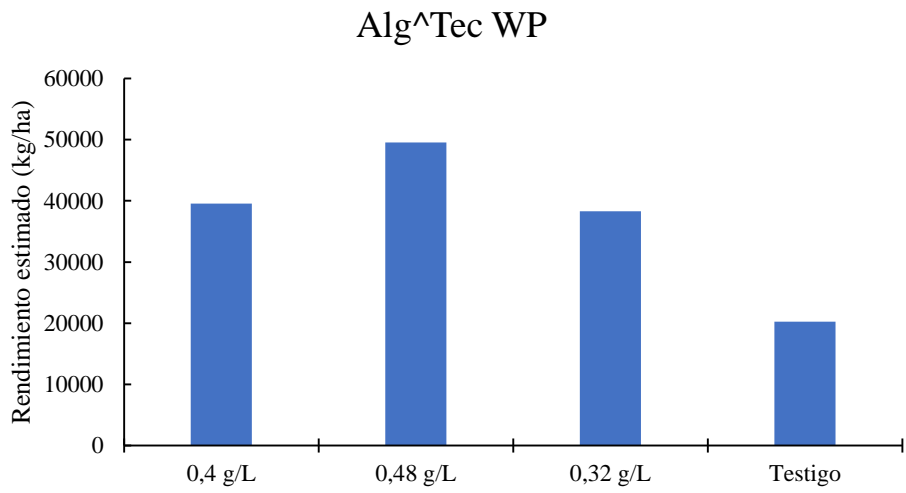
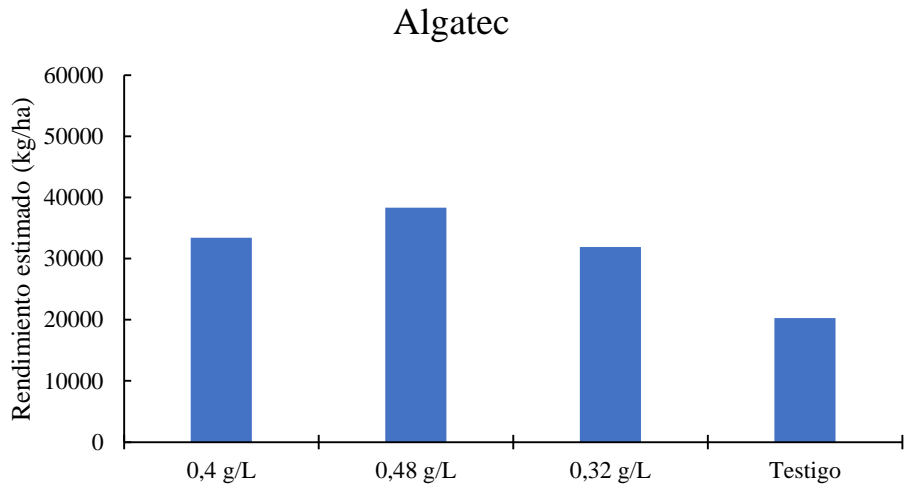


Figura 2. Rendimiento estimado de plantas de fresa tratadas con diferentes dosis de Algatec, Alg^Tec WP y SumakCrop

Entre los diversos tipos de biofertilizantes, las formulaciones basadas en organismos fotosintéticos, incluidas las microalgas eucariotas, están ganando importancia debido a sus importantes contribuciones, en particular al mantenimiento de la fertilidad del suelo y la mejora del rendimiento de los cultivos (Renuka et al., 2018). En ese sentido, el uso de algas de los géneros *Ascophyllum*, *Macrocystis*, *Durvillea*, *Ecklonia*, *Fucus*, *Sargassum*, *Cystoseira* y *Laminaria* han mostrado efectos positivos en la producción agrícola, debido a la acción de sus enzimas que activan procesos fisiológicos de las plantas, como: la fotosíntesis, la respiración y la movilización de nutrientes a los órganos vegetativos y, por otra parte, este tipo de fertilizantes liberan nitrógeno lentamente y son ricas en macro y microelementos lo cual los hace aptos para ser usadas como fertilizantes del suelo (López-Padrón et al., 2020).

Estudios previos han probado que el uso de extractos de microalgas ha provocado la reducción del uso de fertilizantes inorgánicos en maíz y, por otro lado, se ha observado un efecto bioestimulante tanto en especies frutales, cereales, hortalizas, se encontró efecto bioestimulante, así como estimulación de los mecanismos de defensa puesto que actúa como estimulante de las síntesis de fitoalexinas y protección contra diferentes factores de estrés abiótico (estrés salino, hídrico y térmico) y biótico y finalmente provoca aumento del rendimiento (López-Padrón et al., 2020).

En este sentido, Prisa (2020) demostraron que las plantas de *Rebutia heliosa* y *Sulcorebutia canigueralli* cultivados en el sustrato tratado con extracto de *Ascophyllum nodosum* mostraron un aumento significativo en la altura de la planta, número de retoños, peso vegetativo y de raíces, circunferencia de la planta, número de flores y tiempo de floración y germinación de la semilla, lo cual de acuerdo con autores, fue provocado por incremento de la calidad nutricional de las plantas inducida por un aumento en la asimilación de nutrientes, que se manifiesta en una mayor tolerancia al estrés.

De acuerdo con Pérez-Bonilla (2020), la aplicación de fertilizantes hechos a base de *Ascophyllum nodosum* constituyen una excelente fuente de macro y micronutrientes,

hormonas naturales como citoquininas y auxinas y una serie de factores bioestimulantes como la bateínas, poliaminas, oligosacáridos, manitol, ácido algínico, laminarina y aminoácidos (ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina, prolina, lisina) los cuales en conjunto, provocan el incremento en la producción, confiere resistencia al ataque de plagas y enfermedades y mejora el crecimiento y rendimientos. Renuka et al. (2018) señalaron que las algas usadas como biofertilizantes intervienen tanto en la mineralización y movilización de nutrientes orgánicos e inorgánicos, así como en la producción de compuestos bioactivos, (polisacáridos, hormonas de crecimiento, compuestos antimicrobianos, etc.), lo cual los hace responsables del incremento en el crecimiento de las plantas, haciéndolas una opción ideal en la biofertilización de cultivos.

Así mismo, Dell'Aversana et al. (2021) señalaron que desde el punto de vista fisiológico, los bioestimulantes basados en *A. nodosum* promueven la modulación de los niveles de aminoácidos y potasio en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) sometidas a estrés salino, mejorando así el equilibrio osmótico, el crecimiento y expansión celular, la absorción de nitratos y además limita el daño celular causado por la acumulación de especies reactivas al oxígeno (ROS). De acuerdo con estos autores, los bioestimulantes contribuyen con la reorganización celular que induce la homeostasis de agua, iones (sodio y potasio) y de solutos compatibles que conlleva al ahorro de energía mediante el uso de formas adecuadas de almacenamiento de N asociadas con un mecanismo menos costoso para la producción de ATP y eliminación de ROS, lo que en consecuencia se evidencia en el incremento del crecimiento y diferenciación en los tejidos jóvenes.

CAPÍTULO IV

4.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados se demostró el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos tanto en el tamaño de la planta, así como en el número de flores y en el tamaño y peso de los frutos de fresa, observándose que los mejores valores fueron obtenidos con la aplicación de Alg[^]TeqWP seguido de SumakCrop.

Adicionalmente se observó una respuesta positiva de todas las variables evaluadas (tamaño de la planta, así como en el número de flores y en el tamaño y peso de los frutos de fresa) con el incremento de la dosis, siendo significativamente mayor cuando se usó la dosis 20% mayor a la dosis comercial (0,48 g/L).

4.2. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se sugiere la inclusión de los fertilizantes orgánicos Alg[^]TeqWP y SumakCrop en los programas de fertilización de plantas de fresa, sin embargo, se recomienda realizar un estudio económico para evaluar la factibilidad de uso.

El uso de fertilizantes orgánicos o bioestimulantes hechos a base de algas puede ser considerado una herramienta útil para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y agua en los sistemas agrícolas con visión agro sustentable, sin embargo, se hace imprescindible realizar estudios más detallados de manera de comprender mejor los mecanismos de acción de este tipo de productos y así poder diseñar programas de fertilización con resultados óptimos.

