

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Evaluación de cuatro niveles de fertilización en tomate riñón
(*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en
Puellaró- Pichincha.**

Sebastián Pazmiño Silva

Ingeniería en Agronomía

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

Quito, 31 de diciembre de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Evaluación de cuatro niveles de fertilización en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero en Puellaro-Pichincha.

Sebastián Pazmiño Silva

Nombre del profesor, Título académico

Mario Caviedes, PhD

Quito, 31 de diciembre de 2020

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Sebastián Pazmiño Silva

Código: 00133111

Cédula de identidad: 1718343468

Lugar y fecha: Quito, 31 de diciembre de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) es una especie perteneciente a la familia *Solanacea* con un importante consumo y distribución en todo el mundo. En el Ecuador, este cultivo para el año 2018, tuvo con una extensión de 1,452 ha a nivel nacional. El consumo anual per cápita de esta baya asciende a 4 kilogramos de tomate en consumo en fresco, mientras que el consumo per cápita entre frescos y elaborados asciende a casi 7 kilogramos. Los rendimientos en el Ecuador alcanzan las 21.75 Tm/ha, valores que son bajos en comparación con el promedio mundial, el mismo que asciende a 39 Tm/ha. Al no tener planes de fertilización del cultivo los pequeños y medianos productores, esta investigación tuvo como objetivo determinar el nivel óptimo de fertilización en tomate riñón para el Híbrido Titán (F1) usando 4 niveles de fertilización basados en el uso del fosfato di amónico (DAP). En el experimento se usaron 400 plantas del híbrido, sembradas a 3 bolillo en un área de 77 m². Los niveles de fertilización considerados fueron: Dosis 1 (16.20 gr/planta), Dosis 2 (24.30 gr/planta), Dosis 3 (32.40 gr/planta) y Testigo (Sin aplicación de fertilizante). Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en donde se seleccionaron 3 plantas de cada tratamiento al azar por cada repetición para registrar los valores de las diferentes variables de respuesta. Se evaluaron 4 variables a lo largo de 8 cosechas: rendimiento total por tratamiento; número total de frutos por planta; rendimiento de cosecha por planta y categorías (calibre) de fruto por tratamiento. De acuerdo con los resultados obtenidos, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para ninguna de las 4 variables en estudio. El experimento tuvo un rendimiento total de 896.46 kg para las 8 cosechas realizadas, siendo el tratamiento Dosis 2, el tratamiento con mayor productividad con 234.56 kg.

Palabras clave: Fosfato di amónico (DAP), Híbrido Titán (F1), Niveles de fertilización, Rendimiento, *Solanum lycopersicum*.

ABSTRACT

Tomatoes (*Solanum lycopersicum*) is a specie that belongs to the Solanaceae botanical family that has been consume and cultivated all around the world. In Ecuador, this crop in 2018 reported a cultivated area that reached 1,452 hectares. The consumption per capita of this fruit reached 4 kilograms for fresh fruit consumption, and a total of 7 kilograms per capita for fresh fruit and processed products from tomatoes. The yield in the country for the year 2018 is reported to be 21.75 ton/ha, which is consider low in comparison with the average world yield which stands to be 39 ton/ha. Because local small producers and medium producers don't have fertilization plans, this investigation had the main objective to develop a fertilization plan for the Hybrid Titan (F1), using 4 levels of fertilization base on the use of di ammonium phosphate (DAP). The experiment had 400 plants of tomatoes, transplanted in a distribution called 3 bolillo in a total area of 77 square meters. The 4 levels of fertilization were defined as: Dose 1 (16.20 gr/plant) Dose 2 (24.30 gr/plant), Dose 3 (32.40 gr/planta) and Control (without DAP). In this experiment the set of the studied was based on a complete design of full random blocks with 4 treatments and 4 different repetition in which there was 3 plants for each different repetition which were evaluated based on the response variables. During the 8 harvesting sessions 4 different response variables were evaluated: total yield per treatment; total number of fruits per plant; total production of harvest per plant and categories in which the fruit belong (depending of the weight). Base on the results obtained, there were no significant difference for any of the response variables in the experiment. The experiment had a total production of 896.46 kg for the 8 harvest sessions completed, being the treatment called Dose 2, the treatment with the best production having 234.56 kg of fruits harvest.

Keywords: Di ammonium phosphate (DAP), Hybrid Titan (F1), Fertilization levels, Production, *Solanum lycopersicum*, Yield

| | |
|---|-----------|
| <i>I. INTRODUCCIÓN</i> | 12 |
| 1.1 Antecedentes | 12 |
| 1.2 Justificación | 13 |
| <i>II. MARCO TEÓRICO</i> | 15 |
| 2.1 Taxonomía | 15 |
| 2.2 Botánica y características morfológicas de la planta | 16 |
| 2.3 Fenología del cultivo | 18 |
| 2.4 Germinación de la semilla | 18 |
| 2.5 Ciclo vegetativo de la planta | 18 |
| 2.6 Floración | 19 |
| 2.7 Etapa de fructificación | 20 |
| 2.8 Híbridos de tomate | 21 |
| 2.9 Híbrido de tomate Titán | 22 |
| 2.10 Fertilización y dosis en el cultivo del tomate | 23 |
| 2.11 Dosis de fertilización recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) | 24 |
| 2.12 Efecto de los fertilizantes en el desarrollo y crecimiento del tomate | 25 |
| <i>III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</i> | 27 |
| 3.1 General | 27 |
| 3.2 Específicos | 27 |
| 3.3 Hipótesis: | 27 |
| <i>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</i> | 27 |
| 4.1 Ubicación y características del área del experimento | 27 |
| 4.2 Condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio | 27 |
| 4.3 Condiciones y tipo de suelo | 28 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.4 | Contenidos del suelo del sitio del experimento. | 28 |
| 4.5 | Materiales y Equipo utilizado..... | 29 |
| 4.5.1. | Infraestructura..... | 29 |
| 4.5.2. | Equipos usados..... | 29 |
| 4.5.3. | Insumos..... | 29 |
| 4.5.4. | Material Biológico-..... | 30 |
| 4.5.5. | Características del material vegetal. | 30 |
| 4.6 | Métodos de manejo del experimento. | 31 |
| 4.6.1 | Establecimiento del cultivo..... | 31 |
| 4.6.2 | Disposición de las plantas en el experimento..... | 31 |
| 4.7 | Manejo Especifico del experimento. | 31 |
| 4.8 | Métodos Estadísticos | 33 |
| 4.8.1 | Tratamientos | 33 |
| 4.8.2 | Diseño Experimental..... | 33 |
| 4.8.3 | Aleatorización del experimento. | 34 |
| 4.9 | Variables de respuesta..... | 34 |
| 4.10 | Análisis de la Variancia.- | 36 |
| V. | RESULTADOS | 36 |
| 5.1 | Rendimiento por tratamiento | 36 |
| 5.2 | Rendimiento por planta | 37 |
| 5.3 | Numero de frutos por planta | 39 |
| 5.4 | Categoría determinada por el peso (calibre) de la baya por cada tratamiento .. | 40 |
| VI. | DISCUSION | 46 |
| VII. | CONCLUSIONES | 54 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 55 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| <i>IX. BIBLIOGRAFÍA</i> | 56 |
| <i>X. ANEXOS</i> | 61 |
| ANEXO A | 61 |
| ANEXO B | 63 |
| ANEXO C | 63 |
| ANEXO D | 64 |
| ANEXO E | 64 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabla #1: Cantidad de fertilizante DAP (18-46-00) expresado en gramos.</i> | <i>33</i> |
| <i>Tabla #2: Categorías del tomate por su peso en kilogramos</i> | <i>35</i> |
| <i>Tabla #3: Esquema del ANOVA realizado</i> | <i>36</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| <i>Figura 1: Esquema de aleatorización con bloques y tratamientos.....</i> | <i>34</i> |
| <i>Figura 2. Rendimiento por tratamiento.....</i> | <i>37</i> |
| <i>Figura 3. Rendimiento por cada tratamiento.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Figura 4. Rendimiento promedio por planta y por tratamiento.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Figura 5. Frutos por planta obtenidos en el experimento.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Figura 6. Frutos por tratamiento.....</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 7. Frutos cosechados de segunda categoría.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Figura 8. Frutos cosechados tercera categoría.....</i> | <i>44</i> |
| <i>Figura 9. Frutos cosechados cuarta categoría.....</i> | <i>45</i> |
| <i>Figura 10. Pesos ponderados por cada tratamiento.....</i> | <i>46</i> |

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*), perteneciente a la familia *Solanaceae* tiene su centro de origen en el continente sudamericano, en la zona Andina del mismo, compuesta por países como Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia. La domesticación de esta baya es discutida, aun así existen teorías que colocan a Perú como su centro de domesticación y otras, que defienden que el país centroamericano, México, dio lugar a su primera domesticación (Sánchez, 2017). El continente europeo, tuvo que esperar hasta el siglo XVI para la llegada de este cultivo a sus tierras, de todas maneras, no fue hasta el siglo XVII en donde el tomate dejó de ser considerado una planta tóxica y empezó a ser distribuido y producido por todo el continente europeo.

Hoy en día, considerando la producción mundial de las hortalizas, el tomate es considerada la segunda hortaliza con más extensión de siembra en el mundo y por consecuencia, una de las hortalizas que más aporta en cantidad de divisas a la economía agrícola mundial, después de la papa (Guzman et al., 2017). Esta planta herbácea anual/bianual, puede ser cultivada tanto con objetivos de consumo fresco o para la industrialización y variando en su ambiente de cultivo, que puede ser bajo invernadero o a campo abierto, dependiendo de las condiciones y las zonas de producción en las cuales este se encuentre.

La importancia de este cultivo es amplia, usado en todas las cocinas del mundo y por esa razón existen alrededor de 5 millones de hectáreas sembradas en todo el planeta contando tanto cultivos a campo abierto, como plantaciones bajo invernadero. Para el año 2018, de acuerdo, con datos presentados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de tomate tanto como consumo en fresco y baya destinada para industrialización llegó a ser de aproximadamente 182

millones de toneladas (FAO, 2018). El mayor productor de tomate en el mundo es China, llegando a producir un aproximado de 60 millones de toneladas. Por otro lado, el país con mayor rendimiento por metro cuadrado es Holanda, llegando a tener 50 kg/m² y 508.95 toneladas/ha por ciclo de cultivo en condiciones controladas. El rendimiento promedio del mundo alcanza, acorde con cifras estimadas por FAO las 39 toneladas por hectárea (FAO, 2020).

Por otra parte, en el Ecuador muestra un área de siembra de 1,452 hectáreas a nivel nacional. Así mismo, y considerando en las estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la región Sierra cuenta con 1,125 hectáreas sembradas y 1,073 hectáreas cosechadas, para el año 2019. La región Costa en cambio, cuenta con 327 hectáreas sembradas y el mismo número de hectáreas cosechadas, en su mayoría, a campo abierto. Las estimaciones de la producción para el Ecuador son de 31,591 toneladas, con un rendimiento de 21.75 Tm/ha a nivel nacional y 25.56 Tm/ha para la región Sierra (INEC- ESPAC, 2020).

1.2 Justificación

El tomate riñón o de mesa (*Solanum lycopersicum*) es un alimento con una presencia importante en la cocina ecuatoriana, y por tener grandes propiedades nutricionales, este ocupa un lugar en la canasta básica de los ecuatorianos. De acuerdo con el INEC, para agosto del 2020, la Canasta Básica Vital Familiar en su rubro de alimentos y bebidas destinó en valor de 14.26 dólares al rubro de verduras frescas, en los cuales se incluye el tomate de mesa (INEC, 2020). Considerando su presencia en este valor económico y social, se define a este producto, como algo necesario y esencial para el consumidor ecuatoriano. El consumo anual per cápita de esta fruta, arroja un total de aproximadamente 4 kilos de tomate por persona/año, solo tomando en cuenta la producción total del área cosechada nacional para fruta fresca (31,591 Tm). Si se tomaría

en cuenta la cantidad de productos consumidos con tomate ya procesado (en su mayoría importados), el consumo nacional per cápita asciende a casi 7 kg (Guanoluisa, 2014).

Debido a su creciente consumo, las fuentes de empleo que este genera en la serranía ecuatoriana y los bajos rendimientos que el país en general tiene en este cultivo, estos dos aspectos, permiten determinar la necesidad de investigar y desarrollar mejores manejos en temas de plagas y enfermedades y en el área de la nutrición de este cultivo. Es conocido, que una alta presencia de plagas y enfermedades es una de las principales causas para tener una reducción en rendimientos, o en casos extremos, la pérdida total de un cultivo. Debido a que las zonas destinadas a esta explotación han sufrido producciones intensivas, sin una rotación de cultivos, la presencia de limitantes de la producción es más alta y afecta tanto a nivel agronómico como económico al productor. Las enfermedades más comunes en la zonas productivas ecuatorianas y de la Sierra del país, son: Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón temprano (*Alternaria sp*), Marchitez (*Fusarium oxysporum*), Mildiu polvoso (*Leveillula taurica*) y Antracnosis (*Colletotrichum coccodes*, *C. Gloesporioides*) (López, 2017). Por otro lado, las plagas que más pérdidas económicas han causado en las zonas productoras ecuatorianas son: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Falsos medidores (*Trichoplusia ni*) y Gusanos trozadores (*Agrotis spp.* y *Spodoptera latisfacia*) (Villaviciencio y Vazquez, 2008).

Considerando, la nutrición del cultivo y su directa relación con los rendimientos y calidad de fruto, son factores que inciden en la producción y productividad del tomate en el Ecuador, siendo inferiores a otros países de la misma región. Generalmente, los pequeños agricultores no tienen la costumbre y muchas veces ni los medios, para realizar un análisis completo de suelos y agua previo a cada ciclo de siembra. El fertilizar sin conocer el estado del suelo y aplicar fertilizantes (tanto químicos, como orgánicos) en baja cantidad no suministrando todos los nutrientes necesarios para la planta, o aún peor,

aplicando en exceso e incurriendo en pérdidas significativas en su producción, estos son algunos de los limitantes que no han permitido un desarrollo apropiado de esta actividad agrícola en el Ecuador.

