



Efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate (*lycopersicum esculentum mill*)

Effect of potassium fertilization and spacial arrangements on tomato production (*lycopersicum esculentum mill*)

Efeito da adubação potássica e dos arranjos espaciais na produção de tomate (*lycopersicum esculentum do*)

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil

o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.245>

Adolfo Leguizamón Resquín

adolfo_leguizamon@hotmail.es

Alfredo Balbuena Candado

balbuenaalfredo070@gmail.com

Lidia Raquel Fleitas Quintana

lrfleitasq@hotmail.com

Celia Antonela Quintana Fleitas

antofleitas05@hotmail.com

Marcos Antonio Sánchez Gonzales

marcusanz@gmail.com

Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera

edirudi86@gmail.com

Universidad Nacional de Concepción. Concepción, Paraguay

Artículo recibido 22 de noviembre 2023 / Arbitrado 22 de diciembre 2023 / Publicado 20 de enero 2024

RESUMEN

La producción de tomate es un rubro de renta importante para muchos de los productores de la zona de Concepción, en los últimos tiempos ha sufrido una disminución en cuanto al rendimiento por tal efecto se plantea, el **objetivo** del trabajo la de evaluar el efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate. El experimento se realizó en Localidad de María Auxiliadora km 27 Ruta V, Distrito de Belén, Departamento de Concepción, Paraguay. Se aplicó el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), con un arreglo factorial 3 x 4, siendo el factor A, espaciamiento entre plantas 0,60, 0,70, 0,80 m y el factor B dosis de fertilizantes potásico, 0, 50, 100, 150 K2O kg ha⁻¹, con tres repeticiones. El trasplante se realizó una vez que las plántulas desarrollaron tres a cuatro hojas verdaderas, con un distanciamiento entre hileras de 1,0 m y entre plantas conforme a los tratamientos. Cada unidad experimental tuvo 4 hileras con 4 m de largo. La aplicación de fertilizante potásico se realizó a los 30, 45 y 60 días, después del trasplante. La cosecha se inició a los 45 Días Después del Trasplante (DDT). Las determinaciones evaluadas fueron, altura de la planta, número de frutos por planta, peso individual, diámetro longitudinal y ecuatorial, rendimiento por planta. Las comparaciones de las medias aritméticas fueron sometidos al Análisis de Varianza, y las medias, comparadas entre sí, por el Test de Tukey al 5% y análisis de regresión. Los **resultados** mostraron que hubo diferencias significativas para la mayoría de las determinaciones. El mejor resultado para la determinación de rendimiento se obtuvo con el T3. De 100 kg ha⁻¹ de potasio con un espaciamiento de 60 cm entre plantas.

Palabras clave: Producción de *Lycopersicum esculentum* Mill; Producción agrícola; Potasio; Número de frutos; Rendimiento

ABSTRACT

Tomato production is an important income item for many of the producers in the Concepción area. In recent times it has suffered a decrease in yield. For this reason, the **objective** of the work is to evaluate the effect of the Potassium fertilization and spatial arrangements in tomato production. The experiment was carried out in the Locality of María Auxiliadora km 27 Ruta V, District of Belén, Department of Concepción, Paraguay. The randomized complete block experimental design (DBCA) was applied, with a 3 x 4 factorial arrangement, with factor A being spacing between plants 0.60, 0.70, 0.80 m and factor B dose of potassium fertilizers. 0, 50, 100, 150 K₂O kg ha⁻¹, with three repetitions. The transplant was carried out once the seedlings developed three to four true leaves, with a distance between rows of 1.0 m and between plants according to the treatments. Each experimental unit had 4 rows 4 m long. The application of potassium fertilizer was carried out 30, 45 and 60 days after transplanting. The harvest began at 45 Days After Transplantation (DAT). The determinations evaluated were plant height, number of fruits per plant, individual weight, longitudinal and equatorial diameter, and yield per plant. The comparisons of the arithmetic means were subjected to Analysis of Variance, and the means, compared to each other, were subjected to the 5% Tukey Test and regression analysis. The **results** showed that there were significant differences for most of the determinations. The best result for determining performance was obtained with T3. 100 kg ha⁻¹ of potassium with a spacing of 60 cm between plants.

