



Evaluación de tres dosis de fertilizante quelatado en tres híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill)

Evaluation of three dose of chelated fertilizer in three tomato hybrids (*mill lycopersicum esculentum*)

Artículo resultado de proyecto de investigación financiado por La Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias

Darwin Efraín Arana Peralta

Universidad de Guayaquil
<https://orcid.org/0000-0001-6696-3430>
darwin.aranap@ug.edu.ec
Guayaquil - Ecuador

Segress García Hevia

Universidad de Guayaquil
<https://orcid.org/0000-0001-8801-9440>
sgress.garcia@edu.edu.ec
Guayaquil - Ecuador

<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>

Publicada por: Instituto Tecnológico Edwards Deming
Quito - Ecuador
Enero - Junio vol. 1. Num. 1 – 2018

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

RECIBIDO: 5 DE ENERO 2017
ACEPTADO: 2 DE MARZO 2017
PUBLICADO: 4 DE ENRO 2018

RESUMEN

La investigación se realizó en la época de verano del año 2015, en ambiente protegido por un invernadero, de estructura de madera cubierta completamente por malla en los laterales y rafia plastificada en la cubierta, en la zona norte de la provincia del Guayas, ubicada en el km 3 de la vía Balzar – El Empalme perimetral, en los terrenos de propiedad del Sr. Cristóbal Antonio Arana Hernández. En este ensayo se estudiaron tres híbridos de tomates, Pietro F51, Fortuna y Dominique con tres dosis de fertilizante quelatado, 4 y 2 l/ha, y un tercero (testigo) sin aplicación del fertilizante. Para el experimento se trazaron los siguientes objetivos a) Estudiar el comportamiento agronómico de tres genotipos de tomate en ambiente protegido, b) Investigar la dosis óptima del fertilizante quelatado en la producción de tomate con cubierta, c) Determinar el tratamiento con mejor respuesta económica en las condiciones ensayadas. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se aplicó la técnica del análisis de varianza, cuando las diferencias en este fueron significativas se realizó la comparación de medias de tratamientos mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los tratamientos con dosis de 2 y 4 l/ha de fertilizante quelatado, mostraron el mayor promedio de altura de la planta. La variable número de hojas, registró la mayor cantidad en el tratamiento 3.

PALABRAS CLAVE: Fertilizante, quelatos, híbridos de tomate

ABSTRACT

The research was carried out in the summer season of 2015, in a greenhouse protected environment, with a wooden structure completely covered by mesh on the sides and plasticized raffia on the roof, in the northern part of the Guayas province, located in km 3 of the Balzar - El Perimetral junction, on the land owned by Mr. Cristóbal Antonio Arana Hernández. In this trial three hybrids of tomatoes, Pietro F51, Fortuna and Dominique were studied with three doses of chelated fertilizer, 4 and 2 l / ha, and a third (control) without fertilizer application. The following objectives were set for the experiment a) Study the agronomic behavior of three tomato genotypes in a protected environment, b) Investigate the optimal dose of chelated fertilizer in tomato production with cover, c) Determine the treatment with the best economic response in The conditions tested. The completely randomized block design with 3 x 3 factorial arrangement with three repetitions was used. For the statistical analysis, the variance analysis technique was applied, when the differences in this were significant, the comparison of treatment means was performed using the Tukey test at a 5% probability. The treatments with doses of 2 and 4 l / ha of chelated fertilizer showed the highest average height of the plant. The variable number of leaves, recorded the largest amount in treatment 3.

KEY WORDS: Fertilizer, chelates, tomato hybrids

INTRODUCCIÓN

El tomate es la principal hortaliza de fruto en el mundo y de alto consumo como producto en fresco o procesado, ya sea en pasta, jugo, deshidratado, entre otros (Palomo et al. 2010).

En el año 2012, la producción mundial de tomate fue liderada por China, con más de 50 millones de toneladas, el 30,9 % de la producción total. El segundo lugar lo ocupa la India con 17,5 millones de toneladas y 2,01 toneladas por hectárea de rendimiento. Los mayores rendimientos son alcanzados por Portugal y los Estados Unidos, con 90,4 y 87,9 Tm/ha respectivamente (Hortoinfo, 2015).