Adicionalmente, se recomienda realizar estudios similares al presente estudio considerando otras especies cultivadas de importancia económica en la región de manera de determinar el posible efecto sobre los componentes del rendimiento, con el fin de incluir estrategias de fertilización con productos que produzcan menor impacto al ambiente pero que a la vez asegure rendimientos óptimos a los agricultores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Abad, C; Jiménez-Álvarez, L; Capa-Mora, E. 2020. Efecto de la cubierta (microtúnel) en la productividad de dos variedades de fresa (*Fragaria vesca*) en el sector Cajanuma Cantón Loja. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida* 31(1): 131–141.
- Aguilar Tlatelpa, M; Volke Haller, VH; Sánchez García, P; Pérez Grajales, M; Fajardo Franco, ML. 2019. Concentración y extracción de macronutrientes en cuatro variedades de fresa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10(6): 1287–1299. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1552>
- Al-Shatri, AHN; Pakyürek, M; Yaviç, A. 2020. Effect of seaweed application on the vegetative growth of strawberry cv. Albion grown under iraq ecological conditions. *Applied Ecology and Environmental Research* 18(1): 1211–1225. https://doi.org/10.15666/aeer/1801_12111225
- Álvarez, M. 2018. Caracterización de microorganismos benéficos provenientes de tres pisos altitudinales de Azuay - Ecuador y su influencia en el cultivo de fresa. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Amán, D. (2020). Efectividad del jabón de coco como control alternativo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*) variedad Albión. Universidad Técnica de Ambato.
- Andrianjaka-Camps, ZN; Heritier, J; Ançay, A; Andlauer, W; Carlen, C. 2017. Evolution of the taste-related and bioactive compound profiles of the external and internal tissues of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*) cv. “Clery” during ripening. *Journal of Berry Research* 7(1): 11–22. <https://doi.org/10.3233/JBR-160142>
- Ashman, TL. 2000. Pollinator selectivity and its implications for the evolution of dioecy and sexual dimorphism. *Ecology* 81(9): 2577–2591. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2577:PSAIF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2577:PSAIF]2.0.CO;2)
- Avetisyan, A; Hokhanyan, M; Herdt, K; Lund, L; Hykkerud, AL; Jaakola, L; Martinussen, I. 2021. Effect of organic fertilizer on growth of strawberry cultivar “Sonata.” *ISHS Acta Horticulturae* 1309: IX International Strawberry Symposium. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.90>
- Ávila, E. 2015. Manual Fresa. Programa de Apoyo Agrícola y Agroindustrial, Cámara de Comercio de Bogotá.
- Ballington, JR; Poling, B; Olive, K. 2008. Day-neutral Strawberry Production for

- Season Extension in the Midsouth. Hort Sciences 43(7): 1982–1986.
- Beltrán, A; Ramos, M. 2010. Estudio de la Vida Útil de Fresas (*Fragaria vesca*) Mediante Tratamiento con Radiación Ultravioleta de Onda Corta (UV-C). Revista Tecnológica ESPOL – RTE 23(2): 17–24.
- Castellanos, L; Céspedes, N; Baldovino, A. 2020. Alternativas orgánicas para el logro de producciones más limpias de la fresa en Pamplona, Norte de Santander. Inge Cuc 16(1): 187–196.
- Cazco, C; Ibadango, F; Quinchiguango, A. 2017. Eficiencia y rentabilidad del sistema hidropónico vertical frente al convencional en la producción de tres variedades de fresa (*Fragaria vesca* L.), en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura. In Agricultura Sostenible del Ecuador., Calvache, A; Filgueira, J. (Eds.), (p. 103).
- Chandler, C; MacKenzie, S; Herrington, M. 2004. Fruit development period in strawberry differs among cultivars, and is negatively correlated with average post bloom air temperature. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 117: 83–85.
- Choi, JM; Latigui, A; Lee, CW. 2013. Visual symptom and tissue nutrient contents in dry matter and petiole sap for diagnostic criteria of phosphorus nutrition for “Seolhyang” strawberry cultivation. Horticulture Environment and Biotechnology 54(1): 52–57. <https://doi.org/10.1007/s13580-013-0130-y>
- Condori, B; Fleisher, DH; Lewers, K. 2017. Relationship of strawberry yield with microclimate factors in open and covered raised-bed production. Transactions of the ASABE. American Society of Agricultural and Biological Engineers 60(5): 1511–1525.
- CORPEI. 2019. Frutas Exóticas Ecuatorianas En Mercados Internacionales. Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones.
- Crecente-Campo, J; Nunes-Damaceno, M; Romero-Rodríguez, MA; Vázquez-Odériz, ML. 2012. Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch, cv Selva). Journal of Food Composition and Analysis 28(1): 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.07.004>
- Dell’Aversana, E; Cirillo, V; Van Oosten, MJ; Di Stasio, E; Saiano, K; Woodrow, P; Ciarmiello, LF; Maggio, A; Carillo, P. 2021. *Ascophyllum nodosum* based extracts counteract salinity stress in tomato by remodeling leaf nitrogen metabolism. Plants 10(6): 1–22. <https://doi.org/10.3390/plants10061044>
- Dias, N. (2017). Incorporación de tres dosis de compost y tres dosis de biol (enriquecidos con microorganismos eficaces “EM”) en el cultivo de fresa (*Fragaria*

vesca var. aroma), con sistema hidropónico vertical bajo condiciones de invernadero, Antaoco – Huaraz. Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo.”

- Dodocioiu, AM; Matei, G. 2015. Yield and quality evolution of strawberry crop under the influence of mineral fertilization. *Research Journal of Agricultural Science* 47(4): 205–210.
- FAO. 2021. Datos de cultivos. FAOSTAT. Consultado 24 de junio de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/>
- Finn, CE; Retamales, JB; Lobos, GA; Hancock, JF. 2013. The Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*): Over 1000 years of domestication. *HortScience* 48(4): 418–421. <https://doi.org/10.21273/hortsci.48.4.418>
- Flores, M. 2018. Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (*Fragaria x ananassa*). Tesis de Grado. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 55 p.
- García, G. 2019. Fenología, calidad y rendimiento de fruto de fresa variedad “el dorado” con fertilización química y orgánica. Tesis de Grado. Puebla, México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 44 p.
- Govindarajulu, R; Liston, A; Ashman, TL. 2013. Sex-determining chromosomes and sexual dimorphism: Insights from genetic mapping of sex expression in a natural hybrid *Fragaria* × *ananassa* subsp. *cuneifolia*. *Heredity* 110(5): 430–438. <https://doi.org/10.1038/hdy.2012.96>
- Guerrero, H. 2018. Determinación de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de Fresa (*Fragaria* sp.), en la comunidad de Chilcapamba, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Tesis de Grado. Carchi, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 40 p.
- Hirzel, J; Morales, C. 2017. Fertilización. In *Manual de Manejo Agronómico de la frutilla*. Morales, C (Ed.). Santiago de Chile, Chile, INIA. p. 35-44.
- Hollender, CA; Geretz, AC; Slovin, JP; Liu, Z. 2012. Flower and early fruit development in a diploid strawberry, *Fragaria vesca*. *Planta* 235(6): 1123–1139. <https://doi.org/10.1007/s00425-011-1562-1>
- Hu, C; Xia, X; Chen, Y; Han, X. 2018. Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. *Chilean Journal of Agricultural Research* 78(1): 13–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000100013>
- Hummer, KE; Bassil, N; Njuguna, W. 2011. *Fragaria*. In C. Kole (Ed.), *Wild Crop*

- Relatives: Genomic and Breeding Resources: Temperate Fruits (pp. 1–247).
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8>
- Intel-Agro. 2021. *SumakCrop extracto de algas*.
<https://sumakearth.com/producto/extracto-de-algas/>
- ITSC, I. T. S. de C. 2018. Manual de Producción de Fresa en Coalcomán Michoacán.
- Jamali, B; Eshghi, S; Taffazoli, E. 2013. Vegetative Growth, Yield, Fruit Quality and Fruit and Leaf Composition of Strawberry Cv. “Pajaro” As Influenced By Salicylic Acid and Nickel Sprays. *Journal of Plant Nutrition* 36(7): 1043–1055.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2013.766803>
- Johnson, AL; Govindarajulu, R; Ashman, TL. 2014. Bioclimatic evaluation of geographical range in *Fragaria* (Rosaceae): Consequences of variation in breeding system, ploidy and species age. *Botanical Journal of the Linnean Society* 176(1): 99–114. <https://doi.org/10.1111/boj.12190>
- Kang, C; Darwish, O; Geretz, A; Shahan, R; Alkharouf, N; Liu, Z. 2013. Genome-scale transcriptomic insights into early-stage fruit development in woodland strawberry *fragaria vesca*. *Plant Cell* 25(6): 1960–1978.
<https://doi.org/10.1105/tpc.113.111732>
- Khalil, NH; Agah, RJ. 2017. Effect of Chemical , Organic and Bio Fertilization on Growth and Yield of Strawberry Plant. *International Journal of Advances in Chemical Engg., Biological Sciences (IJACEBS)* 4(1): 167–171.
- Li, H; Huang, R; Li, T; Hu, K. 2010. Ability of nitrogen and phosphorus assimilation of seven strawberry cultivars in a northern Atlantic coastal soil. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 Agosto 2010, Brisbane, Australia.
- Liston, A; Cronn, R; Ashman, TL. 2014. *Fragaria*: A genus with deep historical roots and ripe for evolutionary and ecological insights. *American Journal of Botany* 101(10): 1686–1699. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400140>
- Llumiquinga, P. 2017. Evaluación de fertilización mineral y órgano/mineral con fertirriego en el cultivo de frutilla *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne; variedad Albión. Tesis de Grado. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 89 p.
- López-Padrón, I; Martínez-González, L; Pérez-Dominguez, G; Reyes-Guerrero, Y; Núñez-Vásquez, M; Cabrera-Rodríguez, J. 2020. Algae and their uses in agriculture. An update. *Cultivos Tropicales* 41(2): 1–18.
<https://sumakearth.com/producto/extracto-de-algas/>