Key words: Production of *Lycopersicum esculentum* Mill; Agricultural production; Potassium; Number of fruits, Yield

RESUMO

A produção de tomate é uma importante fonte de renda para muitos dos produtores da região de Concepción. Nos últimos tempos sofreu uma diminuição na produtividade. Por isso, o **objetivo** do trabalho é avaliar o efeito da fertilização potássica e dos arranjos espaciais em produção de tomate. O experimento foi realizado na localidade de María Auxiliadora km 27 Ruta V, Distrito de Belén, Departamento de Concepción, Paraguai. Aplicou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados (DBCA), com arranjo fatorial 3 x 4, sendo o fator A espaçamento entre plantas 0,60, 0,70, 0,80 m e fator B dose de fertilizantes potássicos 0, 50, 100, 150 K₂O kg. ha⁻¹, com três repetições. O transplante foi realizado quando as mudas desenvolveram de três a quatro folhas verdadeiras, com distância entre linhas de 1,0 m e entre plantas conforme os tratamentos. Cada unidade experimental possuía 4 linhas de 4 m de comprimento. A aplicação do fertilizante potássico foi realizada aos 30, 45 e 60 dias após o transplante. A colheita iniciou-se aos 45 dias após o transplante (DAT). As determinações avaliadas foram altura de planta, número de frutos por planta, peso individual, diâmetro longitudinal e equatorial e produtividade por planta. As comparações das médias aritméticas foram submetidas à Análise de Variância, e as médias, comparadas entre si, foram submetidas ao Teste de Tukey 5% e análise de regressão. Os **resultados** mostraram que houve diferenças significativas para a maioria das determinações. O melhor resultado para determinação do desempenho foi obtido com T3. 100 kg ha⁻¹ de potássio com espaçamento de 60 cm entre plantas.

Palavras chave: Produção de *Lycopersicum esculentum* Mill; Produção agrícola; Potássio; Número de frutos; Produtividade

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas más importantes del mundo en superficie cultivada y volumen de producción (1). Este ha tenido una gran evolución tecnológica, tanto en sistemas de producción como en mejoramiento genético (2).

La problemática que se presenta en los pequeños y medianos horticultores de la zona de Concepción, en el cultivo de tomate es el poco rendimiento que logran obtener, el uso de fertilizantes es muy importante en el momento de querer aumentar la producción, ya sea la dosificación, el momento oportuno de hacer la aplicación, el nutriente adecuado para diferentes estadios de los cultivo y en las formas de aplicarla, por ende, es de suma importancia que los productores tengan la información suficiente que puedan manejar su cultivo de tomate.

En la Paraguay la producción nacional de tomate se ve afectada por un bajo rendimiento, la cosecha concentrada en determinadas épocas del año, ocasionando así fluctuaciones en el precio, esta ocasiona situaciones desfavorables al productor como para el consumidor.

La distancia de siembra recomendada es de 1 a 1,20 m entre hileras x 0,30 a 0,50 m entre plantas, alcanzando poblaciones de 20.000 a 27.000 plantas por hectárea. Cuando hablamos de densidades en un cultivo, nos referimos al número o población de plantas que se siembra en un área determinada. Este factor es importante en la producción y rentabilidad del cultivo de tomate (3).

La fertilización comprende la unión de varios nutrientes que forman una mezcla con cantidades apropiadas de macro y micro nutrientes que son requeridos por la planta. Estos no solamente recuperan el suelo sino también el vigor de la especie (4). Sobre los requerimientos nutricionales del tomate, señala que, la cantidad de elemento que absorben las plantas en un momento dado es el resultado de la acción interacción de varios factores, tales como: suelo, clima, edad de la planta, prácticas culturales, sistema de siembra, cultivares, plagas y enfermedades, entre otros. Las dosis de los fertilizantes como nitrógeno, fósforo y potasio que han dado mejores resultados sobre la producción y características de la calidad de los frutos. La mayoría de los nutrientes que precisan las plantas son suministrados por vía radicular (edáfica o hidropónica) (5).