Se conoce que cada nutriente cumple un rol específico en la planta, en el caso particular de esta especie, hay nutrientes esenciales para el desarrollo en todo su ciclo, mientras que otros serán más demandados y absorbidos en etapas fenológicas particulares. Por ejemplo, el nitrógeno en la planta tiene una lenta absorción en el crecimiento inicial, pero una vez que la planta alcanza la floración, este elemento empieza a ser absorbido y demandado de manera más rápida. Algo similar, sucede con el potasio y en su caso particular, su tasa de absorción se acelera de manera importante en la formación de los primeros frutos (Haifa Group, 2013).

Debido a esas razones, se consideró importante investigar sobre uno de los factores más limitante de la producción de tomate riñón, como es la fertilización, a través de la evaluación de 3 dosis específicas de fertilización nitrogenada-fosfatada para cuantificar su impacto en términos productivos en el híbrido comercial Titán (F1), y así proponer mejores y eficientes planes de nutrición de cultivos para pequeños, medianos y grandes productores de tomate.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Taxonomía

De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA 2020), la taxonomía de tomate (*Solanum lycopersicum*) está definida de esta manera:

Reino: Plantae

Subreino: Trachebionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta (Angiospermae)

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: *Solanum* L.

Especie: *Solanum lycopersicum* L.

2.2 Botánica y características morfológicas de la planta.

La planta de tomate esta es considera una planta tipo arbusto, que dependiendo de sus cultivares, puede medir menos de 50 centímetros, llegado hasta los 2 metros. El tallo principal del tomate, al igual que sus tallos secundarios tienen la característica de ser anchos y con una considerable solidez. En relación al crecimiento de la planta, este será indeterminado o determinado, dependiendo de la variedad que sea analizada. El crecimiento indeterminado tiene la característica de tener la dominancia de una sola yema, mientras que en el crecimiento determinado en el ápice de las ramas, aparecerá una inflorescencia terminal (J. Fornaris, 2007).

Las hojas de esta planta son compuestas, con una forma pinnada y su tamaño va a depender en gran medida por las condiciones agroclimáticas en donde esta se encuentre. La lamina de las hojas está en un rango de extensión de 15 a 30 centímetros, la cual estará dividida en folíolos pares con un máximo de 12 por lamina. Las hojas de esta planta son dentadas, en su mayoría rizadas, con algunas excepciones siendo lisas. El peciolo que sostiene estas hojas compuestas puede medir 2.50 cm, y alcanzar hasta 6.35 cm en los casos de los cultivares con mayor tamaño. Tanto tallos, hojas y peciolos están recubiertos por pelos de secreciones glandulares, los cuales emiten un olor característico al ser manipulados (J. Fornaris, 2007).

La raíz de la planta de tomate va a variar dependiendo de si esta fue cultivada para ser trasplantada o si su crecimiento se dio en condiciones de siembra directa. Esta es una raíz pivotante, que en siembra directa su rango de alcance de profundidad va desde 1.20 metros a 3 metros cuando las condiciones de suelo así lo permiten. A más de la raíz principal, las raíces secundarias son fibrosas y pueden llegar a formar un sistema radicular con radios de alcance superiores a los 1.50 metros. A diferencia de las raíces que crecen con siembra directa, las plantas trasplantadas tendrán sistemas radiculares que no alcanzan profundidades superiores a los 30 centímetros (Hernández et al., 2009).

De acuerdo con el Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO), las flores de *Solanum lycopersicum* se agrupan en racimos simples o ramificados. La estructura de la flor presenta cáliz y corola. Al formar parte de la familia *Solanaceae*, su flor está compuesta por 5 pétalos con tonos de amarillo. Las inflorescencias en el tomate pueden ubicarse en distintos pisos productivos de la planta, llegando a tener de entre 3 a 10 flores. Al ser el tomate una especie autógama, sus flores se autofecundan y tienen la característica de ser hermafroditas (SINAVIMO, 2020).

La fisiología de la planta de tomate permite que la apertura de flores sea sucesiva, debido a eso es común encontrar en una misma inflorescencia flores ya cuajando, frutos y flores con reciente apertura. El fruto del tomate es considerado una baya, sus tonos de color van desde el rojo intenso, pasando por amarillo, y llegando a ser morado, dependiendo de las variedades y el tipo de tomate. Este comúnmente tiene una forma globular, de todas maneras, también puede ser achatado y en forma de pera, en el caso de los tomates tipo saladette. Existe una variación importante entre las variedades e híbridos que han surgido del cultivo de tomate y su domesticación, comparado a los materiales silvestres conocidos de este género. Mientras los cultivados tienden a la forma de esfera, las accesiones de genotipos silvestres, siempre tienen tamaños más pequeños y formas

elongadas (Brewer et al., 2007). El tamaño del fruto también va a variar, dependiendo de la variedad y la interacción genotipo-ambiente a la que este haya sido sometido. El diámetro del fruto se encuentra en el rango de 3 cm a 16 cm.

2.3 Fenología del cultivo

La planta de tomate durante su ciclo de vida atraviesa cuatro etapas principales hasta llegar a la senescencia.

2.4 Germinación de la semilla.

La primera etapa del ciclo fenológico de esta planta perteneciente a la familia *Solanaceae* es, la germinación de la semilla, la misma que en condiciones adecuadas, empezar a brotar en un periodo de aproximadamente 8 días después de que la semilla fue colocada en un sustrato. Las condiciones favorables para que la semilla germine en el plazo antes mencionado, son: suelos o sustratos con alta humedad y temperaturas que sobrepasen los 24 grados Celsius, y menores a 30 grados Celsius. Las primeras hojas que aparecen después de que la semilla cumplió su ciclo germinativo son llamadas “hojas no verdaderas”, las mismas que cumplirán el rol de proveer por medio de fotosíntesis, compuestos que ayudaran a que la planta de tomate empiece su desarrollo radicular (SINAVIMO, 2020).

2.5 Ciclo vegetativo de la planta.

En esta siguiente etapa de su fenología (15 a 20 días después de la germinación), la planta direcciona todos los nutrientes y energía a la formación de las hojas verdaderas, un fuerte sistema radicular y el crecimiento de un tallo vigoroso. Al igual que en la etapa previa, la temperatura y la cantidad de radiación, permite a la pequeña plántula ser más eficiente, y continuar con la producción de hojas y primordios foliares en intervalos de 2 a 5 días. Debido a que en este estado, la planta ha adquirido mayor fuerza y vigorosidad,

puede resistir temperaturas más bajas, las mismas que no pueden ser menores a 12 grados Celsius y no mayores a 30 grados Celsius (Major et al., 2015). Debido a las condiciones que ahora demanda la planta, es importante suministrar al tomate un mínimo de 6 horas de luz natural (de ser posible) o luz artificial por día.

2.6 Floración.

Esta etapa es crítica en la fenología de esta especie, ya que, con una buena formación floral, existirán cosechas con las características deseadas en cada variedad. En esta etapa de crecimiento, las plantas comenzaran con la aparición su primer set de flores. Hablando en particular de las variedades determinadas, estas presentaran todas sus flores en un corto periodo de tiempo, el cual se caracteriza por la aparición de todas las flores de su ciclo de vida y una entrada en senescencia en donde ya no presentara más hojas nuevas. Debido a este fenómeno, en plantas de crecimiento determinado, la etapa de floración marca el final del crecimiento vertical de la planta. En el caso de las variedades de tomate indeterminado, estas no tendrán una floración homogénea, es más, muchas de estas variedades después de la etapa de floración, seguirán desarrollando set de flores de menor tamaño y seguirán teniendo el surgimiento de hojas nuevas, hasta llegar a un periodo de senescencia en la última etapa de crecimiento. La emergencia floral tanto en variedades determinadas, como en variedades indeterminadas tiene su surgimiento en aproximadamente 45 días después del trasplante (DDT) o establecimiento de la planta (Restrepo Salazar, Cabrera Vallejo, y Lobo Aria, 2008). Debido a la variabilidad entre cultivares y factores climáticos a los que se someta al cultivo, el número de flores por inflorescencia es también variante, llegando a tener 300 en especies silvestres.

2.7 Etapa de fructificación.

El fruto de la planta de tomate es considerado climatérico, esto quiere decir que, al atravesar el proceso de maduración, este experimentara cambios en el sabor, textura, en su coloración y finalmente su aroma. Así mismo, en este proceso el fruto experimenta cambios bioquímicos propios de la especie, acorde con (San Martín-Hernández et al., 2012), entre los más importantes procesos se encuentra la degradación de la clorofila, primer paso para la síntesis de carotenoides. De estos compuestos, finalmente se sintetizan el licopeno, sustancia antioxidante la cual proporciona el color rojo al fruto y también el β -caroteno, compuesto carotenoide considerado el iniciador de la síntesis de la vitamina A en diferentes especies vegetales.

La etapa de fructificación comienza cuando los pétalos de las flores mueren y caen, momento en donde se da inicio a la emergencia del fruto. Según (SINAVIMO, 2020), el comienzo de la fructificación se da a partir de la fecundación de los óvulos. Esta etapa puede ser dividida en tres importantes estadios: formación del grano de polen, polinización y la posterior fecundación. El periodo de formación de ovario hasta llegar a un fruto maduro va a depender del cultivar, posición del racimo en pisos productivos de la planta, condiciones de fertilización y nutrientes presentes en el suelo, y por ultimo las condiciones agroclimáticas a las que la planta haya sido sometida. En promedio, este periodo dura de 7 a 9 semanas. Debido a condiciones climáticas adversas, el aborto o fallo en el cuaje se torna uno de los problemas más importantes y con mayores pérdidas económicas para productores de tomate. Según (Allende C et al., 2017), la temperatura óptima para un correcto cuaje de frutos es aproximadamente 21 grados Celsius, siendo 7 grados Celsius la temperatura en donde la planta mermara su producción y los frutos tendrán pocas o ninguna semilla.

2.8 Híbridos de tomate

En la agricultura, la obtención de híbridos y su uso se ha vuelto una práctica bastante común y con grandes ventajas a la hora de obtener mejores resultados en campo en relación a todos los factores que afectan la productividad y los rendimientos.

De acuerdo con Cubero (2003), la obtención de híbridos, independientemente del sistema de reproducción de la planta o si este se dará por medios naturales o asistido por el hombre, se deben seguir pasos establecidos y sucesivos para lograr una satisfactoria hibridación. El esquema general para la obtención incluye estos tres pasos:

1. Obtención y evaluación de parentales
2. Mantenimiento de los parentales asegurando la permanencia de sus características a lo largo del tiempo.
3. Producción en masa de semilla híbrida comercial estable.

A partir de este esquema, existe la posibilidad de generar distintos tipos de híbridos. Empezando por el híbrido simple, o conocido como dos vías, este es aquel que produce la mayor homogeneidad, bastante común en híbridos de tomate. El siguiente es un tipo de híbrido llamado de tres vías, el mismo que se deriva del uso de un híbrido simple AxB, que actúa como parental femenino, cruzado con otro parental C.

El híbrido de cuatro vías, responde a un cruce similar al de tres vías, usando en este caso dos híbridos simples (AxB) y (CxD), como parentales del cruzamiento.

La obtención de un híbrido que sea viable, y que logre salir como un material comercial es algo complicado de obtener, debido principalmente, a la cantidad de operaciones que se deben realizar para dar paso a este tipo de mejoramiento genético. El costo de obtención, y liberación es alto, debido a eso, estos materiales son ofertados en distintas casas comerciales a precios altos, que superan a variedades comunes del mismo cultivo.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los híbridos analizándolos de la perspectiva de un agricultor?

Las principales ventajas a la hora de adquirir una semilla híbrida son, acorde con (Cubero, 2003) son:

- Máxima expresión del vigor híbrido
- Mayor uniformidad fenotípica

Por otro lado, una de las desventajas es su alto costo a la hora de establecer un cultivo. Otra de las desventajas más importantes y al mismo tiempo, de las más comunes, es la obtención y siembra de materiales híbridos de baja calidad, los cuales no suelen provenir de líneas puras y por consecuencia en zonas probadas de cultivo, su desempeño sea menor o igual al de una variedad comercial común.

2.9 Híbrido de tomate Titán.

El híbrido de tomate Titan (F1) es perteneciente a la casa comercial Sakata, un “breeder” internacional con más de 100 años de experiencias en la creación y comercialización de variedades de hortalizas y flores.

Este híbrido, distribuido por Andina Seed, una comercializadora de semillas en el Ecuador, tiene las siguientes características:

1. Híbrido de crecimiento indeterminado
2. Grandes resultados tanto en cultivo a campo abierto, como en invernadero
3. Plantas de tamaño compacto
4. Distancia de los entrenudos corta
5. Uniformidad de tamaño y maduración en racimos productivos
6. Frutos con larga vida en percha, con pesos de 250 gramos en promedio
7. Resistencia a:

a. *Verticilium*

b. *Fusarium*

c. *ToMV*

Fuente: (Andina Seed, 2020)

2.10 Fertilización y dosis en el cultivo del tomate

Como en todos los cultivos, la fertilización y las dosis usadas van a ser influenciadas por un sin número de factores, en los cuales se incluye:

- Tipo de suelo
- Cantidad de nutrientes encontrados en el suelo
- Clima
- Técnica de cultivo (campo abierto/bajo invernadero)
- Tipo de aplicación de nutrientes (por goteo, granulada o de manera foliar)

Debido a ello, se menciona que es importante realizar un correcto análisis del escenario específico de cada cultivo antes de realizar una siembra. Aun así, existen parámetros y generalidades que aplican a la mayoría de las situaciones en lo que tiene que ver con la fertilización y las dosis a ser aplicadas. Asimismo, (Gorini, 2018), y su Guía Completa del Cultivo del Tomate, menciona que durante el crecimiento vegetativo es importante y necesario el uso de fertilizantes minerales para estimular el desarrollo, haciendo énfasis en sugerir el nitrato de amonio, o fertilizantes binarios que combinen componentes de fósforo y amonio. El autor, también hace mención, a la importancia de evitar los excesos de nitrógeno y la vegetación exagerada que este nutriente en específico puede causar. Al fomentar de manera excesiva el crecimiento vegetativo, se estará diezmando la futura producción de bayas.