- Medeiros, RF; Pereira, WE; de Rodrigues, RM; do Nascimento, R; Suassuna, JF; Dantas, TAG. 2015. Growth and yield of strawberry plants fertilized with nitrogen and phosphorus. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(9): 865–870. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p865-870>
- Mena, L; Sarmiento, G; Camargo, P. 2017. Impacto del abonamiento integral de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Selva bajo sistema de riego por goteo y cobertura plástica. *Scientia Agropecuaria* 8(4): 357–366.
- Meseret Gezahegn, A. 2021. Effect of Different Levels of Organic and Inorganic Fertilizers on Maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal Of Agricultural Research* 39(1): 11–19. <https://doi.org/10.18805/ijare.a-5231>
- Mezzetti, B; Giampieri, F; Zhang, YT; Zhong, CF. 2018. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world. *Journal of Berry Research* 8(3): 205–221. <https://doi.org/10.3233/JBR-180314>
- Molina, F; Gavilán, P; Ruiz, N. 2015. Optimización de la fertirrigación de la fresa en la provincia de Huelva. Eficiencia en el uso del abonado. XXXIII Congreso Nacional de Riegos, 2015, Valencia, España. Universitat Politècnica de València. 1-9.
- Móznér, Z; Tabi, A; Csutora, M. 2012. Modifying the yield factor based on more efficient use of fertilizer - The environmental impacts of intensive and extensive agricultural practices. *Ecological Indicators* 16: 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.034>
- Nam, MH; Jeong, SK; Lee, YS; Choi, JM; Kim, HG. 2006. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. *Plant Pathology* 55(2): 246–249. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01322.x>
- Nestby, R; Lieten, F; Pivot, D; Raynal Lacroix, C; Tagliavini, M; Evenhuis, B. 2004. Influence of mineral nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs. A review. *Acta Horticulturae* 649: 201–206. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.649.37>
- Nile, SH; Park, SW. 2014. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition* 30(2): 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
- Osatuke, A; Pritts, M. 2021. Strawberry Flavor is influenced by the air temperature differential during fruit development but not management practices. *Agronomy* 11(3): 1-15. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030606>
- Palmieri, L; Masuero, D; Martinatti, P; Baratto, G; Martens, S; Vrhovsek, U. 2017. Genotype-by-environment effect on bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(12): 4180–4189. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8290>

- Pérez-Bonilla, L. 2020. Uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 33 p.
- Potter, D; Eriksson, T; Evans, RC; Oh, S; Smedmark, JEE; Morgan, DR; Kerr, M; Robertson, KR; Arsenault, M; Dickinson, TA; Campbell, CS. 2007. Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Systematics and Evolution* 266 (1–2): 5–43. <https://doi.org/10.1007/s00606-007-0539-9>
- Potter, D; Luby, J; Harrison, R. 2000. Phylogenetic relationships among species of *Fragaria* (Rosaceae) inferred from non-coding nuclear and chloroplast DNA sequences. *Systematic Botany* 25(2): 337–348. <https://doi.org/10.2307/2666646>
- Prisa, D. 2020. *Ascophyllum nodosum* extract on growth plants in *Rebutia heliosa* and *Sulcorebutia canigueralli*. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* 10(1): 39–45. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.10.1.0007>
- Renuka, N; Guldhe, A; Prasanna, R; Singh, P; Bux, F. 2018. Microalgae as multi-functional options in modern agriculture: current trends, prospects and challenges. *Biotechnology Advances* 36(4): 1255–1273. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.04.004>
- Romero-Romano, CO., J., Ocampo-Mendoza, J; Sandoval-Castro, E; Tobar-Reyes, JR. 2012. Fertilización orgánica - mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananasa* Duch.) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai* 8(3): 41–49.
- Salamone, I; Govindarajulu, R; Falk, S; Parks, M; Liston, A; Ashman, TL. 2013. Bioclimatic, ecological, and phenotypic intermediacy and high genetic admixture in a natural hybrid of octoploid strawberries. *American Journal of Botany* 100(5): 939–950. <https://doi.org/10.3732/ajb.1200624>
- Sánchez-Pineda, DE; Ramirez-Torres, NL. 2017. Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. *Ingenierías USBMed* 8(1): 7–11. <https://doi.org/10.21500/20275846.2564>
- Sargent, DJ; Yang, Y; Šurbanovski, N; Bianco, L; Buti, M; Velasco, R; Giongo, L; Davis, TM. 2015. HaploSNP affinities and linkage map positions illuminate subgenome composition in the octoploid, cultivated strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Plant Science* 242: 140–150. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2015.07.004>
- Sarmiento, GJ; Amézquita Álvarez, MA; Mena Chacón, LM. 2019. Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria* 10(1): 55–61.

<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>

- Sas, L; Malusa, E; Ciesielska, J. 2009. Growth responses in strawberry cv. Elsanta treated with a new organic fertilizer of plant origin. Preliminary results. UC Davis: Department of Plant Sciences. Disponible en: <https://escholarship.org/uc/item/1s93w0xk>.
- Sobczyk, MK. 2018. Phylogenetics of *Fragaria*, *Rubus* and related Taxa. In: Hytönen T., Graham J., Harrison R. (eds) The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76020-9_2
- Staudt, G. 1999. Systematics and Geographic Distribution of the American Strawberry Species. Taxonomic Studies in the Genus *Fragaria* (Rosaceae: Potentilleae), California, University of California Press. 174 p.
- Tang, Y; Ma, X; Li, M; Wang, Y. 2020. The effect of temperature and light on strawberry production in a solar greenhouse. Solar Energy 195: 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.070>
- Toapanta, J. 2020. Evaluación de tres extractos vegetales para el control de ácaros (*Tetranychus urticae* Koch) en hojas de fresa (*Fragaria x annassa*). Tesis de Grado. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 56 p.
- Vaca, C. (2019). Evaluación de aplicación foliar de calcio en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp.). Tesis de Grado. Cevallos, Ecuador. Universidad Técnica de Ambato. 66 p.
- Wang, Y; Zhu, Y; Zhang, S; Wang, Y. 2018. What could promote farmers to replace chemical fertilizers with organic fertilizers? Journal of Cleaner Production 199: 882–890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.222>
- Wu, Y; Li, L; Li, M; Zhang, M; Sun, H; Sigrimis, N. 2020. Optimal fertigation for high yield and fruit quality of greenhouse strawberry. PLoS ONE, 15(4): e0224588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224588>
- Yadav, SK; Khokhar, UU; Sharma, SD; Kumar, P. 2016. Response of strawberry to organic versus inorganic fertilizers. Journal of Plant Nutrition 39(2): 194–203. <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1109115>
- Yandún, M. 2019. Evaluación de la fertilización orgánica e inorgánica utilizando dos tipos de acolchado en el cultivo de fresa (*Fragaria* sp) en las variedades Albión y Monterrey. Tesis de Grado. Tulcán, Ecuador, Universidad Politécnica Estatal del Carchi. 116 p.
- Yoshida, Y; Goto, T; Hirai, M; Masuda, M. 2002. Anthocyanin accumulation in

strawberry fruits as affected by nitrogen nutrition. *Acta Horticulturae* 567(1997): 357–360. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.567.77>

ANEXOS

Análisis estadísticos

A. Altura de planta

ANOVA

Statistix 10,0
24/7/2021; 9:15:55

Factorial AOV Table for Altura1

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| Producto | 3 | 14578,0 | 4859,32 | 121,45 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 3670,7 | 1835,35 | 45,87 | 0,0000 |
| Producto*Dosis | 6 | 1856,8 | 309,47 | 7,73 | 0,0000 |
| Error | 348 | 13924,0 | 40,01 | | |
| Total | 359 | 34029,5 | | | |