Además, la mayoría de los órganos son capaces de absorber nutrientes de las soluciones aplicadas. El aporte de nutrientes a través de las hojas es relativamente bajo, por ello la práctica de la de la nutrición foliar se usa como complemento y no como sustitutiva (6). El potasio es esencial para un buen desarrollo del cultivo. Este elemento tiene importancia preponderante en la firmeza y la calidad organoléptica del fruto e interfiere en la uniformidad de la maduración. Los frutos producidos por plantas deficientes en potasio son 2 menos rojos y firmes. Cuando los frutos están maduros presentan paredes más delgadas y loculos no totalmente llenos por el tejido placentario (7). La presencia de potasio: Favorece la formación de hidratos de carbono azúcar, almidón, féculas.

Aumenta la consistencia y dureza de los tejidos de las plantas, lo que da lugar a: Mayor resistencia a ciertas enfermedades, Mayor resistencia al encamado de los cereales.

Con base a lo expuesto, la investigación tuvo como objetivo, evaluar la efectividad de fertilización potásica y arreglos en la producción de *Lycopersicon esculentum* Mill en el departamento de Concepción espaciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en una finca distante a unos 27 km de la ciudad de Concepción, Ruta V Gral. Bernardino Caballero, durante el periodo comprendido entre los meses de abril a julio del año 2022, circunscrita en las 23° 21' 53" Sur 57° 10' 53" Oeste, elevado 160 msnm. El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26 y 14 ° C con máximas que pueden llegar hasta 45 ° C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4 ° C en estaciones de invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1.400 mm, (8). El suelo del Departamento de Concepción, taxonómicamente pertenece al Orden Alfisol de textura franco arcillosa con panorama en forma de lomada de origen arenisca, con un relieve plano de 0 a 3% de pendiente y una altura aproximada de 200 msnm, con drenaje bueno y de rocosidad nula (9). Antes de la instalación del experimento fue obtenida muestra de suelo de 0 a 20 cm, la cual fue analizada en el Laboratorio de Suelo. Los

resultados fueron: Fósforo (Mehlich⁻¹): 2,67 mg kg⁻¹; Materia Orgánica: 2,1 %; pH (H₂O): 5,66; Potasio: 24,63 mg kg⁻¹; Calcio + Magnesio: 2,64 cmol kg⁻¹, correspondiendo a la clase textural Franco arcillo.

El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA), con un arreglo factorial 3x4, siendo el factor A espaciamiento entre plantas 0,60, 0,70, 0,80 m, y el factor B dosis de fertilizantes potásico (0, 50, 100, 150 K₂O kg ha⁻¹), con tres repeticiones, totalizando 36 unidades experimentales. Cada unidad experimento tuvo cuatro hileras con cuatro metros de largo. Las semillas se sembraron en bandejas de germinación de isopor de 128 celdas, con el sustrato comercial, colocando una semilla del híbrido Karina por celda. Inmediatamente se proporcionó un riego de germinación; luego se cubrió el semillero, para disminuir la pérdida de humedad por evaporación y elevar la temperatura, para acelerar la germinación, durante el crecimiento de las plántulas, se dieron los riegos de acuerdo a los requerimientos, la germinación se dio a partir de cinco días aproximadamente.

Para la preparación del suelo se utilizaron herramientas con un motocultor para la remoción, posteriormente se abrieron surcos y en ella se estuvieron colocando el abono orgánico al suelo utilizando como fuente, estiércol de bovino a razón 4 kg m². El trasplante se realizó a los 40 días después de la siembra (DDS) 10 a 12 cm de altura con cuatro hojas verdaderas. El distanciamiento entre planta conforme a los tratamientos planteados y el distanciamiento entre hilera 1.0 m para todos los tratamientos. La irrigación de pimiento se realizó

dos veces al día, se utilizaron sistema de riego cintas de goteo de 120 micras, correspondiendo una cinta para cada hilera de cultivo.

La aplicación de fertilizante potásico se realizó a los 30, 45 y 60 días después del trasplante para todos los tratamientos, cuya fuente fue cloruro de potasio (60% K).

A los diez días trasplantadas las mudas, se colocaron tutores individuales de 1,5 m de altura, para un mejor manejo y sostén de las plantas. Se eliminaron las hojas del tallo principal, así como tallos y hojas mal formados o con defectos, de modo para favorecer un buen desarrollo de las plantas.

Para el manejo de plagas y enfermedades se utilizaron productos fitosanitarios, insecticidas o fungicidas requeridos para el buen desarrollo y sanidad del cultivo, en dosis recomendadas.