Un elemento particular de gran utilidad a la hora de aplicar fertilizantes es conocer la fenología del cultivo, y la curva de extracción de los nutrientes basada en los días

transcurridos después de la siembra. La aplicación de nutrientes debe también estar guiada en base a los resultados esperados o rendimiento que se desea alcanzar. Debido a que las fases fenológicas son demandantes de distintos tipos de nutrientes, (Tjalling, 2007), recomienda realizar no solo el análisis de suelo previo a la siembra, si no, también efectuar uno a las 4 semanas y a las 8 semanas después del establecimiento del cultivo.

Tal y como se mencionó anteriormente, el tipo de aplicación del fertilizante también jugara un rol a la hora de escoger la cantidad y el tipo de nutriente a ser usado. El fertirriego es una de las practicas más usadas hoy en día, y debido al mejor aprovechamiento y absorción de nutrientes es el preferido por agricultores en la región.

La aplicación de llamadas de cobertura o al suelo de los fertilizantes granulados es también realizada, pero en menor cantidad. En producciones a campo abierto y a gran escala es común este tipo de aplicación.

2.11 Dosis de fertilización recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

De acuerdo con (Villaviciencio y Vazquez, 2008) y su Guía Técnica de Cultivos, el cultivo del tomate requiere de suelos con un pH que varía entre 6-8 y la primera fertilización realizada es recomendada realizarla previo a la siembra con 150 kg/ha de nitrógeno, 40 kg/ha de fosforo y 180 kg/ha de potasio. A esto se le añade la aplicación de alguna fuente de abono orgánico o humus de lombriz en cantidades de 5 kg/m².

En base al respectivo análisis de suelo y foliar realizado a la planta, INIAP menciona que se va a corregir las deficiencias de nutrientes o los excesos por medio de la técnica de fertilización por fertirrigación.

Las aplicaciones de fertilizante deben ser periódicas y dependiendo de la calidad de los suelos y la curva de absorción del cultivo; esta debe ser realizada y dividida en 2 veces por semana por todo el ciclo del cultivo.

2.12 Efecto de los fertilizantes en el desarrollo y crecimiento del tomate.

Independientemente de la fase fenológica en la que se encuentre la planta, cada nutriente tendrá un rol diferente, así mismo, las cantidades que la planta demandara del mismo serán distintos. A continuación, y basándose en información provista por YARA (empresa formuladora y comercializadora de fertilizantes) se presentara el rol que cumple cada nutriente por fase en la que se encuentra el tomate (YARA-United States, 2020).

En el establecimiento de la plantación, en los primeros días después de la siembra, el nitrógeno y el potasio cumplen la función de promover un desarrollo vigoroso en los primeros días de crecimiento de la planta. El fosforo por su parte, será esencial y ayudará a que las primeras raíces empiecen su crecimiento. Por otro lado, la presencia de micronutrientes como el boro, zinc, manganeso y molibdeno aseguran un buen crecimiento de los primeros brotes de la planta, ayudando a una correcta formación de las primeras hojas verdaderas de la planta de tomate.

En la fase fenológica conocida como crecimiento vegetativo, el nitrógeno y el fósforo continúan siendo promotores de un crecimiento continuo, siendo los principales motores del aumento de follaje y elongación de tallos. Por otro lado, la acumulación de nutrientes y tejidos en las hojas estará controlado por la cantidad de potasio y magnesio que la planta pueda extraer o que se haya suministrado. En esta etapa del cultivo, entra también a formar parte la presencia de calcio y azufre, los cuales se encargaran de mantener el crecimiento vigoroso de la planta (Coutinho Edson et al., 2014).

Llegando a la etapa de floración y del cuaje de frutos, el rol del nitrógeno disminuye, de todas maneras, este, y el potasio se van a encargar de maximizar el número de flores y mantener un estable crecimiento de la planta. El fósforo en cambio, se encargará de promover el desarrollo del fruto, que, sumado al calcio y su efecto en el aparato reproductivo de la planta, comenzaran con el cuaje del mismo. En esta etapa particular del cultivo, existe un macronutriente secundario que alcanzara el pico de sus requerimientos, y ese es el magnesio (Sainju, Dris, y Singh, 2003) Este nutriente mejorara y actuara de promotor de la floración y la maximización de la producción del cultivo.

En la última etapa del ciclo del cultivo del tomate se presenta la maduración de los frutos y la proximidad a la cosecha y futura senescencia de la planta. El nitrógeno en el caso particular de esta etapa fenológica llega a sus puntos más bajos de absorción, y la planta aprovecha los niveles bajos de aplicación del mismo, solo para mantener un constante llenado de fruto. El otro macronutriente esencial, fósforo, potenciara de gran manera la calidad nutricional de la baya. En esta etapa del cultivo existe una relación entre la cantidad de fósforo y potasio, ya que el segundo será precursor de la asimilación y maximización de los niveles de fósforo en la planta. En relación a la calidad fisiológica del fruto, el calcio será el elemento que permita mantener firmeza en el fruto y al mismo tiempo alargar la vida en percha de la baya. Mencionando al magnesio, este alcanzara los valores requeridos máximos en esta etapa ya que la planta demandara este nutriente para maximizar su producción de frutos. Por último, el boro y el zinc serán responsables de proveer y asegurar una maduración homogénea y coloración uniforme en el proceso de madurez que experimenta el tomate en la planta y en la postcosecha.

III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 General

1. Determinar el nivel óptimo de fertilización de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) en el híbrido comercial Titán, usando cuatro niveles de fertilización nitrogenada-fosfatada.

3.2 Específicos

1. Cuantificar el efecto de las dosis de fertilización que permitan obtener frutos de mayor calibre y mayor volumen de bayas por planta.
2. Verificar el efecto de dosis en diferentes variables agronómicas.
3. Seleccionar la dosis óptima de fertilización que permita incrementar la producción y productividad del tomate híbrido.

3.3 Hipótesis:

La aplicación de fertilizantes con componentes nitrogenados y fosfatados incrementa el rendimiento de tomate híbrido sembrado bajo condiciones de invernadero.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación y características del área del experimento

La investigación se la realizó en la finca productora del Ing. Gabriel Bucheli llamada Finca Josefina, ubicada en la Vía Pisque-Puellaro, cercana a la parroquia rural Puellaro, perteneciente a la provincia de Pichincha. Las coordenadas de la ubicación del estudio son: 0.012694, -78.396656, 00°06'50" latitud Norte y a 78°45'21" longitud Oeste.

4.2 Condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio

La parroquia Puellaro se encuentra en las estribaciones sur del Nudo de Mojanda-Cajas. Debido a que esta es una zona con un número considerable de accidentes

geográficos, sumado a la predominancia de suelos volcánicos, la parroquia de Puellaro cuenta con pisos altitudinales que van desde los 1500 a los 2600 msnm.

El clima de la zona es considerado mediterráneo ya que cuenta con veranos cálidos y humedades relativas bajas. El invierno en esta zona tiene la característica de tener temperaturas frías (GAD Parroquial Puellaro, 2015).

- Temperatura media anual: 16° C
- Precipitación media anual: 1626mm
- Humedad media: 86%
- Índice UV: 4

4.3 Condiciones y tipo de suelo

En la zona descrita anteriormente se presentan suelos con arenosos en un 70% y con contenidos de arcilla que varían y que no superan el 30%. Debido a los accidentes geográficos y el hecho de que gran parte de la zona guarda cercanía con el cauce del Rio Guayllabamba, los valores tanto de arena y arcilla pueden variar.

En los pisos altitudinales más elevados se encuentran suelos con alta presencia de humus y materia orgánica, mientras que en zonas menos elevadas y debido a la cercanía del río, es común encontrar altos contenidos de sedimentos y suelos propicios para la explotación agrícola debido a la abundante cantidad de agua proveniente del río y vertientes naturales que desembocan en el mismo (GAD Parroquial Puellaro, 2015).

4.4 Contenidos del suelo del sitio del experimento.

En base al análisis de suelo realizado el 16 de diciembre del 2019, en el lugar específico del sitio del experimento se presentaban estos valores:

- Textura: Franco-Arenoso
- Contenido de materia orgánica: 3.2 mS/cm
- Conductividad eléctrica: 1.36 mS/cm

- pH (en H₂O): 7.0
- pH (en KCl): 6.8
- Fracción de partícula:
 - Arena: 76%
 - Limo: 19%
 - Arcilla: 5%

Fuente: Análisis realizado por la empresa AgrarProjekt (2019)

4.5 Materiales y Equipo utilizado

Para la investigación se utilizaron los equipos descritos a continuación:

4.5.1. Infraestructura.

- Invernadero con estructura metálica: 5000 m²
- Cintas de goteo y accesorios del riego.
- Alambre templado para guiados de plantas.
- Postes de madera y estacas
- Herramientas para labores culturales
- Cinta para guiado de tomate

4.5.2. Equipos usados.

- (2) bombas 20 litros para fumigación
- Bomba móvil de combustible de caudal para fumigación 0,75 HP.
- (3) Balanza digital
- Balanza mecánica
- Motocultor a diésel (Con motor FORD y accesorios Pascuali)

4.5.3. Insumos.

- Fertilizante granulado: DAP 18-46-00

- Fijador Nu-Film-P
- Dipel 8L (*Bacillus thuringiensis*)
- Neem X (4 g/l de Azadirachtina)
- Bala 55 (Insecticida: Chlorpyrifos + Cypermethrin)
- Agral 90 (Dispersante no iónico)
- Duoplus (*Trichodermas* sp.)
- Bioenergía (Estimulante orgánico)
- Calciboro (Oxido de calcio, Boro)
- Phytion (Funguicida- Sulfato de cobre pentahidratado)
- Kazumin 2 LIQ (Funguicida-Bactericida, Kasugamicina 20 g/l.)

4.5.4. Material Biológico-

El material vegetal usado en el estudio fue el Híbrido Titán (F1), propagado por la empresa Plantines Alver S.C.C, con ubicación en la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura.

4.5.5. Características del material vegetal.

- Híbrido de crecimiento indeterminado
- Plantas con un tamaño compacto, con entrenudos con corta distancia entre cada uno
- Fructificación uniforme
- Características productivas deseables a campo abierto y bajo condiciones de invernadero
- Frutos con pesos promedio aproximado de 180 a 250 gramos.
- Resistencia a:
 - *Verticilium*

- *Fusarium*
- Virus del mosaico del tomate (ToMV)

4.6 Métodos de manejo del experimento.

4.6.1 Establecimiento del cultivo.

Siembra: Realizada el 24 de julio del 2020

Se usaron 400 plantas del Híbrido Titán (F1) en camas con dimensiones de:

- Ancho: 0.80 metros
- Alto: 0.20 metros

En total se usaron 16 camas de 6 metros de largo, con una distancia entre ellas de 0,30 metros. Para un área neta de 76,8 metros.

4.6.2 Disposición de las plantas en el experimento.

Se uso el método de separación llamado tres bolillos, con una separación entre plantas de 0.40 metros. El número total de plantas por cama tuvo una variación de 24-26 plantas por cama. Es decir, una densidad calculada de 5.4 plantas/m².

4.7 Manejo Específico del experimento.

4.7.1 Siembra (Trasplante).

Se adquirieron plantas con 3 hojas verdaderas, listas para ser trasplantadas después de su germinación. Previo a la siembra de los trasplantes se procuró mantener una humedad constante en el suelo, evitando así el maximizar el estrés que los pilones sufren al entrar en contacto con el nuevo sustrato.

4.7.2 Guiado y tutoreo.

Una vez las plantas alcanzaron los 40-45 cm de altura, se procedió a tuturar la planta con ayuda de hilo verde de polipropileno, el cual se teje desde la base de la planta,

rodeando su tallo y guiando la planta. Este se ató a un alambre galvanizado y templado que se ubicó en línea de las camas. Cada 10 días se procedió a guiar el ápice de las plantas.

4.7.3 Desbrote.

El desbrote es considerado una poda de formación. Se lo realizó en la planta para evitar el crecimiento brotes laterales a partir de los 30 días después del trasplante, y se lo continuó haciendo cada 10 días a lo largo del ciclo del cultivo. Este fue realizado manualmente usando tijeras de poda.

4.7.4 Despunte.

Al ser un híbrido con crecimiento indeterminado, es necesario realizar una poda en la parte apical de la planta para así evitar la formación de más pisos productivos en la planta. En el caso particular del experimento, se esperó a que la planta forme su quinto piso productivo y se procedió a realizar el despunte con tijeras de poda. Esta práctica ayuda al llenado de frutos y translocación de nutrientes al mismo.

4.7.5 Riego.

Este fue realizado con una periodicidad de tres veces a la semana. Debido a la variación del clima, esta podía variar a dos veces por semana, o subir a cuatro veces por semana, si esta fue una semana con temperaturas altas y humedad relativa menor.

4.7.6 Aplicación de agroquímicos.

La aplicación de los insumos ya mencionados fue dividida en dos partes. Los lunes de cada semana se empleaba insecticidas y funguicidas de manera preventiva y curativa si el avance de la plaga o enfermedad ameritaba. Los viernes de cada semana se usaba controladores biológicos y estimulantes para controles y una mejor aceptación de la planta.

4.7.7 Fertilización por sitio.

Para maximizar el efecto del Fosfato di amónico, ver la respuesta particular en cada planta y la diferencia entre tratamientos aplicados, se usó una fertilización por cada planta. Esta fue realizada mediante una media luna cavada cuidadosamente en la base del tallo de la planta, en donde se espolvoreo la cantidad de fertilizante granulado definido para cada tratamiento. Se procedió a cubrir el fertilizante con el mismo suelo y así evitar un posible lavado por el agua de los goteros aplicada inmediatamente después de la aplicación.

4.7.8 Metodología de la fertilización.

Esta fue realizada a los 45 DDT basándose en el análisis de suelo realizado previo a la siembra el cual mostraba los siguientes valores (ANEXO A) con relación a la disponibilidad de N-P-K en el suelo en el momento previo al establecimiento del cultivo.