Grand Mean 35,988
CV 17,58

Factorial AOV Table for Altura2

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| Producto | 3 | 18498,8 | 6166,26 | 122,43 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 9147,3 | 4573,65 | 90,81 | 0,0000 |
| Producto*Dosis | 6 | 5847,8 | 974,63 | 19,35 | 0,0000 |
| Error | 348 | 17527,0 | 50,36 | | |
| Total | 359 | 51020,9 | | | |

Grand Mean 45,932
CV 15,45

Factorial AOV Table for Altura3

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| Producto | 3 | 26517,5 | 8839,18 | 158,67 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 9002,3 | 4501,17 | 80,80 | 0,0000 |
| Producto*Dosis | 6 | 5637,1 | 939,51 | 16,87 | 0,0000 |
| Error | 348 | 19386,1 | 55,71 | | |
| Total | 359 | 60543,1 | | | |

Grand Mean 48,196
CV 15,49

Factorial AOV Table for Altura4

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| Producto | 3 | 43004,5 | 14334,8 | 266,29 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 11962,9 | 5981,5 | 111,12 | 0,0000 |
| Producto*Dosis | 6 | 9564,7 | 1594,1 | 29,61 | 0,0000 |
| Error | 348 | 18733,1 | 53,8 | | |
| Total | 359 | 83265,2 | | | |

Grand Mean 52,736
 CV 13,91

Factorial AOV Table for Altura5

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|--------|--------|
| Producto | 3 | 20538,7 | 6846,23 | 99,63 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 14557,3 | 7278,64 | 105,92 | 0,0000 |
| Producto*Dosis | 6 | 11819,0 | 1969,83 | 28,67 | 0,0000 |
| Error | 348 | 23914,0 | 68,72 | | |
| Total | 359 | 70829,0 | | | |

Grand Mean 59,266
 CV 13,99

Prueba de Medias

Statistix 10,0
 24/7/2021; 9:10:30

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altural for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 41,689 | A |
| 1 | 38,633 | B |
| 3 | 38,435 | B |
| 4 | 25,195 | C |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9429
 Critical Q Value 4,419 Critical Value for Comparison 2,9465
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altural for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 40,488 | A |
| 3 | 34,065 | B |
| 1 | 33,411 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,8166
 Critical Q Value 4,133 Critical Value for Comparison 2,3863
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altural for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 50,282 | A |
| 1 | 2 | 43,770 | B |
| 3 | 2 | 42,705 | BC |
| 3 | 3 | 37,944 | BCD |
| 2 | 3 | 37,735 | BCD |

| | | | |
|---|---|--------|----|
| 2 | 1 | 37,050 | CD |
| 1 | 1 | 36,742 | CD |
| 1 | 3 | 35,386 | D |
| 3 | 1 | 34,657 | D |
| 4 | 1 | 25,195 | E |
| 4 | 2 | 25,195 | E |
| 4 | 3 | 25,195 | E |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,6332
 Critical Q Value 5,278 Critical Value for Comparison 6,0951
 There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura2 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 55,268 | A |
| 3 | 48,968 | B |
| 1 | 43,784 | C |
| 4 | 35,707 | D |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,0579
 Critical Q Value 4,419 Critical Value for Comparison 3,3058
 All 4 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura2 for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 53,025 | A |
| 3 | 42,999 | B |
| 1 | 41,771 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9162
 Critical Q Value 4,133 Critical Value for Comparison 2,6773
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura2 for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 69,720 | A |
| 3 | 2 | 59,283 | B |
| 2 | 1 | 48,173 | C |
| 2 | 3 | 47,910 | C |
| 1 | 2 | 47,390 | C |
| 3 | 3 | 44,690 | CD |
| 1 | 3 | 43,690 | CD |
| 3 | 1 | 42,930 | CD |
| 1 | 1 | 40,273 | DE |
| 4 | 1 | 35,707 | E |
| 4 | 2 | 35,707 | E |
| 4 | 3 | 35,707 | E |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8324

Critical Q Value 5,278 Critical Value for Comparison 6,8384
 There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura3 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 58,159 | A |
| 3 | 52,632 | B |
| 1 | 46,997 | C |
| 4 | 34,995 | D |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,1126
 Critical Q Value 4,419 Critical Value for Comparison 3,4767
 All 4 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura3 for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 55,266 | A |
| 3 | 44,775 | B |
| 1 | 44,546 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9636
 Critical Q Value 4,133 Critical Value for Comparison 2,8157
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura3 for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 72,533 | A |
| 3 | 2 | 62,735 | B |
| 2 | 1 | 50,991 | C |
| 2 | 3 | 50,951 | C |
| 1 | 2 | 50,802 | C |
| 3 | 1 | 48,205 | C |
| 3 | 3 | 46,957 | C |
| 1 | 3 | 46,197 | C |
| 1 | 1 | 43,991 | C |
| 4 | 1 | 34,995 | D |
| 4 | 2 | 34,995 | D |
| 4 | 3 | 34,995 | D |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,9271
 Critical Q Value 5,278 Critical Value for Comparison 7,1919
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura4 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 65,106 | A |
| 3 | 57,621 | B |

| | | |
|---|--------|---|
| 1 | 52,830 | C |
| 4 | 35,388 | D |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,0937
 Critical Q Value 4,419 Critical Value for Comparison 3,4176
 All 4 means are significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura4 for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 60,883 | A |
| 3 | 48,925 | B |
| 1 | 48,402 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9472
 Critical Q Value 4,133 Critical Value for Comparison 2,7679
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura4 for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 84,619 | A |
| 3 | 2 | 66,555 | B |
| 1 | 2 | 56,970 | C |
| 2 | 3 | 55,413 | C |
| 2 | 1 | 55,285 | C |
| 3 | 3 | 53,549 | C |
| 3 | 1 | 52,760 | C |
| 1 | 3 | 51,348 | C |
| 1 | 1 | 50,173 | C |
| 4 | 1 | 35,388 | D |
| 4 | 2 | 35,388 | D |
| 4 | 3 | 35,388 | D |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8944
 Critical Q Value 5,278 Critical Value for Comparison 7,0698
 There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura5 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 69,550 | A |
| 3 | 61,011 | B |
| 1 | 58,099 | B |
| 4 | 48,402 | C |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,2357
 Critical Q Value 4,419 Critical Value for Comparison 3,8614
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura5 for Dosis

Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | |
|---|--------|---|
| 2 | 68,228 | A |
| 1 | 55,427 | B |
| 3 | 54,142 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,0702
 Critical Q Value 4,133 Critical Value for Comparison 3,1273
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Altura5 for Producto*Dosis

Producto Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | | |
|---|---|--------|-----|
| 2 | 2 | 91,319 | A |
| 3 | 2 | 69,880 | B |
| 1 | 2 | 63,311 | BC |
| 2 | 1 | 60,233 | CD |
| 2 | 3 | 57,099 | CD |
| 3 | 3 | 57,045 | CD |
| 1 | 1 | 56,964 | CD |
| 3 | 1 | 56,107 | CDE |
| 1 | 3 | 54,022 | DE |
| 4 | 1 | 48,402 | E |
| 4 | 2 | 48,402 | E |
| 4 | 3 | 48,402 | E |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 2,1404
 Critical Q Value 5,278 Critical Value for Comparison 7,9878
 There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.
 B.