La FAO (2015), muestra los datos agrícolas recopilados en el año 2013, donde se plantea que en el mundo se sembraron 4,7 millones de hectáreas de tomate para consumo fresco, con una producción de 164,5 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 34,54 Tm/ha. En Ecuador se sembraron 2544 hectáreas de tomate riñón en el año 2015, con producción de 68355 toneladas métricas, para un rendimiento agrícola de 26,87 Tm/ha, de ellas 130 ha fueron en la provincia de Guayas, con una producción de 1104 toneladas (INEC, 2015).

Por mucho tiempo en Ecuador, la producción de hortalizas se ha llevado a cabo a campo abierto y no en sistemas de cultivo protegido, esto se debe, entre otras razones, a las ventajas de un clima que permite sembrar a lo largo de todo el año, suelos fértiles con aptitud agrícola y una cultura hortícola desarrollada a nivel local.

Sin embargo el cambio climático global, la presión de plagas y enfermedades, el crecimiento urbanístico y comercial han afectado también la actividad hortícola a campo abierto en las zonas tradicionales de cultivo. Los sistemas de producción de hortalizas en Ecuador han sido de tipo extensivo, donde se consume mucha mano de obra y se utilizan grandes cantidades de agroquímicos.

El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas, es relativamente nuevo en el país, generando un impacto importante en los últimos años, por su incremento en área, productividad, rentabilidad y calidad de los frutos. El rendimiento promedio obtenido con este sistema es entre 5 y 8 kilogramos por planta, superando tres veces el que se obtiene a libre exposición, que está entre 1,5 y 2 kilogramos por planta (Paredes, 2009).

Estructuras levantadas, generalmente en guadua y cobertura de plástico, con el fin de evitar el impacto de la lluvia sobre el cultivo y su manejo tecnológico es igual al que tradicionalmente se le hace al cultivo de tomate a libre exposición (Azrom, 2004).

La ventaja de cultivar el tomate en un ambiente controlado (en invernadero) es la capacidad de modificar todos los factores relacionados con su desarrollo de forma más minuciosa como cultivar en áreas con suelos no aptos, evitar las pérdidas excesivas de agua por evaporación, control estricto de la temperatura, riego más efectivo, control de los efectos del viento y de la exposición directa a la luz solar y la capacidad de "aislarlo" de las posibles plagas. Esto no es totalmente cierto dado que algunas plagas logran ingresar a los invernaderos y requieren acciones más específicas (Rezende et al. 2007).

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos agrícolas y calidad de los frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo, facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas. En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad (Muñoz, 2004).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), recibe altas dosis de fertilizantes, para su desarrollo y producción, los cuales han probado afectar negativamente al medio ambiente.

Estos problemas han impulsado la búsqueda de alternativas de fertilización sustentables que, además de suplir los requerimientos nutrimentales de los cultivos, no afecten significativamente el rendimiento y la calidad de los frutos.

Por la falta de información, los campesinos no se arriesgan a desarrollar el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas, viéndose así, privados de multiplicar sus ganancias económicas e incrementar los rendimientos agrícolas.

Origen del cultivo del tomate.

El tomate es una planta cuyo origen se localiza en la región andina de Sudamérica y concretamente en Perú, Ecuador y Chile; además, algunas plantas, emparentadas con el tomate son parte de la flora nativa de las Islas Galápagos. Todavía en la actualidad se encuentra en estado silvestre en ambientes diversos y distintos que representan una fuente de investigación y mejora genética de la especie para lograr cierto tipo de resistencias (Jones, 2001).

Jaramillo et al. (2006a), expresan que esta planta fue aceptada en Europa como ornamental hasta entrando en el siglo XX, dado que se creía venenosa, por contener el alcaloide llamado tomatina, que se encuentra principalmente en las hojas y en el fruto verde, pero que se degrada al madurar. Superada esta fase, su versatilidad para consumo en fresco o en conserva y su adaptabilidad han jugado un papel fundamental en su difusión.

Fenología del cultivo.