4.8 Métodos Estadísticos

4.8.1 Tratamientos

Tabla #1: Cantidad de fertilizante DAP (18-46-00) expresado en gramos.

| Nutriente evaluado | Fosfato di amónico |
|--------------------|-------------------------------------|
| Tratamientos: | Cantidad en gramos aplicados/planta |
| Dosis 1 | 16.20 |
| Dosis 2 | 24.30 |
| Dosis 3 | 32.40 |
| Testigo | Sin aplicación de fertilizante |

4.8.2 Diseño Experimental

En el experimento se utilizó un diseño De Bloques Completos al Azar, en donde se evaluaron 3 distintas dosis de fosfato di amónico y un testigo sin fertilización para la

fertilización y cuatro repeticiones por cada tratamiento. Por cada tratamiento se escogió a tres plantas muestras para ser evaluadas, dando como resultado un total de 12 unidades experimentales por bloque y un total general de 48 UE en todo el estudio.

4.8.3 Aleatorización del experimento.

Se usaron 4 bloques, dispuestos de esta manera en donde se aleatorizó la ubicación de cada tratamiento dentro del bloque (Figura 1).

Figura 1: Esquema de aleatorización con bloques y tratamientos

| | Bloque 1 | Bloque 2 | Bloque 3 | Bloque 4 |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cama 1 | T | 1 | 2 | T |
| Cama 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Cama 3 | 1 | 3 | T | 1 |
| Cama 4 | 2 | T | 1 | 3 |

4.9 Variables de respuesta.

El estudio en su fase vegetativa y productiva definió 4 variables a medir, las cuales se presentan a continuación:

4.9.1 Rendimiento total por tratamiento.

Para esta variable se tomaron en cuenta todas las plantas de cada tratamiento, incluyendo las 12UE de cada uno, sin tomar en cuenta los bordes de cada tratamiento, las mismas que fueron 4 plantas de los extremos de cada cama o hilera.

4.9.2 Número total de frutos por planta.

En el caso de esta variable, se cuantifico el número total de frutos por planta por cada cosecha y por cada UE. El registro de datos tuvo en cuenta la sumatoria de frutos cosechados en cada sesión de cosecha (8) por cada tratamiento.

4.9.3 Rendimiento de cosecha por planta.

Dicha variable se analizó solamente con respecto a las 12 plantas seleccionadas por tratamiento, por las 8 cosecha realizadas.

4.9.4 Categorías (calibre) de fruto por cada tratamiento.

Esta variable en particular tomo en cuenta el peso en kilogramos de cada fruto obtenido a lo largo de las 8 sesiones de cosecha realizadas, en las 12 plantas analizadas presentes en cada tratamiento.

Tabla #2: Categorías del tomate por su peso en kilogramos

| Categoría de clasificación | Rangos de peso (kg) |
|----------------------------|---------------------|
| Primera | Mayor a 0.161 |
| Segunda | Entre 0.101 y 0.160 |
| Tercera | Entre 0.061 y 0.099 |
| Cuarta o Bola | Menor a 0.060 |

4.10 Análisis de la Variancia. -

Al experimento se lo analizó por medio de un ANOVA (análisis de varianza).

Tabla #3: Esquema del ANOVA realizado

| Fuentes de variación | Grados de libertad |
|----------------------|--------------------|
| Total | 15 |
| Bloques | 3 |
| Tratamientos | 3 |
| Error Experimental | 9 |

A las cuatro variables en estudio se les realizó pruebas de significación estadística de Tukey al 5%.

Se presentarán los valores de la desviación estándar de las medias S_y y el valor de desviación estándar denominado S_d .

V. RESULTADOS

5.1 Rendimiento por tratamiento

Con base a los valores obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA) y su valor de F esta variable no presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Para esta variable, se obtuvo un valor de 13.96% para el coeficiente de variación, un valor de 3.91 para el S_y y 5.53 para el S_d . En el caso de los tratamientos, la media de los mismos por bloque fue de 56.03 kg. Al realizar la prueba de Tukey ($\rho \leq 0.05$), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (ANEXO B).

El rendimiento de los tratamientos (dosis de fertilización) se estimó en base a 8 cosechas, con una producción total de 896.46 kg. En relación a los tratamientos, la dosis 2 (24.30 gr/planta de DAP) fue el tratamiento con la mayor producción, obteniéndose un valor 234.56 kg en 8 cosechas realizadas. El tratamiento con el menor rendimiento fue el

tratamiento Dosis 1 (16.20 gr/planta de DAP), en el cual se obtuvo una producción total de 215.45 kg (Figura 1).

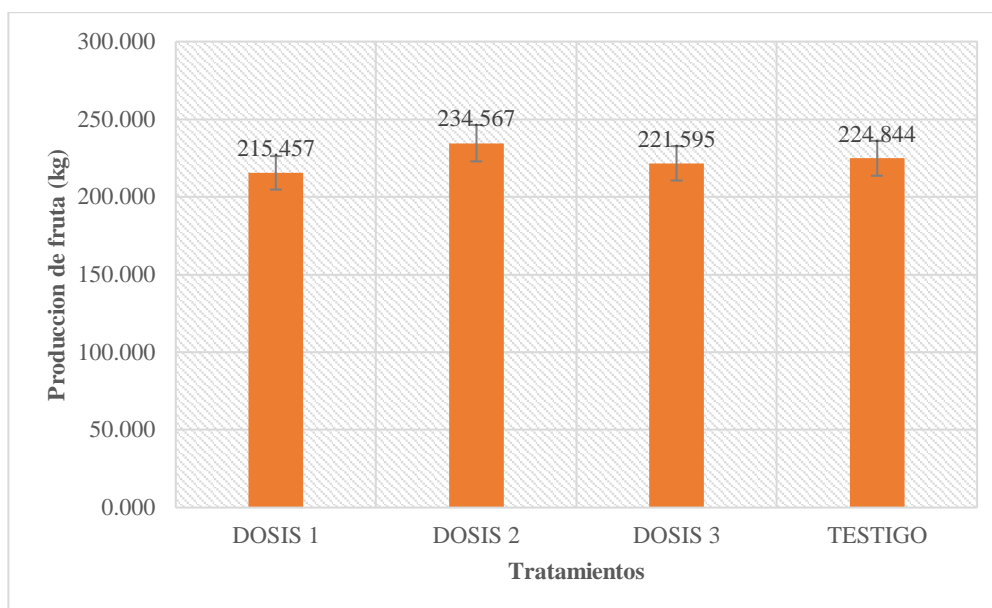


Figura 2. Rendimiento por tratamiento. Comparación de rendimientos obtenidos en 8 cosechas por cada tratamiento sometidos a una fertilización de fosfato di amónico.

5.2 Rendimiento por planta

Esta variable midió el rendimiento por unidad experimental en estudio 16UE. El valor para el componente más importante del ANOVA y su prueba de F (ANEXO E), mostro que no existió diferencia significativa entre tratamientos, más si una diferencia entre bloques teniendo un valor de F calculada mayor al valor de la F esperada. El valor del coeficiente de variación para esta variable fue de 14.68%, un valor de S_y de 0.13 y un valor de 0.19 para el S_d . Para los tratamientos, también se calculó la media de los tratamientos considerando, las 8 cosechas realizadas, este tuvo un valor de: 3.33 kg/planta. Al realizar la prueba de significación estadística de Tukey ($p \leq 0.05$), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (ANEXO C).

El tratamiento que tuvo un mayor rendimiento promedio fue el tratamiento Testigo (sin aplicación de DAP) el cual tuvo una producción total de 14.06 kg en las 8 cosechas

realizadas. Por otro lado, el tratamiento con el menor rendimiento fue la Dosis 1 (16.20 gr/planta DAP), el cual presento 12.69 kg en las 8 cosechas realizadas (Figura 2).

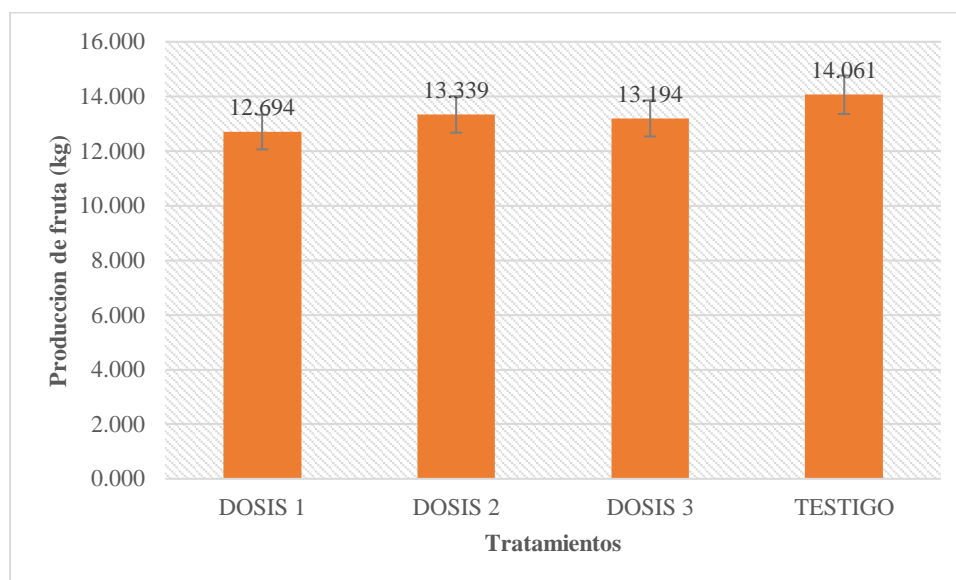


Figura 3. Rendimiento por cada tratamiento. Comparación de rendimientos obtenidos por cada tratamiento en ocho cosechas.

Estos valores transformados a un promedio por planta, por cada tratamiento, muestran que en los tratamientos se obtuvieron rendimientos promedios (entre las 3 plantas evaluadas/tratamiento) varían entre 3.17 kg/planta y 3.51 kg/planta para el rendimiento más alto (Figura 3).

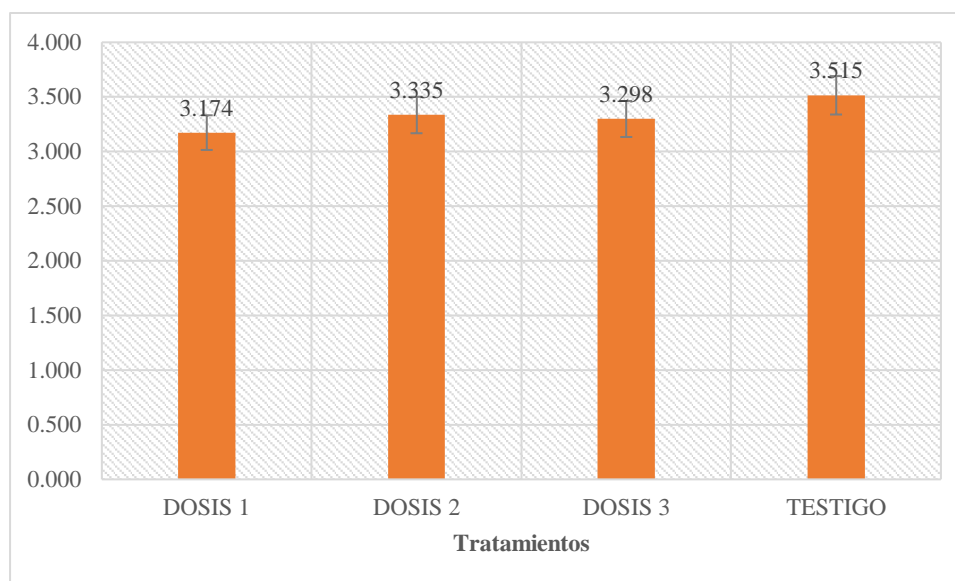


Figura 4. Rendimiento promedio por planta y por tratamiento. Comparación del rendimiento de cada tratamiento obtenidos después de ocho cosechas.

5.3 Numero de frutos por planta

Esta variable en estudio midió el número de frutos obtenidos en el experimento por su respectivo tratamiento. El análisis de varianza y su prueba F mostraron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero si una diferencia entre bloques. El coeficiente de variación que se obtuvo fue de 27.66%, mientras que el Sy de 1.19 y el valor del Sd de 1.69 (ANEXO D). Los tratamientos tuvieron un promedio de 8.63 frutos/planta a lo largo de las 8 cosechas realizadas. Este valor fue obtenido mediante un promedio realizado entre las 12 plantas que se seleccionaron para los 4 tratamientos. Al realizar una prueba de significación estadística de Tukey ($p \leq 0.05$), no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

El tratamiento que obtuvo un mayor número de frutos cosechados en las 8 cosechas fue el tratamiento Testigo (sin aplicación de DAP), el cual obtuvo un total de 105.33 frutos cosechados en las plantas evaluadas. Por otro lado, el tratamiento que tuvo el menor número de frutos cosechados a lo largo del experimento fue la Dosis 1 (16.20 gr/planta DAP), el cual obtuvo 102 frutos cosechados a lo largo de ocho cosechas realizadas

(Figura 4). Al igual que en las demás variables, existió un marcado efecto de bloques, considerando al bloque número tres, como el bloque con mayor número de frutos cosechados en sus plantas evaluadas, llegando a obtener 113.33 frutos cosechados a lo largo de todo el periodo de estudio.