Statistix 10,0
 24/7/2021; 9:17:48

Breakdown for Altural

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 36,742 | 43,770 | 35,386 | 38,633 |
| | SD | 8,2229 | 10,460 | 6,0487 | 9,1246 |
| | SE | 1,5013 | 1,9097 | 1,1043 | 0,9618 |
| | Min | 22,560 | 20,890 | 25,670 | 20,890 |
| | Max | 50,670 | 60,990 | 47,560 | 60,990 |
| 2 | Mean | 37,050 | 50,282 | 37,735 | 41,689 |
| | SD | 6,9699 | 6,9357 | 4,9287 | 8,7654 |
| | SE | 1,2725 | 1,2663 | 0,8999 | 0,9240 |
| | Min | 25,640 | 34,440 | 28,760 | 25,640 |
| | Max | 50,780 | 67,350 | 47,670 | 67,350 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| 3 | Mean | 34,657 | 42,705 | 37,944 | 38,435 |
| | SD | 5,8315 | 7,2535 | 4,4368 | 6,7584 |
| | SE | 1,0647 | 1,3243 | 0,8100 | 0,7124 |
| | Min | 24,130 | 26,760 | 28,760 | 24,130 |
| | Max | 45,230 | 57,890 | 47,670 | 57,890 |
| 4 | Mean | 25,195 | 25,195 | 25,195 | 25,195 |
| | SD | 3,6171 | 3,6171 | 3,6171 | 3,5762 |
| | SE | 0,6604 | 0,6604 | 0,6604 | 0,3770 |
| | Min | 20,620 | 20,620 | 20,620 | 20,620 |
| | Max | 29,780 | 29,780 | 29,780 | 29,780 |
| Total | Mean | 33,411 | 40,488 | 34,065 | 35,988 |
| | SD | 7,9585 | 11,895 | 7,0912 | 9,7360 |
| | SE | 0,7265 | 1,0859 | 0,6473 | 0,5131 |
| | Min | 20,620 | 20,620 | 20,620 | 20,620 |
| | Max | 50,780 | 67,350 | 47,670 | 67,350 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for Altura2

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 40,273 | 47,390 | 43,690 | 43,784 |
| | SD | 9,7102 | 10,546 | 6,5624 | 9,4623 |
| | SE | 1,7728 | 1,9254 | 1,1981 | 0,9974 |
| | Min | 24,200 | 25,500 | 27,100 | 24,200 |
| | Max | 58,600 | 68,000 | 56,300 | 68,000 |
| 2 | Mean | 48,173 | 69,720 | 47,910 | 55,268 |
| | SD | 9,4363 | 8,6415 | 6,4875 | 13,141 |
| | SE | 1,7228 | 1,5777 | 1,1845 | 1,3852 |
| | Min | 30,900 | 53,700 | 37,700 | 30,900 |
| | Max | 76,100 | 89,500 | 68,300 | 89,500 |
| 3 | Mean | 42,930 | 59,283 | 44,690 | 48,968 |
| | SD | 7,7598 | 6,0310 | 5,2841 | 9,7414 |
| | SE | 1,4167 | 1,1011 | 0,9647 | 1,0268 |
| | Min | 31,200 | 46,600 | 35,500 | 31,200 |
| | Max | 57,400 | 70,700 | 57,200 | 70,700 |
| 4 | Mean | 35,707 | 35,707 | 35,707 | 35,707 |
| | SD | 2,9150 | 2,9150 | 2,9150 | 2,8821 |
| | SE | 0,5322 | 0,5322 | 0,5322 | 0,3038 |
| | Min | 32,560 | 32,560 | 32,560 | 32,560 |
| | Max | 39,870 | 39,870 | 39,870 | 39,870 |
| Total | Mean | 41,771 | 53,025 | 42,999 | 45,932 |
| | SD | 9,0516 | 14,832 | 7,0678 | 11,921 |
| | SE | 0,8263 | 1,3540 | 0,6452 | 0,6283 |

| | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| Min | 24,200 | 25,500 | 27,100 | 24,200 |
| Max | 76,100 | 89,500 | 68,300 | 89,500 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for Altura3

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 43,991 | 50,802 | 46,197 | 46,997 |
| | SD | 9,7105 | 9,7939 | 6,5206 | 9,1639 |
| | SE | 1,7729 | 1,7881 | 1,1905 | 0,9660 |
| | Min | 25,140 | 32,260 | 31,750 | 25,140 |
| | Max | 61,830 | 67,210 | 58,680 | 67,210 |
| 2 | Mean | 50,991 | 72,533 | 50,951 | 58,159 |
| | SD | 9,9276 | 10,089 | 5,6934 | 13,428 |
| | SE | 1,8125 | 1,8419 | 1,0395 | 1,4155 |
| | Min | 33,880 | 43,630 | 40,660 | 33,880 |
| | Max | 77,930 | 91,590 | 67,920 | 91,590 |
| 3 | Mean | 48,205 | 62,735 | 46,957 | 52,632 |
| | SD | 10,419 | 5,9634 | 5,2807 | 10,388 |
| | SE | 1,9023 | 1,0888 | 0,9641 | 1,0950 |
| | Min | 34,030 | 52,270 | 37,080 | 34,030 |
| | Max | 70,570 | 74,470 | 58,370 | 74,470 |
| 4 | Mean | 34,995 | 34,995 | 34,995 | 34,995 |
| | SD | 3,2141 | 3,2141 | 3,2141 | 3,1778 |
| | SE | 0,5868 | 0,5868 | 0,5868 | 0,3350 |
| | Min | 32,020 | 32,020 | 32,020 | 32,020 |
| | Max | 40,310 | 40,310 | 40,310 | 40,310 |
| Total | Mean | 44,546 | 55,266 | 44,775 | 48,196 |
| | SD | 10,625 | 16,038 | 7,9381 | 12,986 |
| | SE | 0,9699 | 1,4640 | 0,7246 | 0,6844 |
| | Min | 25,140 | 32,020 | 31,750 | 25,140 |
| | Max | 77,930 | 91,590 | 67,920 | 91,590 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for Altura4

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 50,173 | 56,970 | 51,348 | 52,830 |
| | SD | 10,084 | 7,5818 | 5,5225 | 8,4084 |
| | SE | 1,8411 | 1,3842 | 1,0083 | 0,8863 |
| | Min | 34,110 | 39,940 | 41,930 | 34,110 |
| | Max | 72,650 | 70,920 | 62,840 | 72,650 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| 2 | Mean | 55,285 | 84,619 | 55,413 | 65,106 |
| | SD | 8,4505 | 8,3621 | 6,8637 | 15,935 |
| | SE | 1,5428 | 1,5267 | 1,2531 | 1,6797 |
| | Min | 43,840 | 68,370 | 41,990 | 41,990 |
| | Max | 83,030 | 98,670 | 73,560 | 98,670 |
| 3 | Mean | 52,760 | 66,555 | 53,549 | 57,621 |
| | SD | 10,021 | 6,3875 | 7,6593 | 10,276 |
| | SE | 1,8296 | 1,1662 | 1,3984 | 1,0832 |
| | Min | 34,960 | 55,700 | 44,660 | 34,960 |
| | Max | 75,480 | 77,560 | 83,840 | 83,840 |
| 4 | Mean | 35,388 | 35,388 | 35,388 | 35,388 |
| | SD | 4,7600 | 4,7600 | 4,7600 | 4,7062 |
| | SE | 0,8690 | 0,8690 | 0,8690 | 0,4961 |
| | Min | 30,950 | 30,950 | 30,950 | 30,950 |
| | Max | 44,150 | 44,150 | 44,150 | 44,150 |
| Total | Mean | 48,401 | 60,883 | 48,925 | 52,736 |
| | SD | 11,506 | 19,089 | 10,120 | 15,229 |
| | SE | 1,0504 | 1,7425 | 0,9238 | 0,8027 |
| | Min | 30,950 | 30,950 | 30,950 | 30,950 |
| | Max | 83,030 | 98,670 | 83,840 | 98,670 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for Altura5

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 56,964 | 63,311 | 54,022 | 58,099 |
| | SD | 10,167 | 6,9677 | 7,7861 | 9,1895 |
| | SE | 1,8562 | 1,2721 | 1,4215 | 0,9687 |
| | Min | 36,140 | 52,030 | 42,100 | 36,140 |
| | Max | 77,220 | 75,420 | 79,500 | 79,500 |
| 2 | Mean | 60,233 | 91,319 | 57,099 | 69,550 |
| | SD | 9,5297 | 9,9322 | 6,9192 | 17,849 |
| | SE | 1,7399 | 1,8134 | 1,2633 | 1,8814 |
| | Min | 46,140 | 77,410 | 42,280 | 42,280 |
| | Max | 85,860 | 109,81 | 72,630 | 109,81 |
| 3 | Mean | 56,107 | 69,880 | 57,045 | 61,011 |
| | SD | 11,597 | 9,7787 | 9,0665 | 11,903 |
| | SE | 2,1172 | 1,7853 | 1,6553 | 1,2547 |
| | Min | 39,400 | 36,840 | 45,680 | 36,840 |
| | Max | 84,020 | 84,960 | 83,900 | 84,960 |
| 4 | Mean | 48,402 | 48,402 | 48,402 | 48,402 |
| | SD | 4,5620 | 4,5620 | 4,5620 | 4,5105 |
| | SE | 0,8329 | 0,8329 | 0,8329 | 0,4754 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| | Min | 42,880 | 42,880 | 42,880 | 42,880 |
| | Max | 54,340 | 54,340 | 54,340 | 54,340 |
| Total | Mean | 55,427 | 68,228 | 54,142 | 59,266 |
| | SD | 10,205 | 17,451 | 8,0116 | 14,046 |
| | SE | 0,9316 | 1,5931 | 0,7314 | 0,7403 |
| | Min | 36,140 | 36,840 | 42,100 | 36,140 |
| | Max | 85,860 | 109,81 | 83,900 | 109,81 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