La duración del ciclo del cultivo de tomate está determinada por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta, el número de racimos que se van a dejar por planta y la variedad utilizada (Papon, 1997), INIAP (1999), afirma que el desarrollo del cultivo comprende dos fases: una vegetativa y otra reproductiva. La fase vegetativa se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el trasplante a campo, el cual se realiza con un promedio de tres a cuatro hojas verdaderas, entre 20 a 30 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral, la fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 20 y los 30 días después del trasplante, el llenado del fruto, que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente.

2.6. El cultivo de tomate en invernadero.

La producción bajo invernadero se caracteriza por la protección de los cultivos con el fin de evitar el impacto de los fenómenos naturales y asegurar calidad y rendimiento del producto. Unido a lo anterior, en el ámbito mundial se enfatiza el concepto de calidad, orientado a la producción de alimentos inocuos y conservación del ambiente en el cual se desarrolla el cultivo (Jaramillo et al. 2006a).

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas (Casanova et al. 2007).

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la humedad relativa y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural

se usan diferentes medios; tales como: materiales de cubierta con buena transparencia, orientación adecuada del invernadero, materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores, aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas, acolchados del suelo con plástico blanco (Infoagro, 2015).

El mismo autor, destaca el uso del blanqueo ya que esta labor está en función del desarrollo del cultivo y de las temperaturas, y tiene efectos contradictorios que hay que conocer para hacer un correcto uso. Hay que saber que la planta sombreada se ahíla y se producen abortos de flores en determinadas especies sensibles a la luz (especialmente tomate, pimiento y berenjena), por lo que el manejo del riego y de la solución nutritiva tiene que ir unida al efecto que produce el blanqueo. Los plásticos sucios o envejecidos provocan el mismo efecto que el blanqueo.

Para el cultivo del tomate hidropónico, la humedad ideal debe ser entre 65% a 75% en la noche y de 80% a 90% en el día. La humedad garantiza que las plantas puedan transpirar, refrescar la temperatura, mejora el tamaño de los tomates hidropónicos, además asegura que las hojas no crezcan excesivamente y mejore la floración (Bojacá et al. 2009).

Características de los híbridos de tomate investigados.

d) Pietro F51: Es de crecimiento indeterminado, la planta es vigorosa, con racimos entre 5 a 7 frutos, los mismos son semi redondos de color rojo intenso y pesan entre 230 y 250 gramos. Tiene larga vida en la percha, se adapta bien a campo abierto e invernadero (ALASKA, 2015).

e) Fortuna: Ciclo de 95 a 110 días, planta de crecimiento indeterminado, entrenudos cortos con una arquitectura de planta muy ventilada, frutos redondos, larga vida muy uniformes con gen RIN, peso promedio de 230 a 250 g, muy productiva, resistente a V1, F1, F2, ToMV, Nematodos (Agrisac, 2014).

f) Dominique: Es de procedencia israelita de alta producción, de crecimiento indeterminado, de larga vida en la percha, La forma del fruto es redonda, el peso es de 160 a 220 gramos. Es resistente a los nemátodos. Se caracteriza por su amplia adaptabilidad a diferentes condiciones (Hazera, 2014).

Beneficios de los sustratos.

Brindan un excelente soporte físico a la planta, fortaleciendo las raíces. Alta capacidad de absorción de agua. Actúan como reguladores de micro y macro nutrientes, almacenándolos en su molécula hasta que la planta los requiera. Gracias a su molécula y a su alta área superficial sirven como cautiverios para microorganismos que regulan enfermedades y son importantes en los ciclos de los nutrientes. Brindan excelente aireación a las raíces. Agilizan la germinación y crecimiento de la planta (Casanova et al. 2007).

Pomina como ingrediente de sustrato.

Gorini (1972), plantea que es un material esponjoso y poroso que atrapa el aire impidiendo así que se sature de agua por completo, es químicamente inerte y de reacción neutra. Las partículas tienen un diámetro de 1,5 a 3,1 mm. Al utilizarse como medio de enraizamiento se tiene un buen resultado.

Cascarilla de arroz como ingrediente de sustrato.