A los 60 días después del trasplante aproximadamente se realizó la primera cosecha totalizando 5 cosechas durante el ciclo de 150 días.

Las determinaciones evaluadas fueron: **Altura de planta** (cm). La altura de la planta fue medida en centímetros utilizando una cinta métrica considerando desde la base del suelo hasta la punta del ápice de la hoja a los 60 días DDT. **Número de frutos por planta:** se contabilizaron las frutas cosechadas de cada planta que fueron utilizadas en la determinación anterior, se sumaron de cada tratamiento los frutos por plantas producidas.

Diámetro polar y ecuatorial de frutos: se midieron el diámetro polar y ecuatorial de los frutos con un calibrador de vernier con la unidad de medida en cm/frutos. **Peso individual de cada fruto (g):** Se pesaron los frutos de cada tratamiento utilizando 6 plantas del centro de la parcela para evitar efecto borde y se sacaron por regla de tres simples el peso promedio de la misma en gr/frutos. **Rendimiento por planta:** corresponde la cantidad total de tomate obtenida en el cultivo en kg pl^{-1} con las cinco cosechas realizadas, con el mismo procedimiento a las determinaciones anteriores, en este caso se utilizó una balanza electrónica para pesar.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) por el test de F y las medias de los datos correspondiente al Factor A fue comparado entre sí por el test de tukey al 5% y para el Factor B se realizó el análisis de regresión.

RESULTADOS

Altura de planta, diámetro polar y ecuatorial

Según el análisis de los datos obtenidos para la altura de planta, diámetro polar de fruto no fue afectado por el distanciamiento entre planta, a excepción para el diámetro ecuatorial. Con relación al factor de niveles de potasio hubo diferencia significativa. En la interacción entre los factores no presenta diferencia significativa.

Tabla 1. Efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate (*lycopersicum esculentum mill*).

| Factor | Descripción | Altura de la Planta (cm) | Diámetro Polar (cm) | Diámetro Ecuatorial (cm) |
|----------------------------------|-------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | (ns) | (ns) | (*) |
| Distanciamiento entre planta (m) | 0,60 | 83,7 | 6,53 | 5,94 a |
| | 0,70 | 68,1 | 6,43 | 5,76 a |
| | 0,80 | 77,2 | 6,48 | 5,52 b |
| C.V | | 17,5 | 2,26 | 3,00 |
| Dms | | 16,2 | 0,17 | 0,21 |
| MG | | 76,3 | 6,48 | 5,74 |

(ns): no significativo. (*): Significativo. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5 %. C.V: Coeficiente de variación; Dms: Diferencia mínima significativa. MG: Media general. cm: centímetro.

En lo que se refiere al diámetro ecuatorial (Tabla 1) para el factor distanciamiento entre planta, se observa el que obtuvo mayor diámetro ecuatorial fue el 0,60 m con media 5,94 cm, sin

diferir del distanciamiento de 0,70 cm, y superior estadísticamente del distanciamiento entre planta de 0,80 m con una media 5,52 cm.