B. Número de flores

Statistix 10,0
11:14:03

24/7/2021;

Factorial AOV Table for NFlores1

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|------|--------|
| Producto | 3 | 5,122 | 1,70741 | 1,36 | 0,2562 |
| Dosis | 2 | 2,489 | 1,24444 | 0,99 | 0,3733 |
| Producto*Dosis | 6 | 4,778 | 0,79630 | 0,63 | 0,7044 |
| Error | 348 | 438,267 | 1,25939 | | |
| Total | 359 | 450,656 | | | |

Grand Mean 1,9389
CV 57,88

Factorial AOV Table for NFlores2

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 177,764 | 59,2546 | 50,01 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 0,072 | 0,0361 | 0,03 | 0,9700 |
| Producto*Dosis | 6 | 5,661 | 0,9435 | 0,80 | 0,5734 |
| Error | 348 | 412,367 | 1,1850 | | |
| Total | 359 | 595,864 | | | |

Grand Mean 3,4806
CV 31,28

Factorial AOV Table for NFlores3

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 127,023 | 42,3410 | 32,29 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 7,507 | 3,7535 | 2,86 | 0,0585 |
| Producto*Dosis | 6 | 22,143 | 3,6906 | 2,81 | 0,0110 |
| Error | 342 | 448,392 | 1,3111 | | |
| Total | 353 | | | | |

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 4,0215
CV 28,47

Factorial AOV Table for NFlores4

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|-----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 479,886 | 159,962 | 59,17 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 36,701 | 18,350 | 6,79 | 0,0013 |
| Producto*Dosis | 6 | 59,011 | 9,835 | 3,64 | 0,0016 |
| Error | 342 | 924,558 | 2,703 | | |
| Total | 353 | | | | |

Note: SS are marginal (type III) sums of squares

Grand Mean 5,6840
CV 28,93

Statistix 10,0
11:23:20

24/7/2021;

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores1 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 3 | 2,0889 | A |
| 2 | 2,0222 | A |
| 4 | 1,8333 | A |
| 1 | 1,8111 | A |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1673
Critical Q Value 3,632 Critical Value for Comparison 0,4297
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores1 for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 1 | 2,0500 | A |
| 3 | 1,9167 | A |
| 2 | 1,8500 | A |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1449
Critical Q Value 3,314 Critical Value for Comparison 0,3395
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores1 for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 3 | 1 | 2,3667 | A |
| 2 | 1 | 2,1667 | A |
| 2 | 2 | 2,0333 | A |
| 1 | 3 | 2,0000 | A |
| 3 | 3 | 1,9667 | A |
| 3 | 2 | 1,9333 | A |
| 2 | 3 | 1,8667 | A |
| 1 | 1 | 1,8333 | A |
| 4 | 1 | 1,8333 | A |
| 4 | 2 | 1,8333 | A |

| | | | |
|---|---|--------|---|
| 4 | 3 | 1,8333 | A |
| 1 | 2 | 1,6000 | A |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2898
 Critical Q Value 4,616 Critical Value for Comparison 0,9458
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores2 for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 4,1222 | A |
| 3 | 3,9778 | A |
| 1 | 3,4889 | B |
| 4 | 2,3333 | C |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1623
 Critical Q Value 3,632 Critical Value for Comparison 0,4168
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores2 for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 1 | 3,5000 | A |
| 3 | 3,4750 | A |
| 2 | 3,4667 | A |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1405
 Critical Q Value 3,314 Critical Value for Comparison 0,3293
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores2 for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 4,2333 | A |
| 2 | 1 | 4,1000 | AB |
| 3 | 2 | 4,1000 | AB |
| 2 | 3 | 4,0333 | AB |
| 3 | 1 | 4,0000 | AB |
| 3 | 3 | 3,8333 | AB |
| 1 | 3 | 3,7000 | AB |
| 1 | 1 | 3,5667 | AB |
| 1 | 2 | 3,2000 | BC |
| 4 | 1 | 2,3333 | C |
| 4 | 2 | 2,3333 | C |
| 4 | 3 | 2,3333 | C |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2811
 Critical Q Value 4,616 Critical Value for Comparison 0,9174
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores3 for Producto

Producto Mean Homogeneous Groups

| | | |
|---|--------|---|
| 2 | 4,7417 | A |
| 3 | 4,4000 | A |
| 1 | 3,7778 | B |
| 4 | 3,1667 | C |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1707 TO 0,1742

Critical Q Value 3,632 Critical Value for Comparison 0,4384 TO 0,4474

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores3 for Dosis

Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | |
|---|--------|----|
| 2 | 4,2146 | A |
| 1 | 3,9917 | AB |
| 3 | 3,8583 | B |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1478 TO 0,1501

Critical Q Value 3,314 Critical Value for Comparison 0,3464 TO 0,3518

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores3 for Producto*Dosis

Producto Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | | |
|---|---|--------|------|
| 2 | 2 | 5,2917 | A |
| 3 | 2 | 4,9000 | AB |
| 2 | 1 | 4,6000 | ABC |
| 2 | 3 | 4,3333 | ABCD |
| 3 | 3 | 4,1667 | BCD |
| 3 | 1 | 4,1333 | BCD |
| 1 | 1 | 4,0667 | BCDE |
| 1 | 3 | 3,7667 | CDE |
| 1 | 2 | 3,5000 | DE |
| 4 | 3 | 3,1667 | E |
| 4 | 2 | 3,1667 | E |
| 4 | 1 | 3,1667 | E |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2956 TO 0,3136

Critical Q Value 4,616 Critical Value for Comparison 0,9650 TO 1,0235

There are 5 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores4 for Producto

Producto Mean Homogeneous Groups

| | | |
|---|--------|---|
| 2 | 7,0472 | A |
|---|--------|---|

| | | |
|---|--------|---|
| 3 | 6,1222 | B |
| 1 | 5,7333 | B |
| 4 | 3,8333 | C |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2451 TO 0,2502

Critical Q Value 3,632 Critical Value for Comparison 0,6295 TO 0,6425

There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores4 for Dosis

Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | |
|---|--------|----|
| 2 | 6,0771 | A |
| 1 | 5,6917 | AB |
| 3 | 5,2833 | B |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2123 TO 0,2156

Critical Q Value 3,314 Critical Value for Comparison 0,4974 TO 0,5052

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of NFlores4 for Producto*Dosis

Producto Dosis Mean Homogeneous Groups

| | | | |
|---|---|--------|-----|
| 2 | 2 | 8,2083 | A |
| 2 | 1 | 6,8667 | AB |
| 3 | 2 | 6,8000 | ABC |
| 3 | 1 | 6,1000 | BC |
| 2 | 3 | 6,0667 | BC |
| 1 | 1 | 5,9667 | BC |
| 1 | 3 | 5,7667 | BC |
| 1 | 2 | 5,4667 | C |
| 3 | 3 | 5,4667 | C |
| 4 | 3 | 3,8333 | D |
| 4 | 2 | 3,8333 | D |
| 4 | 1 | 3,8333 | D |

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,4245 TO 0,4503

Critical Q Value 4,616 Critical Value for Comparison 1,3857 TO 1,4698

There are 4 groups (A, B, etc.) in which the means are not significantly different from one another.

Statistix 10,0
11:24:17

24/7/2021;

Breakdown for NFlores1

Dosis

| Producto | | 1 | 2 | 3 | Total |
|-----------------|------|----------|----------|----------|--------------|
| 1 | Mean | 1,8333 | 1,6000 | 2,0000 | 1,8111 |
| | SD | 1,2058 | 1,1919 | 1,2865 | 1,2261 |
| | SE | 0,2202 | 0,2176 | 0,2349 | 0,1292 |
| | Min | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | Max | 4,0000 | 4,0000 | 6,0000 | 6,0000 |
| 2 | Mean | 2,1667 | 2,0333 | 1,8667 | 2,0222 |
| | SD | 1,2341 | 1,2172 | 1,1366 | 1,1896 |
| | SE | 0,2253 | 0,2222 | 0,2075 | 0,1254 |
| | Min | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | Max | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 |
| 3 | Mean | 2,3667 | 1,9333 | 1,9667 | 2,0889 |
| | SD | 1,1885 | 1,1121 | 1,0662 | 1,1282 |
| | SE | 0,2170 | 0,2030 | 0,1947 | 0,1189 |
| | Min | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | Max | 4,0000 | 4,0000 | 5,0000 | 5,0000 |
| 4 | Mean | 1,8333 | 1,8333 | 1,8333 | 1,8333 |
| | SD | 0,9129 | 0,9129 | 0,9129 | 0,9026 |
| | SE | 0,1667 | 0,1667 | 0,1667 | 0,0951 |
| | Min | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | Max | 3,0000 | 3,0000 | 3,0000 | 3,0000 |
| Total | Mean | 2,0500 | 1,8500 | 1,9167 | 1,9389 |
| | SD | 1,1512 | 1,1126 | 1,0969 | 1,1204 |
| | SE | 0,1051 | 0,1016 | 0,1001 | 0,0591 |
| | Min | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | Max | 5,0000 | 5,0000 | 6,0000 | 6,0000 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for NFlores2