El tamaño de partícula es ligeramente mayor a la de aserrín. La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje. Está disponible a un costo bajo en ciertas áreas y puede ser utilizado en sustitución o junto con turba (Betancourt, 2014).

Actuación del Nitrógeno en las plantas.

El Nitrógeno interviene directamente en el desarrollo de la planta, incrementa la producción de flores y a su vez el número de frutos. Sin embargo un exceso de Nitrógeno puede causar un desarrollo vegetativo excesivo que perjudica la producción final. La Urea y los Nitratos contenidos en los fertilizantes nitrogenados tradicionales se pierden muy rápidamente por lavado a capas profundas del suelo, no alcanzables por las raíces, y a su vez contaminando con Nitrato las capas de agua subterránea (Hernández et al. 2014).

Los mismos autores, plantean que la forma Amoniacal es la única estable en el suelo, pero es transformada en poco tiempo a Nitrato por las bacterias Nitrosomonas, por lo que tampoco se soluciona el problema de lavado e ineficiencia en la fertilización. Los Fertilizantes NovaTec contienen la molécula DMPP, que inhibe la acción de las bacterias Nitrosomonas, encargadas de la transformación de Nitrógeno Amoniacal a Nitrato. Así, el Nitrógeno permanece durante más tiempo de forma estable a nivel radical y disponible para la planta, evitando las pérdidas por lixiviación

El fertilizante foliar quelatado para el crecimiento del cultivo.

El Combiplus es un fertilizante foliar quelatado con alto contenido de nitrógeno (N), que ayuda en el fortalecimiento para el desarrollo de la estructura vegetativa (brotes, hojas y tallos) al momento del crecimiento de la planta.

Ingredientes activos:

Fitohormonas totales: 12 ppm quelatantes inorgánicos y orgánicos. Familia química: fertilizante foliar líquido quelatado.

Propiedades físicas y químicas:

Color: incoloro.

Apariencia: color café oscuro.

Solubilidad: soluble 100% en agua.

Densidad: 1,2 g/cc aprox.

PH: 2,3.

Dosificación: aplicación acorde a la dosis, diluir el producto en 200 Litros de agua /ha.

Modo de uso: ideal para aplicaciones al inicio y desarrollo del fruto

De acuerdo a las dosis sugeridas por cultivo. En altas

Concentraciones puede causar quemaduras en las plantas.

Compatibilidad: Combiplus crecimiento, se puede usar solo o mezclado con plaguicidas. Es recomendable revisar las fichas técnicas y de seguridad de los productos previa mezcla y/o

Pruebas de compatibilidad

Sistemas de riego por goteo para horticultura.

Los sistemas de goteo son probablemente el tipo más utilizado de sistema hidropónico en el mundo. La operación es simple, un temporizador controla una bomba. El temporizador activa la bomba y la solución de nutrientes se gotea sobre la base de cada planta por una línea de

goteo pequeño. En un sistema de goteo de recuperación del exceso de solución de nutriente que se escapa se recoge de nuevo en el depósito, para su reutilización. El sistema de recuperación no recoge la escorrentía (Jaramillo et al. 2006a).

El propio autor plantea, que un sistema de recuperación no requiere un control preciso de los ciclos de riego. De manera que estos se pueden ajustar para asegurar que las plantas reciban suficiente solución de nutrientes y la escorrentía se mantenga a un mínimo.

Estos sistemas pueden tener grandes cambios en el pH y los niveles de nutrientes de resistencia que requieren la comprobación periódica y el ajuste. Además de tener la ventaja de volver a utilizar el exceso de solución, lo que permite el uso de un temporizador más barato.

El sistema de no recuperación requiere menos mantenimiento, debido al hecho de que la solución de nutriente en exceso no se recicla de vuelta al depósito, por lo que la fuerza de nutrientes y pH no variará. Esto significa que se puede llenar el depósito con solución nutriente pH ajustado y luego olvidarse de él hasta que tenga que mezclar más (Zeidan, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la época de verano del año 2015 en un invernadero. En la zona norte de la provincia del Guayas, ubicada en el km 3 de la vía Valsar - El Empalme perimetral, en los terrenos de propiedad del Sr. Cristóbal Antonio Arana Hernández.