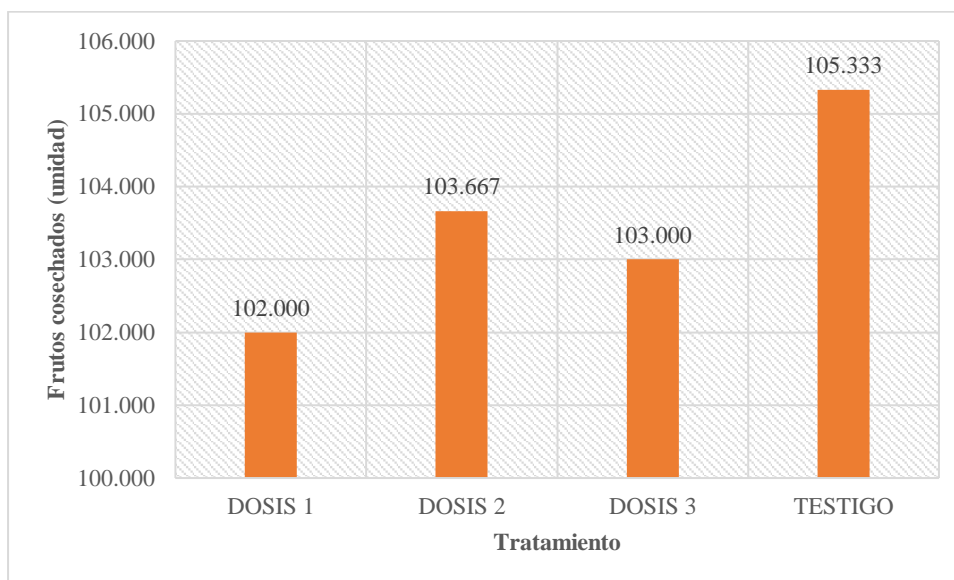


Figura 5. Frutos por planta obtenidos en el experimento. Comparación del total de frutos obtenidos en las plantas de cada tratamiento.

El número total de frutos cosechados en el experimento durante las ocho cosechas fue de 414 frutos.

5.4 Categoría determinada por el peso (calibre) de la baya por cada tratamiento

En esta variable de estudio se realizaron 5 distintos análisis de varianza, uno por cada categoría previamente determinada de fruto y un análisis de varianza de valores ponderados tomando el número total de frutos cosechados por tratamiento y multiplicados por un valor promedio del peso de cada categoría.

Con base al análisis de varianza (ANOVA) realizado para los resultados de primera categoría y la prueba F, no se existe una diferencia significativa entre los

tratamientos. El coeficiente de variación para esta categoría fue de 31.81%, un valor de S_y de 3.16, mientras que se tuvo un valor de 4.47 para el S_d . La media general entre tratamientos para bayas de primera categoría fue de 19.88/tratamiento (ANEXO E). Al realizar una prueba de significación estadística de Tukey ($p \leq 0.05$), para esta categoría, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos.

Los resultados mostraron al tratamiento denominado Testigo (sin fertilizante) como el de mayor número de frutos de primera categoría cosechados en ocho sesiones de cosecha, con un total de 96 frutos de primera para las plantas pertenecientes a dicho tratamiento. El tratamiento que obtuvo el menor número de frutos pertenecientes a dicha categoría fue el denominado Dosis 2 (24.30 gr/planta de DAP), con un valor de 70 frutos de primera categoría obtenidos a lo largo de todo el periodo de estudio (Figura 5). En total, para todos los tratamientos, se obtuvieron 318 frutos pertenecientes a primera categoría ($>0,160$ kg).

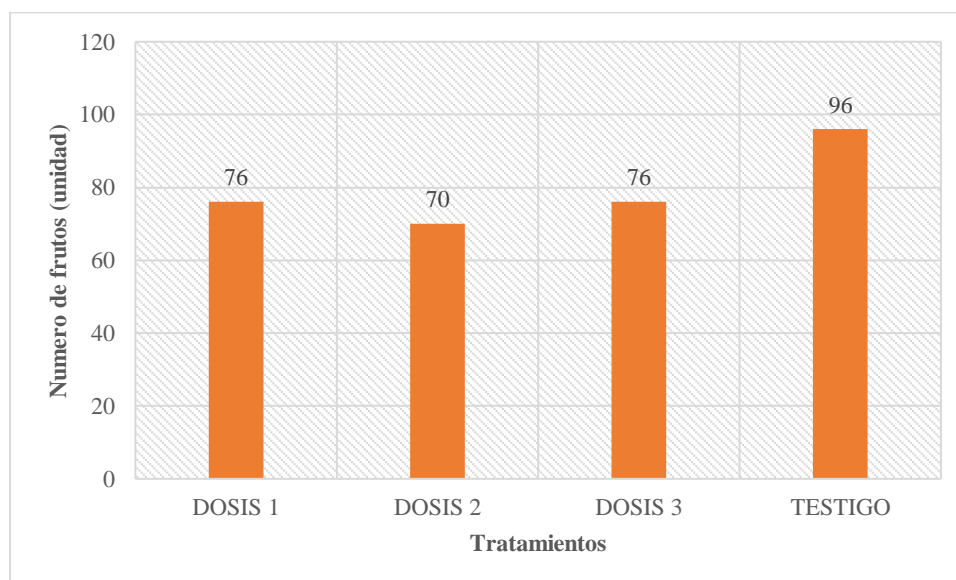


Figura 6. Frutos por tratamiento. Comparación del total de frutos cosechados de primera categoría por cada tratamiento.

En relación a los frutos pertenecientes a segunda categoría (entre 0.101 gramos y 0.160), el ANOVA realizado y la prueba F, mostro que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación para esta clasificación fue de 16.97%, el Sy de 2.89 y 4.09 para el valor de Sd. El promedio de frutos de esta categoría a lo largo de las 8 cosechas realizadas fue de 34.06 bayas/tratamiento (ANEXO E). Al realizar una prueba de significación estadística de Tukey ($\rho \leq 0.05$), para esta categoría, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos.

En esta categoría el tratamiento que tuvo el mayor número de frutos dentro de dicha escala de peso fue el tratamiento denominado Dosis 2 (24.30 gr/planta de fosfato di amónico) con un total de 159 frutos pertenecientes a las plantas estudiadas del tratamiento. El valor de frutos cosechados más bajo para esta categoría durante el ciclo del cultivo estudiado fue para el tratamiento Dosis 1 (16.20 gramos/planta de DAP) el cual presento solamente 122 frutos que entraban en los rangos aceptados por la categoría denominada Segunda (entre 0.101 gramos y 0.160) (Figura 6). Esta categoría fue la que presento el mayor número de frutos cosechados en comparación con las demás categorías de peso definidas, con un total de 545 frutos.

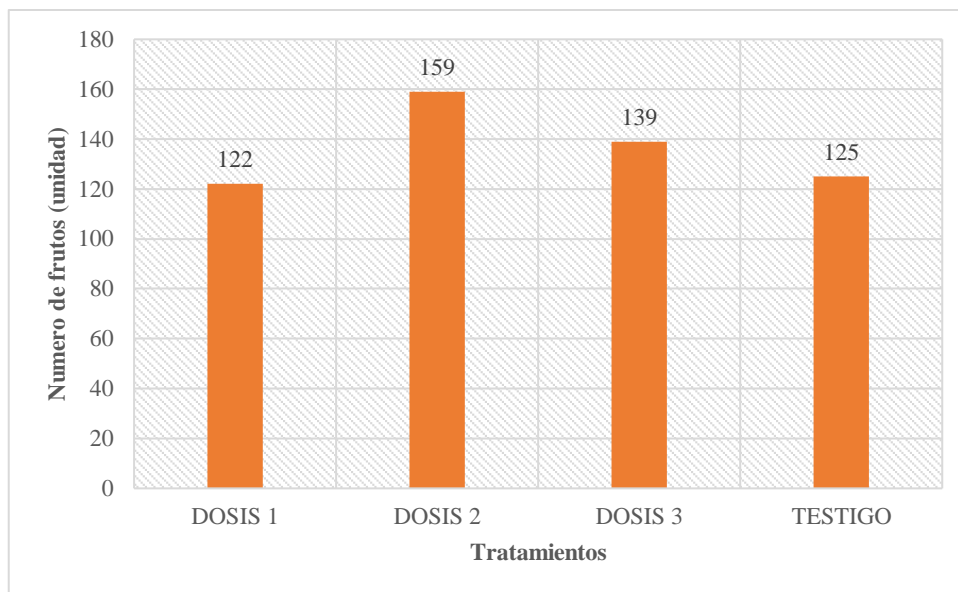


Figura 7. Frutos cosechados de segunda categoría. Comparación de los tratamientos con respecto a la cantidad de frutos de segunda categoría obtenidos en las ocho cosechas realizadas.

A partir de un análisis de varianza y una prueba F realizada a la categoría denominada tercera (con frutos con pesos de entre 0.100 kg y 0.061 kg) se constató que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Para esta categoría de peso de frutos, el coeficiente de variación fue de 47.04%, mientras que el valor del S_y de 4.16 y con un valor de 5.88 para el S_d . La media de frutos que pertenecían a tercera categoría por tratamiento fue de 17.69. Después de realizar una prueba de significación estadística de Tukey ($\rho \leq 0.05$) para esta categoría, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos (ANEXO E).

En esta categoría específica, el tratamiento que tuvo el mayor número de frutos que se encuentran dentro de los rangos ya definidos (0.061 kg y 0.100 kg) fue el tratamiento Dosis 3 (32.40 gramos de DAP/planta), el cual presentó 79 frutos que cumplían con las características de calibre de esta categoría. En el caso del tratamiento con menor número de frutos cosechados se encuentra la Dosis 2, con 65 unidades en los

ocho sesiones de cosecha realizadas (Figura 7). El total de frutos obtenidos para todas las UE del experimento fue de 283 unidades.

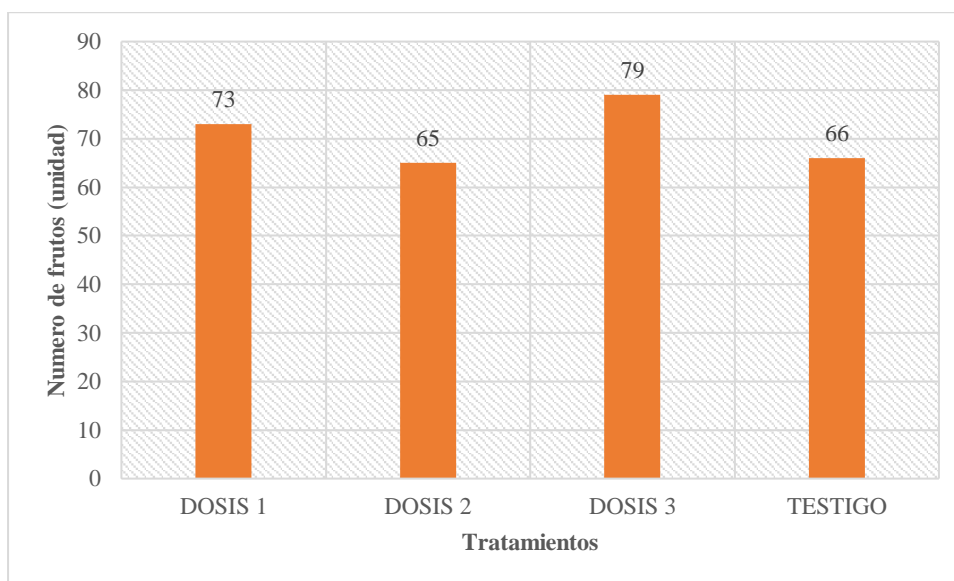


Figura 8. Frutos cosechados tercera categoría. Comparación del total de frutos cosechados de tercera categoría entre los distintos tratamientos.

Para la cuarta categoría se realizó un ANOVA y la respectiva prueba de F, los mismos que arrojaron resultados que no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos. Para esta categoría (pesos menores a 0.060 kg), existió un coeficiente de variación de 47.94%, un Sy de 1.11 y un valor de 1.57 para el Sd. El promedio general de frutos por tratamiento dentro de los rangos de dicha categoría fue de 4.62 bayas. Al realizar la prueba de significación estadística de Tukey ($\rho \leq 0.05$) para esta categoría, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos (ANEXO E).

La categoría con menor número de frutos cosechados a lo largo de las ocho sesiones de cosecha realizadas fue esta, llegando a tener para todas las plantas en estudio un total de 74 frutos cosechados que entraban dentro de los valores de dicha categoría (menores a 0.060 kg). Por su parte, el tratamiento que tuvo el mayor número de frutos cosechados que respondían a este valor de peso fue la Dosis 1 (16.20 gramos de DAP/planta), teniendo un total de 25 unidades cosechadas para las plantas sometidas a

análisis. El tratamiento que tuvo el menor número de frutos que pertenecían a este rango específico de peso fue la Dosis 2 (24.30 gramos DAP/planta), el cual conto con solamente 12 frutos cosechados que pertenecían a esta categoría en todo el periodo de estudio (Figura 8).

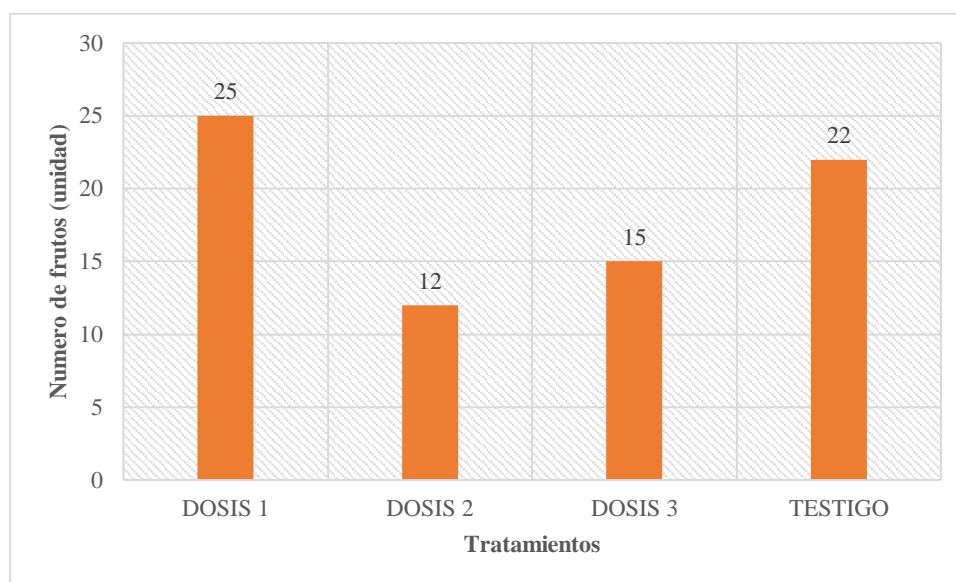


Figura 9. Frutos cosechados cuarta categoría. Comparación entre tratamientos de los frutos cosechados por las plantas estudiadas de cada tratamiento a lo largo de las ocho cosechas realizadas.