| Producto | | Dosis | | | Total |
|-----------------|------|--------------|----------|----------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 3,5667 | 3,2000 | 3,7000 | 3,4889 |
| | SD | 1,1943 | 1,4479 | 1,0875 | 1,2564 |
| | SE | 0,2181 | 0,2644 | 0,1986 | 0,1324 |
| | Min | 1,0000 | 0,0000 | 2,0000 | 0,0000 |
| | Max | 6,0000 | 7,0000 | 6,0000 | 7,0000 |
| 2 | Mean | 4,1000 | 4,2333 | 4,0333 | 4,1222 |
| | SD | 1,2415 | 1,4308 | 1,4259 | 1,3560 |
| | SE | 0,2267 | 0,2612 | 0,2603 | 0,1429 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Max | 7,0000 | 7,0000 | 7,0000 | 7,0000 |
| 3 | Mean | 4,0000 | 4,1000 | 3,8333 | 3,9778 |
| | SD | 0,7878 | 1,1250 | 1,1472 | 1,0275 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| | SE | 0,1438 | 0,2054 | 0,2095 | 0,1083 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Max | 6,0000 | 6,0000 | 7,0000 | 7,0000 |
| 4 | Mean | 2,3333 | 2,3333 | 2,3333 | 2,3333 |
| | SD | 0,4795 | 0,4795 | 0,4795 | 0,4740 |
| | SE | 0,0875 | 0,0875 | 0,0875 | 0,0500 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 3,0000 | 3,0000 | 3,0000 | 3,0000 |
| Total | Mean | 3,5000 | 3,4667 | 3,4750 | 3,4806 |
| | SD | 1,1952 | 1,4019 | 1,2700 | 1,2883 |
| | SE | 0,1091 | 0,1280 | 0,1159 | 0,0679 |
| | Min | 1,0000 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 |
| | Max | 7,0000 | 7,0000 | 7,0000 | 7,0000 |

Cases Included 360 Missing Cases 0

Breakdown for NFlores3

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 4,0667 | 3,5000 | 3,7667 | 3,7778 |
| | SD | 1,1725 | 1,3065 | 1,1943 | 1,2341 |
| | SE | 0,2141 | 0,2385 | 0,2181 | 0,1301 |
| | Min | 2,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Max | 6,0000 | 5,0000 | 6,0000 | 6,0000 |
| 2 | Mean | 4,6000 | 5,2917 | 4,3333 | 4,7024 |
| | SD | 1,1326 | 1,9667 | 1,2411 | 1,4871 |
| | SE | 0,2068 | 0,4014 | 0,2266 | 0,1623 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 7,0000 | 10,000 | 8,0000 | 10,000 |
| 3 | Mean | 4,1333 | 4,9000 | 4,1667 | 4,4000 |
| | SD | 0,8604 | 1,2134 | 1,1769 | 1,1397 |
| | SE | 0,1571 | 0,2215 | 0,2149 | 0,1201 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 6,0000 | 7,0000 | 6,0000 | 7,0000 |
| 4 | Mean | 3,1667 | 3,1667 | 3,1667 | 3,1667 |
| | SD | 0,6989 | 0,6989 | 0,6989 | 0,6910 |
| | SE | 0,1276 | 0,1276 | 0,1276 | 0,0728 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 4,0000 | 4,0000 | 4,0000 | 4,0000 |
| Total | Mean | 3,9917 | 4,1579 | 3,8583 | 4,0000 |
| | SD | 1,1038 | 1,5886 | 1,1761 | 1,3037 |
| | SE | 0,1008 | 0,1488 | 0,1074 | 0,0693 |
| | Min | 2,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| | Max | 7,0000 | 10,000 | 8,0000 | 10,000 |

Cases Included 354 Missing Cases 6

Breakdown for NFlores4

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 5,9667 | 5,4667 | 5,7667 | 5,7333 |
| | SD | 1,4967 | 1,7367 | 1,8880 | 1,7079 |
| | SE | 0,2733 | 0,3171 | 0,3447 | 0,1800 |
| | Min | 3,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 10,000 | 8,0000 | 10,000 | 10,000 |
| 2 | Mean | 6,8667 | 8,2083 | 6,0667 | 6,9643 |
| | SD | 2,0297 | 2,8434 | 1,7798 | 2,3513 |
| | SE | 0,3706 | 0,5804 | 0,3250 | 0,2566 |
| | Min | 3,0000 | 4,0000 | 3,0000 | 3,0000 |
| | Max | 11,000 | 13,000 | 10,000 | 13,000 |
| 3 | Mean | 6,1000 | 6,8000 | 5,4667 | 6,1222 |
| | SD | 1,6049 | 1,5844 | 1,3322 | 1,5923 |
| | SE | 0,2930 | 0,2893 | 0,2432 | 0,1678 |
| | Min | 3,0000 | 3,0000 | 4,0000 | 3,0000 |
| | Max | 10,000 | 9,0000 | 8,0000 | 10,000 |
| 4 | Mean | 3,8333 | 3,8333 | 3,8333 | 3,8333 |
| | SD | 0,9129 | 0,9129 | 0,9129 | 0,9026 |
| | SE | 0,1667 | 0,1667 | 0,1667 | 0,0951 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 |
| Total | Mean | 5,6917 | 5,9649 | 5,2833 | 5,6412 |
| | SD | 1,9132 | 2,4092 | 1,7402 | 2,0472 |
| | SE | 0,1747 | 0,2256 | 0,1589 | 0,1088 |
| | Min | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 | 2,0000 |
| | Max | 11,000 | 13,000 | 10,000 | 13,000 |

Cases Included 354 Missing Cases 6

C. Características del fruto

Statistix 10,0
12:59:32

24/7/2021;

Factorial AOV Table for Largo

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 4198,83 | 1399,61 | 71,34 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 100,00 | 50,00 | 2,55 | 0,0887 |
| Producto*Dosis | 6 | 56,01 | 9,34 | 0,48 | 0,8230 |
| Error | 48 | 941,77 | 19,62 | | |
| Total | 59 | 5296,61 | | | |

Grand Mean 44,221
 CV 10,02

Factorial AOV Table for Ancho

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 1164,88 | 388,292 | 73,37 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 54,69 | 27,343 | 5,17 | 0,0093 |
| Producto*Dosis | 6 | 41,48 | 6,913 | 1,31 | 0,2726 |
| Error | 48 | 254,02 | 5,292 | | |
| Total | 59 | 1515,07 | | | |

Grand Mean 31,830
 CV 7,23

Factorial AOV Table for Peso

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|----------------|----|---------|---------|-------|--------|
| Producto | 3 | 1350,37 | 450,124 | 52,27 | 0,0000 |
| Dosis | 2 | 154,76 | 77,379 | 8,99 | 0,0005 |
| Producto*Dosis | 6 | 77,22 | 12,870 | 1,49 | 0,2002 |
| Error | 48 | 413,33 | 8,611 | | |
| Total | 59 | 1995,68 | | | |

Grand Mean 19,473
 CV 15,07

D.