Coordenadas geográficas:

Sur: 01° 17' 106" Oeste: 79° 50' 327"

Altitud: 30 msnm.

Datos edafoclimáticos.

Cuadro 1. Datos climáticos y del suelo del área del ensayo. Tomados del INAMHI (2012).

	um	Valores
Temperatura promedio	°C	27,4
Precipitación anual	mm	1500 - 2000
Heliofanía	horas/luz/año	845 - 1404
Topografía		ligeramente irregular
Zona ecológica		Bosque húmedo tropical

Material genético

Se utilizaron tres cultivares de tomate de crecimiento indeterminado. Sus características se muestran en la revisión de literatura.

Equipos.

Invernadero, computador, calculadora, cámara fotográfica, balanza de precisión y GPS.

Herramientas.

Cinta métrica, calibrador de Vernier, piola, bomba de fumigar, pala, rastrillo, tijeras, martillo, llaves herramientas, niveles, serrucho y machetes. Estaquillas, libreta de campo, tarjetas para identificación y lápiz.

Insumos.

Semillas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes quelatado (Combiplus).

Diseño experimental y análisis de varianza

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se aplicó la técnica del análisis de varianza, cuando las diferencias en este fueron significativas se realizó la comparación de medias de tratamientos mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS

Altura de planta.

Los valores promedios de altura de la planta se muestran en la figura 1 y en los anexos, en los cuadros desde el 1A al 11A. Se observa una tendencia a alcanzar menor altura en los tratamientos sin aplicación del fertilizante, mientras las mayores alturas se registraron con la dosis de 4 l/ha de fertilizante quelatado.

El análisis de varianza efectuado a esta variable, mostró que hubo diferencia significativa en la interacción de los híbridos con las dosis de fertilizantes a los 100 días y diferencia muy significativa en el resto de las evaluaciones. Los coeficientes de variación tuvieron como valor más bajo 0,41 % a los 60 días y como el más elevado 4,82 a los 100 días (Cuadro 5 y los Cuadros desde el 2A hasta el 12A).

Resultado de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades de la variable altura de la planta, expresados en centímetros, de la interacción de tres híbridos de tomate con tres dosis de fertilizantes en las evaluaciones comprendidas entre los 15 y 100 días de sembradas. Balzar, 2015.

En la prueba de Tukey al 5 % de probalidades realizada, se observa que los tratamientos 3, 6 y 9 presentan los valores promedios más altos en la mayoría de las evaluaciones, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. Se observa un promedio general de 149,07 centímetros a los 100 días. La altura máxima alcanzada fue de 163,7 cm por la combinación del híbrido Dominique con la dosis de fertilizante de 4 l/ha (Cuadro 6).

Según el análisis de varianza realizado al número de hojas, se observa diferencias muy significativas, en la interacción de los híbridos con las dosis de fertilizantes en las cuatros evaluaciones que se encuentran entre los 30 y los 80 días, y no existe diferencia estadística a

los 15 y los 100 días. Sin embargo a los 15 días se mostró diferencia muy significativa en el número de hojas entre los híbridos y a los 100 días los fertilizantes si influyeron en la cantidad de hojas. Los coeficientes de variación fluctuaron desde 0,93 % a los 45 días hasta 4,56 a los 100 días, estando todos dentro de los valores permisibles (Cuadro 7 y los Cuadros del 14A hasta el 24A).

Al comparar las medias con la prueba de Tukey al 5 % de probalidades, se observa que el tratamiento 3 presentó mayor estabilidad en la cantidad de hojas a través de las evaluaciones,

llegando a presentar la mayor cantidad a los 60 días con 23,87. El promedio general de número de hojas más elevado se muestra a los 60 días de sembradas con 20,99

La prueba de Tukey al 5 % de probalidades arrojó que los híbridos Dominique y Fortuna son estadísticamente superiores, en cuanto al número de hojas a los 15 días de sembrados los cultivares, al genotipo Pietro F-51

Los resultados en la misma prueba, pero a los 100 días, muestran que la dosis de 4 l/ha de fertilizante quelatado presenta promedio de 16,93 hojas, siendo superior estadísticamente a las otras dosis

Los mayores diámetros del tallo se observan en los tratamientos 3 y 6 en las cuatros evaluaciones realizadas, siendo el valor máximo alcanzado de 1,65 centímetros a los 100 días en la interacción del genotipo Pietro F-51 con la dosis de 4 l/ha del fertilizante quelatado.