Después de realizar un análisis de varianza para los resultados de la ponderación y la respectiva prueba F, no existió una diferencia significativa entre tratamientos, pero se pudo evidenciar una marcada diferencia entre bloques debido a la presencia de un valor de F calculada elevado para la fuente de bloques. El coeficiente de variación que se obtuvo para este análisis de resultados fue de 7.84%, un valor de 0.09 para S_y y 0.13 para S_d . La media general para el análisis de ponderación fue de 2.33 kg. Al realizar una prueba de significación estadística de Tukey ($\rho \leq 0.05$) con los valores ponderados, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos (ANEXO E).

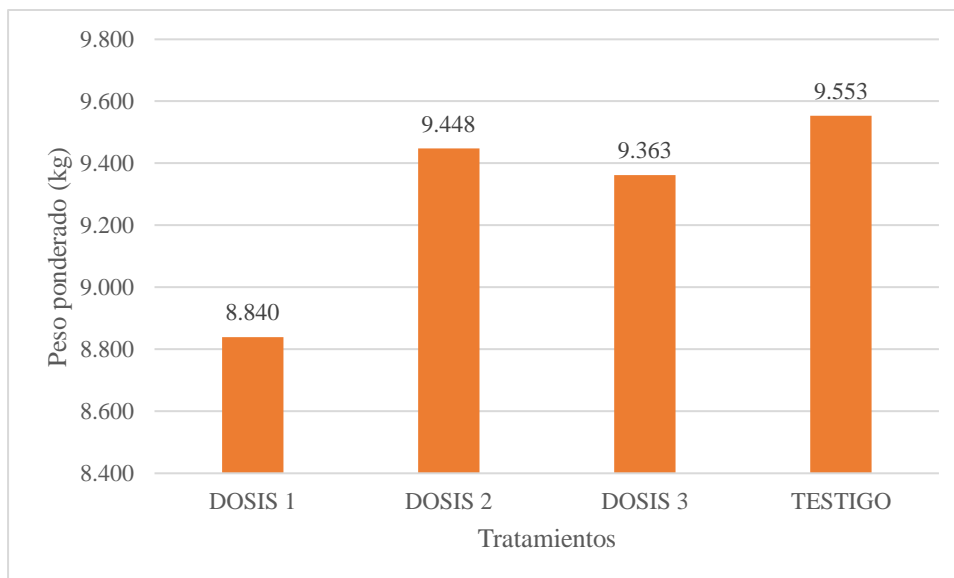


Figura 10. Pesos ponderados por cada tratamiento. Comparación de las ponderaciones de los 4 tratamientos realizados en base a las 8 cosechas.

VI. DISCUSION

En total, el estudio en general produjo una cantidad final para 8 cosechas realizadas de 896.46 kg para un área estimada de 76.8 m². Utilizando este valor y la densidad de siembra que tuvo el experimento (5.4 plantas/m²), se estimó el rendimiento total del experimento proyectado a una hectárea aprovechable de cultivo, la misma que fue definida para un valor de 7,750 m, se consideró el área ocupada por los bordes y los espacios entre camas de un cultivo modelo de tomate bajo condiciones de invernadero en el Ecuador. En comparación al promedio nacional para el año 2018 que fue de 20.6 Tm/ha de acuerdo con las estadísticas recabadas por (FAO, 2018) y el rendimiento promedio de la Región Sierra del Ecuador que fue de 25.56 Tm/ha (INEC- ESPAC, 2020), el rendimiento obtenido en este experimento supera con amplitud las dos estimaciones, llegando a obtenerse una estimación de 80.11 Tm/ha . De acuerdo con los resultados del estudio conducido por (Gómez et al., 2009), los factores limitantes para la obtención de buenos rendimientos y una alta calidad de frutos en la región están determinados por un

sin número de variables, entre los cuales se destaca el cultivo intensivo y la poca rotación que se le otorga a los suelos usados para el cultivo de tomate. Esto estimula a la aparición de nuevas plagas o aumentar la severidad de las ya existentes, así mismo dejando con poca disponibilidad de nutrientes a los suelos ciclo tras ciclo de producción.

En el caso particular de este experimento, se sufrió una importante incidencia de la plaga comúnmente llamada Negrita (*Prodiplosis longifila*), la cual, en el estudio realizado por (Rendon Torres, 2015), causo daños y pérdidas económicas importantes en los cultivos de tomate de la Costa ecuatoriana. El problema en la zona Costera ecuatoriana fue de tal magnitud, que en muchas zonas no se volvió a sembrar tomate a campo abierto o en condiciones de invernadero. También tiene incidencia en los Valles Interandinos y está causando los mismos niveles de daño. Este insecto perteneciente al orden Díptera tiene un corto ciclo biológico y al usar el área donde se alimenta como su lugar de protección, combatirlo con aplicaciones de agroquímicos de manera tradicional dificulta su erradicación.

Si bien se pudo controlar de manera adecuada a dicha plaga y otras que se presentaron a lo largo del ciclo de cultivo para este experimento; esta y otras razones son una muestra evidente de porque los promedios nacionales y regionales del Ecuador son tan bajos, en comparación a países vecinos y en distintas zonas de cultivo propias de nuestro país.

Considerando los resultados ya expuestos, no existió diferencia significativa entre los tratamientos, para la variable rendimiento por tratamiento, considerando a la Dosis 2 (24.30 gramos de DAP/planta), como el tratamiento que tuvo el más alto rendimiento (234.57 kg de bayas cosechadas) de entre los 4 tratamientos sometidos a estudio. Mientras que el tratamiento con el menor rendimiento fue la Dosis 1 (16.20 gramos DAP/planta) con una producción total de 215.46 kg en las ocho cosechas realizadas.

Analizando desde el punto de vista de la fuente de fertilización, la cual solo contenía un 18% de Nitrógeno en forma amoniacal y un total de Fosforo (46%) en forma de P_2O_5 , Fernández (2007), menciona que para que el fósforo sea absorbido por las plantas este debe estar en contacto con la superficie radicular de la planta y hace énfasis en que la difusión es el mecanismo principal por el cual el fósforo será absorbido por la planta. Basándose en dicho principio, se realizó una correcta fertilización por sitio al aplicar el granulado de DAP, ya que las medialunas realizadas alrededor de la planta tenían contacto cercano con el sistema radicular de las plantas. En este aspecto, y para darle una interpretación a la diferencia en los rendimientos de los tratamientos es importante hacer mención de las interacciones del fósforo con otros elementos del suelo, en el caso particular, con el nitrógeno. De acuerdo con (Aristizábal Gutiérrez y Cerón Rincón, 2012), tanto el fósforo y el nitrógeno están involucrados en procesos y funciones vitales que la planta realiza y necesita para completar sus ciclos de vida. Esto, sumado a las interacciones microbianas y la presencia de otros elementos en el suelo, hace complejo el entendimiento de la dinámica de los dos nutrientes. Considerando estos dos elementos, el beneficio de la aplicación conjunta de fuentes de fertilizantes que contengan fósforo (P) y nitrógeno (N), será principalmente el aumento de la absorción de fosforo por parte de la planta, debido a que la presencia de nitrógeno amoniacal (forma de nitrógeno contenida en el fosfato di amónico), incrementará la solubilidad de (P) y por consecuencia, el sistema radicular tendrá una mayor facilidad de absorción de este elemento. Sumado a este análisis, se debe tomar en cuenta, los niveles de fosforo (P) y nitrógeno (N) que el suelo tenía previo al establecimiento del cultivo. Los valores de estos elementos eran altos (P- 45.3 mg/kg) y (N-155 mg/kg), y de acuerdo, con los niveles óptimos definidos por la empresa que realizo el análisis de suelo (AgrarProjekt), los valores sobrepasaban los valores óptimos. En relación a lo ya mencionado, el hecho de que el suelo se encuentre

ya con altos contenidos de los dos elementos, más la aplicación de una fertilización fosfatada-nitrogenada, permitió que la absorción de fósforo por parte de la planta sea alta, dejando al mismo tiempo una gran cantidad de nitrógeno (N) sin ser absorbido, por la planta o “lavado” por la presencia de agua proveniente del fertirriego.

Los argumentos presentados anteriormente, tratan de explicar satisfactoriamente el porqué de la diferencia entre tratamientos que tenían dosis de los mismos fertilizantes en distinta cantidad, de todas maneras, visualizan un panorama más amplio en relación de la absorción de nutrientes, el cual está regulado por un sin número de variables agroclimáticas, de temperatura, luminosidad y principalmente, por la microbiota del suelo.

En relación con los bloques o repeticiones del experimento, se pudo observar una marcada diferencia de rendimientos, teniendo un total de 241.36 kg de frutos cosechados en el cuarto bloque y un total de 204.52 kg cosechados en el segundo bloque del experimento. Esta diferencia evidente entre la producción entre bloques puede ser atribuida a condiciones externas a la fertilización, entre las cuales se destaca la disposición del invernadero (pendiente del mismo), y principalmente a la severidad del ataque de Tizón tardío del tomate (*Phytophthora infestans*) por consecuencia de una rotura parcial del plástico de cobertura (semi-techo) del invernadero, en donde se ubicaba el denominado bloque 2, el mismo que tuvo el rendimiento más bajo de entre los 4 bloques del experimento. Tal y como se menciona en el estudio realizado por (Cardona et al., 2016), en el cual se evalúa la severidad del tizón tardío bajo dos sistemas de producción (libre exposición y bajo semi-techo). Al exponer a una planta de tomate a una alta severidad de la enfermedad (*Phytophthora infestans*) en condiciones de libre exposición, la severidad que esta puede alcanzar a una temperatura óptima de crecimiento del hongo (20°C), es 30 puntos porcentuales mayor, en comparación a las plantas que se

encontraban bajo un sistema de producción llamado semi-techo. Esto fue lo que sucedió entre los bloques 2 y 3 del experimento realizado en Puellaro, Pichincha. Ya que se encontró una mayor incidencia del agente causal del tizón tardío en plantas de los dos bloques, de todas maneras, en la sección de cobertura que estaba por encima del bloque dos, una rotura en el plástico permitió que las plantas de dicho bloque estén expuesta a fluctuaciones más amplias de humedad relativa y al contacto con el agua lluvia, dos puntos a tomar en cuenta para una pérdida en rendimiento y en algunos casos, muerte de la planta por la severidad del ataque.

Para la variable número de frutos por planta, se contabilizó todos los frutos cosechados (independientemente de a que categoría pertenecían) para todas las plantas en estudio del experimento. Al analizar los resultados, se tomó en cuenta las 48 plantas de donde se registraron los datos. Asimismo, se obtuvo un promedio de los frutos cosechados por las 3 plantas para cada tratamiento, por cada bloque. Una vez obtenido este promedio, para las 8 cosechas realizadas, el número total de frutos cosechados por todas las plantas en estudio fueron 414. En relación a los tratamientos, la cantidad de frutos cosechados por dichas plantas fue bastante homogéneo, ya que la mayor media de frutos la tuvo el tratamiento Testigo (sin aplicación de fertilizante) con un valor de 105.33 frutos por planta, mientras que el tratamiento con el menor número de frutos promedio por planta fue la Dosis 1 (16.20 gramos DAP/planta) con un promedio de 102. La diferencia entre tratamientos fue mínima, mas no la diferencia entre bloques, siguiendo la tendencia ya indicada anteriormente. Esto lleva a incluir en la discusión de esta variable el factor genético de la planta. Considerando lo obtenido en el estudio de (Ashcroft et al., 2019), el número de frutos por planta en este tipo de variedades o híbridos comerciales (Titán F1) mejorados, no dependerá en gran medida por el manejo agronómico o la interacción genotipo-ambiente. La cantidad de frutos por planta de acuerdo a dicho

experimento está delimitada por la genética de la planta y su variación en mucho caso será mínima.

Realizando un análisis de cada cosecha y el número de frutos obtenidos por cada una, se puede definir a la cosecha número 5 y 6 como los picos productivos tanto en rendimiento, como en número de frutos por planta. Se puede estimar la fecha del pico productivo como 125 DDT (teniendo en cuenta que la siembra fue realizada el 24 julio de 2020), para después sufrir una reducción en rendimientos y frutos por planta. Estos valores de picos productivos y de mayor número de frutos por planta a lo largo del ciclo del cultivo coinciden con los resultados del estudio realizado por (Quesada Roldan y Berstch Hernandez, 2013). En esta investigación, se estimó los valores de la curva de absorción de un híbrido, para el que se consideró que el día de mayor demanda de todos los nutrientes estudiados (N, P, K, Ca, Mg y S) fue a los 130 DDS (días después de la siembra), el cual lo definen como el periodo de mayor importancia en la formación y el llenado de frutos. Estos son valores bastante cercanos a los obtenidos en el estudio realizado con el Híbrido Titán (F1), lo que es un indicativo del manejo eficiente del experimento. Con base en el estudio realizado por (Quesada Roldan y Berstch Hernandez, 2013), el fosforo en particular se acumuló en el fruto hacia el final del ciclo de cultivo de dicho híbrido, lo que es un indicativo de que sucedió lo mismo en el caso de los resultados obtenidos en la presente investigación con el Híbrido Titán (F1).

Con base en lo reportado por Andina Seed, (2020), casa comercial distribuidor del híbrido Titan (F1), y lo mencionado por la empresa Plantines Alver S.C.C, propagador y distribuidor de las plántulas sembradas en el experimento, este híbrido de crecimiento indeterminado tiene las características de producir bayas de tamaño homogéneo y con un peso promedio que estaría dentro de los rangos de 0.180 kg y 0.220 kg por fruto.

Si bien este híbrido tiene dicho potencial de calidad de frutos, esto no se reflejó en los resultados de este estudio realizado en la Finca Josefina. De acuerdo con los respectivos análisis, la categoría de peso que más frutos obtuvo en el experimento fue la categoría 2 (Entre 0.101 y 0.160 kg), con un total de 545 frutos cosechados en las ocho sesiones de cosecha realizadas. En segundo lugar, se encontraron los frutos de primera categoría (mayores a 0.160 kg), con 318 bayas que tenían esas características.