Statistix 10,0
 12:57:55

24/7/2021;

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Largo for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 51,647 | A |
| 3 | 48,453 | A |
| 1 | 46,727 | A |
| 4 | 30,058 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,6174
 Critical Q Value 4,647 Critical Value for Comparison 5,3151
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Largo for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 45,990 | A |
| 1 | 43,729 | A |
| 3 | 42,945 | A |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,4007
 Critical Q Value 4,330 Critical Value for Comparison 4,2887

There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Largo for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 54,400 | A |
| 2 | 1 | 50,400 | A |
| 2 | 3 | 50,140 | A |
| 3 | 2 | 49,800 | A |
| 1 | 2 | 49,700 | A |
| 3 | 1 | 49,160 | A |
| 3 | 3 | 46,400 | A |
| 1 | 1 | 45,300 | A |
| 1 | 3 | 45,180 | A |
| 4 | 2 | 30,060 | B |
| 4 | 3 | 30,060 | B |
| 4 | 1 | 30,054 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 2,8014
 Critical Q Value 5,664 Critical Value for Comparison 11,220
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ancho for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 35,847 | A |
| 3 | 33,800 | A |
| 1 | 33,293 | A |
| 4 | 24,380 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,8400
 Critical Q Value 4,647 Critical Value for Comparison 2,7604
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ancho for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 33,065 | A |
| 1 | 31,685 | AB |
| 3 | 30,740 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,7275
 Critical Q Value 4,330 Critical Value for Comparison 2,2274
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ancho for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 38,560 | A |
| 3 | 2 | 34,780 | AB |
| 2 | 1 | 34,780 | AB |

| | | | |
|---|---|--------|----|
| 3 | 1 | 34,760 | AB |
| 1 | 2 | 34,540 | AB |
| 2 | 3 | 34,200 | AB |
| 1 | 1 | 32,820 | AB |
| 1 | 3 | 32,520 | B |
| 3 | 3 | 31,860 | B |
| 4 | 1 | 24,380 | C |
| 4 | 2 | 24,380 | C |
| 4 | 3 | 24,380 | C |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,4549
Critical Q Value 5,664 Critical Value for Comparison 5,8273
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Peso for Producto

| Producto | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|--------|--------------------|
| 2 | 24,720 | A |
| 3 | 21,267 | AB |
| 1 | 20,107 | B |
| 4 | 11,800 | C |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,0715
Critical Q Value 4,647 Critical Value for Comparison 3,5212
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Peso for Dosis

| Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|-------|--------|--------------------|
| 2 | 21,640 | A |
| 1 | 18,980 | AB |
| 3 | 17,800 | B |

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 0,9280
Critical Q Value 4,330 Critical Value for Comparison 2,8412
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Peso for Producto*Dosis

| Producto | Dosis | Mean | Homogeneous Groups |
|----------|-------|--------|--------------------|
| 2 | 2 | 28,840 | A |
| 3 | 2 | 23,600 | AB |
| 2 | 1 | 23,040 | AB |
| 1 | 2 | 22,320 | AB |
| 2 | 3 | 22,280 | AB |
| 3 | 1 | 21,640 | AB |
| 1 | 1 | 19,440 | B |
| 1 | 3 | 18,560 | BC |
| 3 | 3 | 18,560 | BC |
| 4 | 1 | 11,800 | C |
| 4 | 2 | 11,800 | C |

4 3 11,800 C

Alpha 0,01 Standard Error for Comparison 1,8559
 Critical Q Value 5,664 Critical Value for Comparison 7,4332
 There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
 are not significantly different from one another.
 Statistix 10,0
 13:21:17

24/7/2021;

Breakdown for Largo

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 45,300 | 49,700 | 45,180 | 46,727 |
| | SD | 2,0700 | 2,0869 | 2,1064 | 2,9112 |
| | SE | 0,9257 | 0,9333 | 0,9420 | 0,7517 |
| | Min | 42,200 | 47,100 | 42,700 | 42,200 |
| | Max | 47,700 | 52,700 | 47,500 | 52,700 |
| 2 | Mean | 50,400 | 54,400 | 50,140 | 51,647 |
| | SD | 3,1804 | 3,9636 | 2,3287 | 3,6057 |
| | SE | 1,4223 | 1,7726 | 1,0414 | 0,9310 |
| | Min | 45,600 | 49,500 | 46,600 | 45,600 |
| | Max | 53,600 | 60,300 | 53,100 | 60,300 |
| 3 | Mean | 49,160 | 49,800 | 46,400 | 48,453 |
| | SD | 1,4876 | 0,4472 | 1,3838 | 1,8890 |
| | SE | 0,6653 | 0,2000 | 0,6189 | 0,4877 |
| | Min | 47,500 | 49,200 | 44,900 | 44,900 |
| | Max | 51,200 | 50,400 | 48,600 | 51,200 |
| 4 | Mean | 30,054 | 30,060 | 30,060 | 30,058 |
| | SD | 7,8907 | 7,8907 | 7,8907 | 7,3054 |
| | SE | 3,5288 | 3,5288 | 3,5288 | 1,8862 |
| | Min | 21,900 | 21,900 | 21,900 | 21,900 |
| | Max | 43,100 | 43,100 | 43,100 | 43,100 |
| Total | Mean | 43,729 | 45,990 | 42,945 | 44,221 |
| | SD | 9,2704 | 10,498 | 8,7952 | 9,4749 |
| | SE | 2,0729 | 2,3474 | 1,9667 | 1,2232 |
| | Min | 21,900 | 21,900 | 21,900 | 21,900 |
| | Max | 53,600 | 60,300 | 53,100 | 60,300 |

Cases Included 60 Missing Cases 0

Breakdown for Ancho

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 32,820 | 34,540 | 32,520 | 33,293 |
| | SD | 1,2677 | 0,5857 | 0,7362 | 1,2493 |

| | | | | | |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| | SE | 0,5669 | 0,2619 | 0,3292 | 0,3226 |
| | Min | 31,500 | 33,900 | 31,500 | 31,500 |
| | Max | 34,800 | 35,300 | 33,400 | 35,300 |
| 2 | Mean | 34,780 | 38,560 | 34,200 | 35,847 |
| | SD | 1,4601 | 1,2681 | 1,4230 | 2,3772 |
| | SE | 0,6530 | 0,5671 | 0,6364 | 0,6138 |
| | Min | 33,100 | 37,000 | 32,600 | 32,600 |
| | Max | 36,300 | 40,200 | 36,200 | 40,200 |
| 3 | Mean | 34,760 | 34,780 | 31,860 | 33,800 |
| | SD | 1,1459 | 2,0462 | 1,6622 | 2,0922 |
| | SE | 0,5124 | 0,9151 | 0,7434 | 0,5402 |
| | Min | 33,200 | 32,300 | 29,300 | 29,300 |
| | Max | 36,100 | 37,400 | 33,800 | 37,400 |
| 4 | Mean | 24,380 | 24,380 | 24,380 | 24,380 |
| | SD | 3,9575 | 3,9575 | 3,9575 | 3,6640 |
| | SE | 1,7699 | 1,7699 | 1,7699 | 0,9460 |
| | Min | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 |
| | Max | 30,200 | 30,200 | 30,200 | 30,200 |
| Total | Mean | 31,685 | 33,065 | 30,740 | 31,830 |
| | SD | 4,8736 | 5,8079 | 4,4021 | 5,0675 |
| | SE | 1,0898 | 1,2987 | 0,9843 | 0,6542 |
| | Min | 19,500 | 19,500 | 19,500 | 19,500 |
| | Max | 36,300 | 40,200 | 36,200 | 40,200 |

Cases Included 60 Missing Cases 0

Breakdown for Peso

| Producto | | Dosis | | | Total |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Mean | 19,440 | 22,320 | 18,560 | 20,107 |
| | SD | 1,7170 | 1,3236 | 0,5367 | 2,0464 |
| | SE | 0,7679 | 0,5919 | 0,2400 | 0,5284 |
| | Min | 18,000 | 20,200 | 17,800 | 17,800 |
| | Max | 22,200 | 23,800 | 19,000 | 23,800 |
| 2 | Mean | 23,040 | 28,840 | 22,280 | 24,720 |
| | SD | 2,6473 | 3,0640 | 2,9886 | 4,0538 |
| | SE | 1,1839 | 1,3703 | 1,3366 | 1,0467 |
| | Min | 19,000 | 24,200 | 19,000 | 19,000 |
| | Max | 25,800 | 31,800 | 25,800 | 31,800 |
| 3 | Mean | 21,640 | 23,600 | 18,560 | 21,267 |
| | SD | 1,4519 | 2,6796 | 1,4311 | 2,8017 |
| | SE | 0,6493 | 1,1983 | 0,6400 | 0,7234 |
| | Min | 20,200 | 20,200 | 16,600 | 16,600 |
| | Max | 23,600 | 27,600 | 20,200 | 27,600 |

| | | | | | |
|----------------|------|--------|---------------|--------|--------|
| 4 | Mean | 11,800 | 11,800 | 11,800 | 11,800 |
| | SD | 4,5343 | 4,5343 | 4,5343 | 4,1980 |
| | SE | 2,0278 | 2,0278 | 2,0278 | 1,0839 |
| | Min | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 |
| | Max | 17,400 | 17,400 | 17,400 | 17,400 |
| Total | Mean | 18,980 | 21,640 | 17,800 | 19,473 |
| | SD | 5,1662 | 6,9599 | 4,6648 | 5,8159 |
| | SE | 1,1552 | 1,5563 | 1,0431 | 0,7508 |
| | Min | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 | 5,0000 |
| | Max | 25,800 | 31,800 | 25,800 | 31,800 |
| Cases Included | | 60 | Missing Cases | 0 | |