A partir de la evaluación de los 80 días se estabiliza el diámetro del tallo. Se observa un aumento de esta variable proporcional al incremento de las dosis del fertilizante quelatado (Figura 3 y Cuadros del 25A al 31A).

El análisis de varianza realizado nos muestra diferencias significativas, en los 80, 100 y 120 días en la interacción de los híbridos con las dosis de fertilizante, en la misma interacción no existe diferencia a los 60 días. Sin embargo en los 60 días, si existe diferencias estadísticas entre los híbridos y las dosis de fertilizantes por separados. Los coeficientes de variación oscilaron entre 3,59 % a los 120 días y 11,55 % a los 60 (Cuadro 11 y Cuadros 26A al 32A).

Cuadrados medios de los análisis de varianza en la variable diámetro del tallo, de tres híbridos de tomate con tres dosis de fertilizantes en las evaluaciones realizadas a los 60, 80, 100 y 120 días de sembradas. Balzar, 2015.

Resultado de la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades en la variable diámetro del tallo, expresados en centímetros, de la interacción de tres híbridos de tomate con tres dosis de fertilizantes en las evaluaciones a los 60, 80, 100 y 120 días de sembradas. Balzar, 2015.

Según los resultados de las comparaciones de las medias, los tratamientos 3, 5, 6 y 9 presentan diferencias significativas del restos de los tratamientos en los 80, 100 y 120 días. Los promedios generales variaron desde 1,29 centímetros a los 60 días hasta 1,48 en los 80 y 100 días

Número de flores por racimo.

En los datos procesados, se observa un aumento de la cantidad de flores hasta los 80 días, momento en el cual comienza a decrecer ese número. Ese comportamiento puede estar influenciado por las altas temperaturas registradas. Las mayores cantidades de flores se presentan en los tratamientos con presencia del híbrido Fortuna en los 80 días de sembradas.

En el análisis de varianza realizado a la variable número de flores, se muestra que la combinación de los híbridos de tomate con los fertilizantes quelatados, existe diferencia muy significativa en los 60, 80, 100 y 120 días, mientras que a los 45 no existen diferencias estadísticas en esa combinación. Sin embargo existen diferencias significativas en el número de flores a los 45 días entre los híbridos y también entre los fertilizantes por separados En la media de todas las evaluaciones se muestra diferencia muy significativa en los híbridos, los

fertilizantes y en la interacción de los dos. Los coeficientes de variación mostraron valores desde 2,23 % a los 80 días, como el más bajo, hasta 16,43 a los 45 días y la media de los cinco conteos presenta 2,93 %

En la misma prueba de Tukey efectuada al número de flores, en los 45 días los híbridos Fortuna y Dominique se encuentran en un mismo rango y fueron estadísticamente superior al genotipo Pietro (Cuadro 17). También en los 45 días, la dosis 4 l/ha de fertilizante quelatado, mostró valor de 3,53 flores por racimo, diferente estadísticamente de las otras dosis de forma positiva (Cuadro 18).

Número de frutos por racimo.

El valor promedio mayor de la variable número de frutos se presenta en el tratamiento 5 con 8,5 a los 100 días. La cantidad de frutos fue incrementándose en el tiempo hasta la evaluación realizada a los 100 días de la siembra. A los 120 días hubo un descenso en el número de frutos, posiblemente causado por las altas temperaturas (Figura 5 y los Cuadros 43A hasta el 49A).