Al no existir diferencia significativa entre tratamientos en relación a la calidad de frutos, se recurre a realizar un análisis con respecto a la diferencia que existe entre bloques del experimento, y el por qué la supremacía del bloque 3 al tener 108 bayas que pertenecían a la categoría denominada primera. De acuerdo con el estudio realizado por (Bertin y Génard, 2018), las características del tomate (tamaño, peso y forma de la baya), son los rasgos más importantes a la hora de definir la preferencia que tenga el consumidor para adquirir la fruta. La forma del fruto es un rasgo genético, que es modificado o “maquillado” en procesos de mejora que dicha variedad o híbrido haya sufrido, mientras que tanto el tamaño, como el peso de la baya estará influenciado por tres factores importantes. Los autores hacen referencia a los tres factores como dependientes y los plantea como variables que van a actuar a manera de interacción entre cada una. Estos factores son: la genética; el ambiente y el manejo agronómico

El incremento en el volumen del fruto, asimismo, está determinado principalmente por el desarrollo del tejido del pericarpio, proceso que está influenciado por dos factores metabólicos propios de la planta como son la producción de nuevas células, y el crecimiento y expansión de dichas células, proceso que generalmente sucede hasta el inicio de la maduración. Para que en la parte de los frutos exista un cese a la división celular, y las células ya formadas empiecen a crecer y elongarse, la endorreducción debe darse, es decir, un ciclo celular incompleto que deja de lado la parte mitótica del

proceso (Bertin & Génard, 2018). Si bien en este proceso celular es crucial, el elongamiento celular y la expansión de las células no se llevara a cabo sin el transporte de líquidos que se produce por la presión de turgencia y la osmosis basada en el principio de fuente sumidero y el transporte de azúcares a través de los mecanismos de vascularidad de la planta (Hopkins y Huner, 2009).

Basado en esta explicación y el conocimiento de que determina el tamaño de bayas en una planta de tomate, es evidente relacionar la disposición del invernadero, la pendiente del mismo y el material de cobertura (semi-techo de la nave) que se usó para cubrir una sección del estudio a diferencia de la otra. Teniendo esto en cuenta, se puede hacer referencia a un microclima óptimo para el correcto desarrollo de frutos en el bloque 3 del experimento, en donde la luminosidad era mayor, y la disponibilidad del riego por goteo era óptima. Esto sumado a la genética y el manejo que se le dio al experimento (factores que afecta el tamaño y desarrollo de fruto), explica porque en el bloque 3 del experimento se pudieron obtener 108 tomates de primera categoría, marcando una diferencia con lo obtenido en los bloques 1 y 2 al obtenerse un 40% menor producción de bayas con pesos superiores a los 0.160 kg. En esta variable, la fertilización fosfatada-nitrogenada con DAP no influencio en la producción de bayas con calibres altos.

VII. CONCLUSIONES

- En este experimento se obtuvo una producción total de 896.46 kg para las 8 cosechas realizadas, teniendo la mayor productividad en el tratamiento Dosis 2 (24.30 gramos de DAP/planta) con 234.56 kg cosechados.
- El rendimiento estimado para una hectárea aprovechable, definida como 7750 m² mostro un rendimiento de 80.11 Tm, superando con amplitud el rendimiento promedio nacional.
- El tratamiento con el mayor rendimiento por planta estudiada (promedio de las 3 plantas por repetición) fue de 14.06 kg para la dosis denominada Testigo. Por otro lado, el menor rendimiento lo obtuvo la dosis 1 (16.20 gramos DAP/planta), con 12.69 kg por 8 cosechas.
- El número de frutos por planta no fue afectado por las dosis de fertilización usadas en cada tratamiento. La diferencia entre el tratamiento con mayor número de frutos cosechados por planta (Testigo), solo tuvo una diferencia de 4% en comparación con el tratamiento de menor cantidad de frutos/planta (Dosis 1).
- Las fuentes de fertilización fosfatada-nitrogenada no tuvieron efecto significativo y no reflejo una mayor cantidad de frutos de primera y segunda categoría.

VIII. RECOMENDACIONES

- Implementar un mayor número de aplicación de fertilizante, es decir, definir un mayor número de dosis, con diferencias menores (en cantidad de gramos/planta).
- Realizar ensayos similares tomando en cuenta dosis de fertilización aplicadas de manera foliar o por método de fertirrigación ya que son métodos también aplicados en cultivos de *Solanum lycopersicum* en la zona.
- En próximos experimentos, se debe tomar en cuenta la aplicación de micronutrientes y definir dosis de fertilización que incluyan a los mismos, los cuales también cumplen roles esenciales en el desarrollo y productividad del cultivo.
- Evaluar variedades o híbridos nuevos con menor tiempo en el mercado comercial de plántulas y semillas en la misma zona de cultivo para verificar su desempeño en la zona.
- Determinar una curva de absorción de nutrientes para dicho híbrido (Titán F1) para la zona de cultivo en Puellaro.
- Estudiar niveles de fertilización para el Híbrido Titán (F1) tomando en cuenta otras variables que se relacionen con: tamaño de planta, diámetro de fruto, días a floración e incidencia de plagas y enfermedades en las plantas en estudio.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Allende C, M., Salinas P, L., Olivares P, N., Riquelme S, J., Antúnez B, A., Martínez C, J. P., Corradini S, P., Abarca R, P., Guzmán L, A., & Felmer E, S. (2017). *Manual de cultivo de tomate en invernadero* (A. Torres (ed.)). Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Andina Seed. (2020, August). *TOMATE : TITÁN (F1)*. Descripción Titán (F1).
<http://www.andinaseed.com/index.php/productos/tomate-hfb-titan-detail>
- Aristizábal Gutiérrez, F. A., & Cerón Rincón, L. E. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(1), 285–295.
- Ashcroft, W. J., Gurban, S., Holland, R. J., Waters, C. T., & Nirk, H. (2019). Determinate Fresh-market Tomatoes for Arid Production Areas. *HortScience*, 28(8), 857–858. <https://doi.org/10.21273/hortsci.28.8.857>
- Bertin, N., & Génard, M. (2018). Tomato quality as influenced by preharvest factors. *Scientia Horticulturae*, 233(January), 264–276.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.01.056>
- Brewer, M. T., Moyseenko, J. B., Monforte, A. J., & Van Der Knaap, E. (2007). Morphological variation in tomato: A comprehensive study of quantitative trait loci controlling fruit shape and development. *Journal of Experimental Botany*, 58(6), 1339–1349. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl301>
- Cardona, L., Castaño, J., & Ceballos, N. (2016). EPIDEMIOLOGÍA DEL TIZÓN TARDÍO (*Phytophthora infestans* (MONT.) DE BARY) EN QUINCE INTRODUCCIONES DE TOMATE SILVESTRE. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1), 45–54.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262016000100006&lang=pt

- Coutinho Edson, L., Orioli Júnior, V., Silva, E., Coutinho Neto, A., & Cardoso, S. (2014). Nutrición, producción y calidad de frutos de tomate para procesamiento en función de la fertilización con fósforo y potasio. *Agrociencia Uruguay*, 18(2), 40–46. <https://doi.org/10.2477/vol18iss2pp40-46>
- Cubero, J. I. (2003). *Introducción a la Mejora Genética Vegetal* (2ed ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- FAO. (2018). *Estadísticas Tomate Ecuador*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO. (2020). *Estadísticas del Tomate*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- GAD Parroquial Puellaró. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Puellaró. In *Plan Nacional del Buen Vivir* (Issue 1). <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-PARROQUIA-COTUNDO-2015-2019.pdf>
- Gómez, L., Rodríguez, M. G., Enrique, R., Miranda, I., & González, E. (2009). Factores limitantes de los rendimientos y calidad de las cosechas en la producción protegida de hortalizas en Cuba. *Revista. Protección Vegetal.*, 24(2), 117–122. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000200007&lang=pt
- Gorini, F. (2018). *Guía Completa del Cultivo del Tomate*. Editorial de Vecchi.
- Guanoluisa, R. (2014). *Evaluación Fenológica Y Rendimiento De Dos Sistemas De Producción Bajo Invernadero, En Suelo Acolchado E Hidropónico, Para 2 Cultivares De Tomate (Lycopersicum Esculentum, Mill)* [Escuela Politécnica

- Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8469>
- Guzman, A., Corradinini, A., Martinez, J., Allende, M., Abarca, P., Felmer, S., Antunez, A., Riquelme, A., Salinas, L., Olivares, N., & Sepúlveda, P. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile., 11*, 11. [http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11 Manual Tomate Aire Libre.pdf](http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/11_Manual_Tomate_Aire_Libre.pdf)
- Haifa Group. (2013). Recomendaciones nutricionales para el tomate. In *Haifa* (Haifa). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hernández, H. G., Ramos, J. Z. C., González, G. A., Sandoval, M., & Muñoz Ramos, J. de J. (2009). Efecto Del Injerto Y Nutrición De Tomate Sobre Rendimiento, Materia Seca Y Extracción De Nutrientes. *Terra Latinoamericana, 27*(1), 1–9.
- Hopkins, H., & Huner, N. (2009). Introduction to Plant Physiology. In *The University of Western Ontario* (Vol. 43, Issue 1). <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300010013x>
- INEC- ESPAC. (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. In *INEC*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion de los principales resultados ESPAC 2019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion_de_los_principales_resultados_ESPAC_2019.pdf)
- INEC. (2020). *Indice de Precios al Consumidor (IPC)*. Canastas.
- J. Fornaris, G. (2007). Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate: Características de la planta. *Universidad de Puerto Rico - Estacion Experimental Agrícola, 6*. <http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Características-de-la-Planta-v2007.pdf>
- López, L. M. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate. In L. Ramirez Cartin (Ed.),

Inta. Alt Digital. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
<http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE17079148e.pdf>
<http://www.inta.go.cr>
<http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3143/1/BVE1707>

Major, S., Prasanna, H. C., Tiwari, S., Gujar, R. S., & Karkute, S. G. (2015). Biology of *Solanum lycopersicum* (Tomato). In *Series of Crop Specific Biology Documents* (2nd ed., Vol. 2, Issue October 2019). Ministry of Environment, Forest and Climate Change y Indian Institute of Vegetable Research,.
 file:///Users/spazmino/Downloads/6_Biology_of_Solanum_lycopersicum_Tomato.pdf

Quesada Roldan, G., & Berstch Hernandez, F. (2013). OBTENCIÓN DE LA CURVA DE EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL DEL HÍBRIDO DE TOMATE FB-17. *Terra Lationamericana*, 31(1), 1–7.

Rendon Torres, L. Y. (2015). “*CONTROL QUIMICO DE Prodiplosis longifila (Negrita) EN EL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicum esculentum Mill.)*.” Universidad de Guayaquil.

Restrepo Salazar, E. F., Cabrera Vallejo, F. A., & Lobo Aria, M. (2008). Fenología de la floración en tomate cultivado y especies silvestres relacionadas. *Acta Agro (Palmira)*, 57(2), 89–93.

Sainju, U. M., Dris, R., & Singh, B. (2003). Mineral nutrition of tomato. *Food, Agriculture & Environment*, 1(2), 176–184.

San Martín Hernández, C., Ordaz Chaparro, V. M., Sánchez García, P., Beryl Colinas Leon, M. T., & Borges Gómez, L. (2012). Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de

tezontle. *Agrociencia*, 46(3), 243–254.

Sánchez, J. (2017). *Generación de líneas T-DNA de tomate (Solanum lycopersicum) para la identificación de mutantes de inserción alterados en la morfogénesis y el desarrollo vegetal*. Universitat Politecnica de Valencia.

SINAVIMO. (2020). *Solanum lycopersicum*. Características Del Tomate.

<https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/solanum-lycopersicum>

Tjalling, H. (2007). Nutrición vegetal de especialidad: Tomate. In Applied Plant Research, University of Adelaid, & YARA Norway (Eds.), *CropKit: Guía de Manejo*. http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_LES.pdf

Villaviciencio, A., & Vazquez, W. (2008). Guía Técnica de Cultivos. In *INIAP* (Vol. 12).

YARA-United States. (2020). *Role of Nutrients by Tomato Growth Stage*. Crop Nutrition: Tomato. <https://www.yara.us/crop-nutrition/tomato/role-of-nutrients-growth-stage/>

X. ANEXOS

ANEXO A.