Los resultados del análisis de varianza efectuado al número de frutos se observa en el cuadro 19 y en los cuadros 44A hasta el 50A. En la interacción de los híbridos con los fertilizantes se muestran diferencias muy significativas en los 80 y los 100 días y no existe diferencia significativa en los 60 y 120 días. No obstante en los 60 días existe diferencia significativa entre las dosis del fertilizante y a los 100 días existe diferencia muy significativa entre los híbridos y también entre las dosis del fertilizante por separado. Mientras en la media de las evaluaciones existe diferencias muy significativas en la combinación de los híbridos con las dosis de fertilizantes, entre los propios híbridos y los fertilizantes por separado. Los coeficientes de variación presentan valores desde 2,87 % en los 100 días hasta 27,83 en los 60 días y en la media, la variabilidad fue de 2,93 %.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con dosis de 2 y 4 l/ha de fertilizante quelatado, mostraron el mayor promedio de altura de la planta. La variable número de hojas, registró la mayor cantidad en la combinación del genotipo Pietro con dosis de 4 l/ha de fertilizante quelatado. Los tratamientos 3, 5 y 6 presentaron los mayores promedios en el diámetro del tallo. En la variable número de flores sobresale el tratamiento 6, el mismo que es superior, junto al tratamiento 3 en el número de frutos.

En la variable diámetro del fruto, los tratamientos 6, 7, 8 y 9 resultaron los de mejores resultados. Los híbridos Fortuna y Dominique obtuvieron los mayores pesos de los frutos, al igual que la aplicación de 2 l/ha de fertilizante quelatado.

Los tratamientos 6, 3, 5 y 2, mostraron los mayores rendimientos agrícolas por ese orden, todos superiores a las 40 Tm/ha. La mayor tasa de retorno marginal, la muestra la combinación del híbrido Fortuna con aplicación de 4 l/ha del fertilizante quelatado con valor de 179,5 %.

REFERENCIAS

- Agripac. 2014. Semillas de tomate. Fortuna. Disponible en: <http://www.ec.all.biz/semillas-de-las-tomates-bgg1085327> (Consultado el 13 de julio del 2015).
- ALASKA S.A. 2015. Catálogo de productos. Características del híbrido Pietro. Disponible en: <http://www.imporalaska.com/23-tomates.html>. En línea. (Consultado el 18 de Septiembre del 2015).
- Azrom. 2004. Invernaderos, innovaciones agrícolas. Israel. 41 p. Barbado, J. 2003. Huertas Orgánicas, 1era ed. Albatros, Argentina. p. 190.
- Betancourt V, SC. 2014. Evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidropónico. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Bojacá, CR; Luque, NY; Monsalve, OI. 2009. Análisis de la productividad del tomate en invernadero bajo diferentes manejos mediante modelos mixtos. Revista colombiana de Ciencias Hortícolas Colombia. 3(2) pp. 188-198.
- Casanova, A.; Cardoza, H.; Hernández, M.; Gómez, O.; Pupo, F.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Moreno, V. y Hernández, J. C. 2007. Manual para la producción protegida de hortalizas. 1era Ed. La Habana: Editora Liliana. 125 p.
- César H, CF. 2009. Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado Dominique y Michaella, en la parroquia San José de Alluriquín. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Ciencias de la Vida.
- CIMMYT. 1988. Fundamentos de análisis económico, guía para la investigación y extensión rural. Turrialba; CR.: CATIE, 1994. 68 p.
- Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de inversión, desarrollo y exportación de agro negocios.
- Cuevas B, R. 2010. Análisis de la producción de tomate riñón híbrido Dominique *Solanum lycopersicum* Mill, utilizando abonos orgánicos en la parroquia zumba del cantón Chinchipe. Tesis de Grado de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Universidad Nacional de Loja.
- FAO. 2015. FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadísticas. Disponible en: www/faostat3.fao.org/download/Q/QC/S (Consultado el 23 de noviembre del 2015).
- Fernandez A, F. 2015. Producción de jitomate en invernadero (*Lycopersicum esculentum* L.). Programa de apoyo a la inversión en equipamiento e infraestructura, 2011. SAGARPA. Tierra blanca, mpio. de Tepetzintla.
- Gorini, P. 1972. Las plantas interiores. Barcelona, Devecchi. p. 155. Hartmann, H; Kester, D. 1974. Propagación de plantas. Trad. del inglés por Antonio Nariño Ambrocio. 2da ed. México, CECSA. 810 p.