Valores del análisis de suelo realizado por AgrakProjekt previo a la siembra

Agrarprojekt S.A
Urb. El Condado, Calle V #941 y Av. A, Quilichao
Tel: 02-2490575/02-2492148/09984-034141
agrarprojekt@cablemodem.com.ec
info@agrarprojekt.com
www.agrarprojekt.com

agrAR PROJEKT
Consultancy &
Laboratory Services

INFORME: ANÁLISIS DE SUELO

PT0901.REV01 Pág 1/2

| | | | |
|----------------------|------------|----------------------|----------|
| Código Agrarprojekt: | USF-161219 | Informe de Ensayo N° | 1349 |
| Fecha de Recepción: | 16-12-19 | Fecha de Informe: | 27-12-19 |

| DATOS DEL CLIENTE | |
|-------------------|--|
| Cliente: | María Gabriela Alban |
| Solicitado por: | Diego Gangotena |
| Ubicación: | Cumbayá Teléfono: 3550300 |

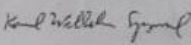
| PROCESO DE ANÁLISIS | |
|---|--|
| Método utilizado para la preparación de la muestra y elaboración de extractos: | |
| Secado → Tamizar para excluir partículas mayores y desmenuzar terrones → Mezcla homogénea | |
| pH: en H ₂ O y KCl, Método Volumen 1:2 | |
| C.E.: Método Volumen 1:2 (extracto en H ₂ O) | |
| NH ₄ , K, Ca y Mg: Extracción con NaCl 0.05 M | |
| Fe, Mn, Zn y Cu: Extracción con DTPA | |
| P: Extracción con NaHCO ₃ 0,5 M (Método Olsen) | |
| NO ₃ , SO ₄ , Na, Cl y B: Extracto Agua | |

| MÉTODOS DE REFERENCIA UTILIZADOS | |
|------------------------------------|---------------------------|
| PARÁMETROS | MÉTODO |
| pH | EPA 9045 D |
| Conductividad (C.E.) | SM 2510 B |
| Nitrato (NO ₃) | ISO 7890-1 |
| Amonio (NH ₄) | SM 4500-NH ₄ D |
| Fosfato (PO ₄) | SM 4500-P C |
| Potasio (K) | SM 3500-K B |
| Magnesio (Mg) | EPA 7000 B |
| Calcio (Ca) | EPA 7000 B |
| Sulfato (SO ₄) | SM 4500-SO ₄ E |
| Sodio (Na) | SM 3500-Na B |
| Cloruro (Cl ⁻) | SM 4500-Cl G |
| Hierro (Fe) | EPA 7000 B |
| Manganeso (Mn) | EPA 7000 B |
| Cobre (Cu) | EPA 7000 B |
| Zinc (Zn) | EPA 7000 B |
| Boro (B) | EPA 7000 B |
| Molibdeno (Mo) | EPA 7010 |
| Silicio (Si) | EPA 7010 |
| Aluminio (Al) | EPA 7010 |
| Acidez y Aluminio Intercambiable | ISO 14254 |
| Bicarbonatos (HCO ₃) | SM 2320 B |
| Materia Orgánica | AQAC 967.05 / DIN 19684-3 |
| Capacidad de Intercambio Catiónico | EPA 9081 |
| % Saturación de Bases | EPA 9081 |
| Fración de Partículas | ISO 11277 |

| agrAR PROJEKT | | Agrarpro | | | |
|---|---------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---|
| Consultancy & Laboratory Services | | Urb. El Condado, Calle V #941 y Av | | | |
| | | Tel: 02-2490575/02-2492148/0984 | | | |
| | | agrarprojekt@cablenet.cu | | | |
| | | info@agrarpro | | | |
| | | www.agrarpro | | | |
| RESULTADOS | | | | | |
| Código Agrarprojekt: USF-161219 | | Pág 2/2 | | | |
| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA | | | | | |
| Tipo de Muestra: | | Suelo | | | |
| Cultivo: | | Tomate Riñón | | | |
| Número de Muestra: | | # 1 | | | |
| Información Proporcionada por el Cliente: | | Muestra de Suelo | | | |
| Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco | | | | | |
| Análisis | Unidades | *Método de Extracción | *Niveles Óptimos para Tomate Riñón - Cultivo Intensivo | Resultado | |
| Características del Suelo | Materia Orgánica | mS/cm | - | 3 - 15 | 3.2 |
| | Textura | - | - | "arena franca" hasta "franca limosa" | arena franca |
| | Fracción de Partícula | % | - | - | Arena: 76 % - Limo: 19 % - Arcilla: 5 % |
| | Conductividad (CE) | mS/cm | Vol. 1:2 | 0.5 - 1.2 | 1.36 |
| | pH (en H ₂ O) | - | Vol 1:2 | - | 7.0 |
| pH (en KCl) | - | Vol 1:2 | 6.0 - 6.5 | 6.8 | |
| Macronutrientes | Nitrato (NO ₃ -N) | mg/kg | Extracto Agua | - | 146 |
| | Amonio (NH ₄ -N) | mg/kg | NaCl 0.05 M | - | 8.5 |
| | (NO ₃ +NH ₄)-N | mg/kg | - | 30 - 60 | 155 y + |
| | Fosforo (P) | mg/kg | NaHCO ₃ 0.5M | 30 - 50 | 45.3 / |
| | Potasio (K) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 140 - 320 | 680 y + |
| | Magnesio (Mg) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 45 - 135 | 114 ✓ |
| | Calcio (Ca) | mg/kg | NaCl 0.05 M | 500 - 1200 | 307 y - |
| Micronutrientes | Azufre (SO ₄ -S) | mg/kg | Extracto Agua | 10 - 15 | 55.6 y + |
| | Hierro (Fe) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 25 - 50 | 26.8 ✓ |
| | Manganeso (Mn) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 6 - 30 | 34.3 ✓ |
| | Cobre (Cu) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 0.8 - 4.0 | 4.2 ✓ |
| | Zinc (Zn) | mg/kg | DTPA/CaCl ₂ | 1.2 - 6.0 | 15.0 y + |
| Peligro de Salinidad | Boro (B) | mg/kg | Extracto Agua | 0.15 - 0.60 | 0.27 ✓ |
| | Sodio (Na) | mg/kg | Extracto Agua | < 140 | 84.0 |
| | Cloruro (Cl ⁻) | mg/kg | Extracto Agua | < 210 | 104 |
| Sales Totales | mg/kg | Extracto Agua | < 2000 | 1135 | |

* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis. 1390 pp. 2
 - = No Aplica

Nota: - Los datos y resultados están basados en la información y muestras entregadas por el cliente para quien se ha realizado este informe de manera exclusiva y confidencial.
 - La fecha de ensayo y los métodos utilizados están a disposición del cliente cuando lo requiera.
 - El Laboratorio no realizó el muestreo por lo tanto no certifica el origen de las muestras.
 - Prohibida la reproducción total o parcial de los resultados. No procede copia.


 Agrarprojekt S.A.
 Dr. Karl Sponagel
 Director del Laboratorio

Cantidades en mg/kg de suelo seco de N-P-K previo al comienzo de experimento.

| Macronutriente | mg/kg suelo seco |
|---|------------------|
| Nitrógeno (NO ₃ +NH ₄) | 155 |
| Fosforo (P) | 45,3 |
| Potasio (K) | 680 |

Fuente: Análisis de suelo realizada por AgrarProjekt, 2020

ANEXO B.

Análisis estadístico de la variable Rendimiento total del experimento.

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|---------|----|--------|--------------|
| Total | 15 | 835,202 | | | |
| Bloques | 3 | 236,734 | | 78,911 | 1,290 |
| Tratamiento | 3 | 47,771 | | 15,924 | 0,260 |
| Error exp. | 9 | 550,697 | | 61,189 | |

Prueba de Tukey ($\rho \leq 0.05$)

| Valor de Q x Sy | 17,287 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamientos | Dosis 2 | Testigo | Dosis 3 | Dosis 1 |
| y | 58,642 | 56,211 | 55,399 | 53,864 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 2,431 | < | 17,287 | NS |
| 2 | 3,243 | < | 17,287 | NS |
| 3 | 4,778 | < | 17,287 | NS |
| 4 | 0,812 | < | 17,287 | NS |
| 5 | 2,347 | < | 17,287 | NS |
| 6 | 1,535 | < | 17,287 | NS |

ANEXO C.

Análisis estadístico de la variable Rendimiento por UE (planta en estudio)

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|-------|-------|-------|--------------|
| Total | 15 | 2,895 | | | |
| Bloques | 3 | 2,010 | 0,670 | 9,33 | 3,86 |
| Tratamiento | 3 | 0,239 | 0,080 | 1,11 | 3,86 |
| Error exp. | 9 | 0,646 | 0,072 | | |

Prueba de Tukey ($\rho \leq 0.05$)

| Valor de Q x Sy | 0,592 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamientos | Testigo | Dosis 2 | Dosis 3 | Dosis 1 |
| y | 3,515 | 3,335 | 3,298 | 3,174 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 0,180 | < | 0,592 | NS |
| 2 | 0,217 | < | 0,592 | NS |
| 3 | 0,341 | < | 0,592 | NS |
| 4 | 0,037 | < | 0,592 | NS |
| 5 | 0,161 | < | 0,592 | NS |
| 6 | 0,124 | < | 0,592 | NS |

ANEXO D.

Análisis estadístico de la variable Numero de frutos por UE

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|---------|--------|-------|--------------|
| Total | 15 | 150,861 | | | |
| Bloques | 3 | 98,139 | 32,713 | 5,745 | 3,860 |
| Tratamiento | 3 | 1,472 | 0,491 | 0,086 | 3,860 |
| Error exp. | 9 | 51,250 | 5,694 | | |

Prueba Tukey ($\rho \leq 0.05$)

| Valor de Q x Sy | 5,274 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Testigo | Dosis 2 | Dosis 3 | Dosis 1 |
| y | 8,778 | 8,639 | 8,583 | 8,500 |
| | a | a | a | a |
| | | | | |
| 1 | 0,139 | < | 5,274 | NS |
| 2 | 0,195 | < | 5,274 | NS |
| 3 | 0,278 | < | 5,274 | NS |
| 4 | 0,056 | < | 5,274 | NS |
| 5 | 0,139 | < | 5,274 | NS |
| 6 | 0,083 | < | 5,274 | NS |

ANEXO E.

Análisis estadístico de la variable categoría del tomate determinada por el peso del fruto para frutos de primera (mayor a 0,160 kg).

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|---------|---------|-------|--------------|
| Total | 15 | 811,750 | | | |
| Bloques | 3 | 355,250 | 118,417 | 2,962 | 3,86 |
| Tratamiento | 3 | 96,750 | 32,250 | 0,807 | 3,86 |
| Error exp. | 9 | 359,750 | 39,972 | | |

Prueba Tukey ($\rho \leq 0.05$) para bayas de primera categoría

| Valor de Q x Sy | 13,972 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Testigo | Dosis 1 | Dosis 3 | Dosis 2 |
| y | 8 | 6,3 | 6,3 | 5,8 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 2,2 | < | 13,972 | NS |
| 2 | 1,7 | < | 13,972 | NS |
| 3 | 1,7 | < | 13,972 | NS |
| 4 | 0,5 | < | 13,972 | NS |
| 5 | 0 | < | 13,972 | NS |
| 6 | 0,5 | < | 13,972 | NS |

Análisis estadístico de la variable categoría del tomate determinada por el peso del fruto para frutos de segunda (entre 0,101 kg y 0,160 kg).

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|---------|--------|-------|--------------|
| Total | 15 | 728,938 | | | |
| Bloques | 3 | 214,688 | 71,563 | 2,143 | 3,86 |
| Tratamiento | 3 | 213,688 | 71,229 | 2,133 | 3,86 |
| Error exp. | 9 | 300,563 | 33,396 | | |

Prueba Tukey ($p \leq 0.05$) para bayas de segunda categoría

| Valor de Q x Sy | 12,771 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Dosis 2 | Dosis 3 | Testigo | Dosis 1 |
| y | 39,8 | 34,8 | 31,3 | 30,5 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 9,3 | < | 12,771 | NS |
| 2 | 8,5 | < | 12,771 | NS |
| 3 | 5 | < | 12,771 | NS |
| 4 | 4,3 | < | 12,771 | NS |
| 5 | 3,5 | < | 12,771 | NS |
| 6 | 0,8 | < | 12,771 | NS |

Análisis estadístico de la variable Categoría del tomate determinada por el peso del fruto para frutos de tercera (entre 0,061 kg y 0,100 kg).

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|---------|--------|-------|--------------|
| Total | 15 | 743,438 | | | |
| Bloques | 3 | 88,188 | 29,396 | 0,425 | 3,86 |
| Tratamiento | 3 | 32,188 | 10,729 | 0,155 | 3,86 |
| Error exp. | 9 | 623,063 | 69,229 | | |

Prueba Tukey ($\rho \leq 0.05$) para bayas de tercera categoría

| Valor de Q x Sy | 18,388 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Dosis 3 | Dosis 1 | Testigo | Dosis 2 |
| y | 19,750 | 18,250 | 16,500 | 16,250 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 3,5 | < | 18,388 | NS |
| 2 | 3,25 | < | 18,388 | NS |
| 3 | 1,5 | < | 18,388 | NS |
| 4 | 2 | < | 18,388 | NS |
| 5 | 1,75 | < | 18,388 | NS |
| 6 | 0,25 | < | 18,388 | NS |

Análisis estadístico de la variable Categoría del tomate determinada por el peso del fruto para frutos de cuarta (menores a 0,060 kg).

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|--------|-------|-------|--------------|
| Total | 15 | 81,750 | | | |
| Bloques | 3 | 10,250 | 3,417 | 0,695 | 3,86 |
| Tratamiento | 3 | 27,250 | 9,083 | 1,847 | 3,86 |
| Error exp. | 9 | 44,250 | 4,917 | | |

Prueba Tukey ($\rho \leq 0.05$) para bayas de cuarta categoría

| Valor de Q x Sy | 4,900 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Dosis 1 | Testigo | Dosis 3 | Dosis 2 |
| y | 6,25 | 5,5 | 3,75 | 3 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 3,25 | < | 4,900 | NS |
| 2 | 2,5 | < | 4,900 | NS |
| 3 | 0,75 | < | 4,900 | NS |
| 4 | 2,5 | < | 4,900 | NS |
| 5 | 1,75 | < | 4,900 | NS |
| 6 | 0,75 | < | 4,900 | NS |

Análisis estadístico de la variable Categoría del tomate determinada por el peso del fruto, para bayas con ponderación.

| Fuentes | gl | SC | CM | F cal | F esp (0,05) |
|-------------|----|-------|-------|--------|--------------|
| Total | 15 | 1,592 | | | |
| Bloques | 3 | 1,217 | 0,406 | 12,216 | 3,860 |
| Tratamiento | 3 | 0,075 | 0,025 | 0,755 | 3,860 |
| Error exp. | 9 | 0,299 | 0,033 | | |

Prueba Tukey ($\rho \leq 0.05$) para análisis de pesos ponderados

| Valor de Q y Sy | 0,403 | | | |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | Testigo | Dosis 2 | Dosis 3 | Dosis 1 |
| y | 2,388 | 2,362 | 2,341 | 2,210 |
| | a | a | a | a |
| 1 | 0,178 | < | 0,403 | NS |
| 2 | 0,047 | < | 0,403 | NS |
| 3 | 0,026 | < | 0,403 | NS |
| 4 | 0,152 | < | 0,403 | NS |
| 5 | 0,021 | < | 0,403 | NS |
| 6 | 0,131 | < | 0,403 | NS |