- Hazera, 2014. Catálogo de semillas de tomate. Dominique. Disponible en: <http://www.hazera.es/wp-content/uploads/products-pdf/product-15973.pdf> (Consultado el 14 de agosto del 2015).
- Hortoinfo. 2015. Más de 211 millones de toneladas de tomate se producen en el mundo. Fuente de la FAO. Disponible en:
- Hernández D, MI; Chailloux L, M; Moreno P, V; Mojena G, M; Salgado P, JM. 2014. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la época de primavera-verano. *Cultrop* 35(4) La Habana. oct.-dic. 2014. www.hortoinfo.es/index.php/noticias/3084-tomate-mundo-100314 (Consultado el 23 de diciembre del 2015). INAMHI. 2012. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INEC. 2015. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. ESPAC 2015. Disponible en: www.ecuadorencifras.gob.ec/estadísticas-agropecuarias-2/ (Consultado el 9 de noviembre del 2015).
- Infoagro. 2015. El Cultivo del Tomate. 1ra parte. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. (Consultado el 13 de julio del 2015).
- INIAP. 1999. Guía de cultivos. Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. p. 186.
- Jaramillo N, JE; Rodríguez VP; Guzmán AM; Zapata C, MA. 2006a. Investigación en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas (Proyecto Piloto). Informe final Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. La Selva. 54 p. Río negro, Antioquia.
- Jones, JB. (2001). Plagas y enfermedades del tomate. Traducido del inglés por María del Mar Jiménez Gasco. Madrid: Mundi Prensa, p. 74.
- Mercalimsa S.A. 2013. Industria Química, Guayaquil, Ecuador.
- Mesa, NC. 2001. Consideraciones básicas sobre problemas entomológicos en el agro ecosistema de tomate y propuesta de un manejo integrado de plagas. En: Compendio de eventos hortalizas plagas y enfermedades. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica, Regional 4, Río negro, Antioquia, Colombia. pp. 23-29.
- Muñoz R, JJ. 2004. El cultivo de tomate en invernadero. pp. 226-262 En: Muñoz, JJ. y Castellanos, JZ. (Eds) Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.
- Nuez, F. 2001. El Cultivo del Tomate. Reimpresión. Editorial Mundi- Prensa. Barcelona, España. pp. 45-70.
- Palomo, I; Moore C, R; Carrasco, G; Villalobos, P; Guzmán, L. 2010. El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. *Idesia* (Arica), 28(3), 121-129. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300016>

- Papon, R. 1997. Revolucionario, 1^a ed. Mandala, España. p. 206. Paredes Z, A. 2009. Manual del cultivo del tomate en invernadero. Cundinamarca - Colombia. Corpoica. p. 7.
- Rezende, PC. et al. 2007. Método DFT para producción de tomate en ambiente protegido. Ciencia e Agro tecnología, Labras, 31(3) pp. 713-719.
- Rodríguez, R; Tabares, JM. y Medina JA. 2001. Cultivo moderno del tomate. 2^a ed. Rev. Madrid, ES. Mundi-Prensa. 255 p.
- Rosas, A. 2003. Agricultura Orgánica Practica, 1^a ed. Arístides Gómez. Colombia. 283 p.
- Salazar S, AE. 2011. Evaluación de tres soluciones nutritivas en el tomate hortícola (*Lycopersicon esculentum*) en los híbridos Pietro y Syta mediante el sistema de slabs. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Sangacha G, ML. 2011. Evaluación de seis híbridos de tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo cubierta plástica. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Agronómica.
- Suquilanda V, MB. 2003. Producción orgánica de hortalizas en la sierra central del Ecuador. PUBLIASESORES. Quito, Ec. p. 21.
- Valverde, F. 1998. Plantas útiles del Litoral ecuatoriano. Ecociencia, ECORAE. p. 312.
- Villarroel, F. 1997. Introducción a la botánica sistemática. Universidad Central del Ecuador. p. 291.
- Zeidan, O. 2005. Tomato production under protected conditions. MASHAV, CINADCO, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. Israel. 99 p.