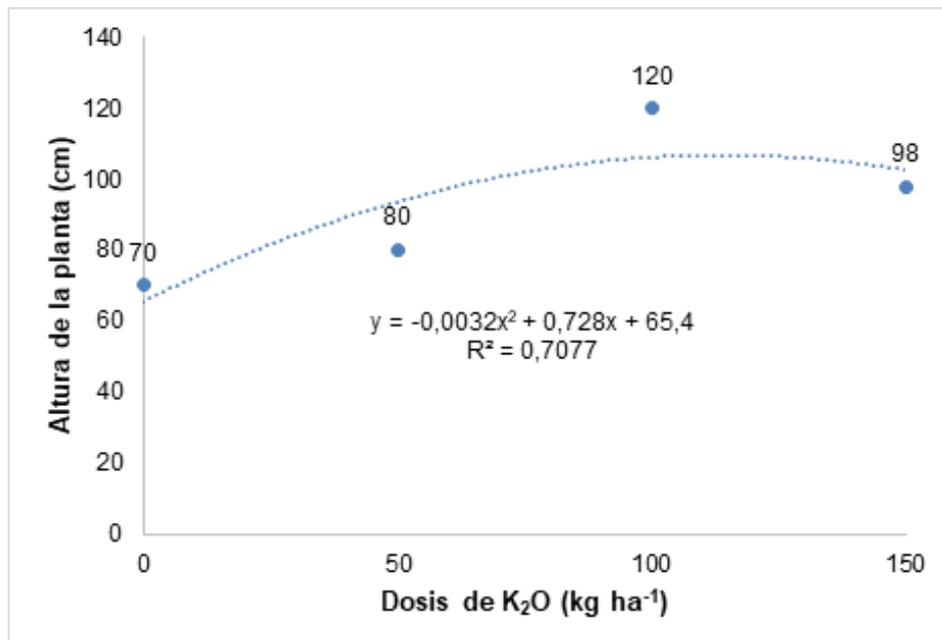


Figura 1. Análisis de regresión entre los niveles de dosis de potasio y la altura de planta del tomate.

En la Figura 1 se expresa el comportamiento de las diferentes dosis de potasio en la altura de la planta. Se identifica una respuesta cuadrática

de las dosis crecientes de fertilizante potásico, evidenciando que con la dosis de 100 kg ha⁻¹ K₂O se obtiene los mayores valores de altura 120 cm.

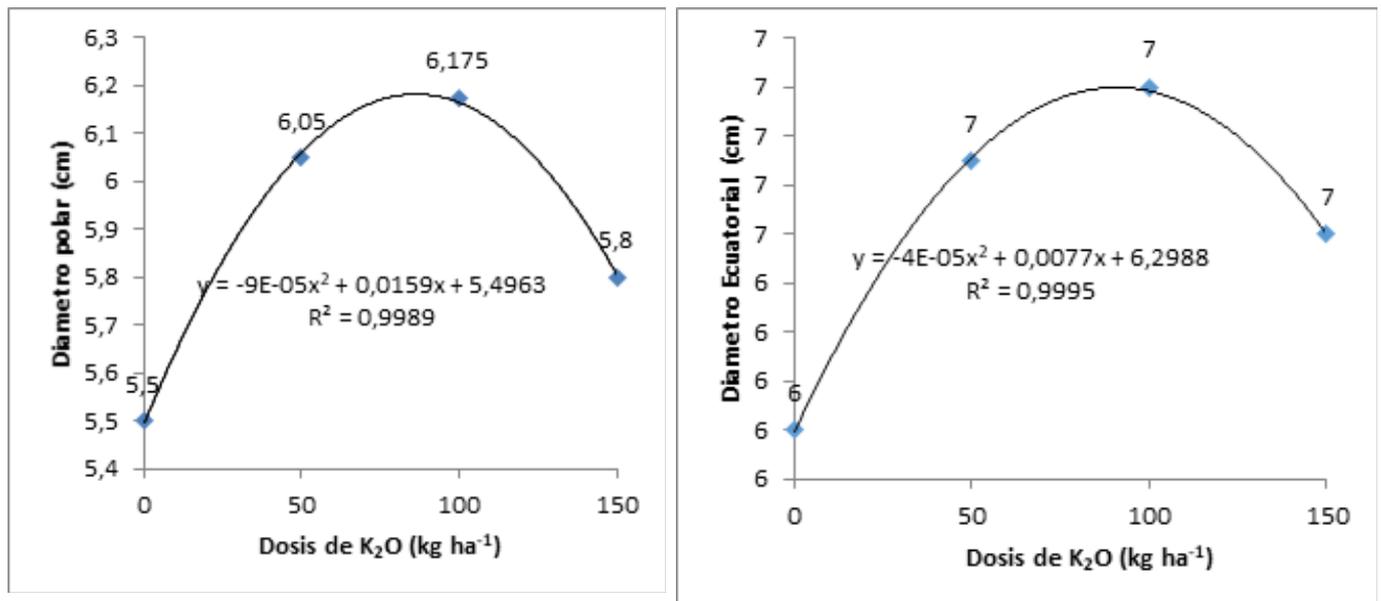


Figura 2. Análisis de regresión para el diámetro polar (A) y diámetro ecuatorial (B) en función de dosis de potasio en el cultivo de tomate

Podemos apreciar en la Figura 2-A se expresa el comportamiento de las diferentes dosis de potasio en la determinación de diámetro polar. Se identifica una respuesta cuadrática de las dosis crecientes de fertilizante potásica, evidenciando que con la dosis de 88,33 kg ha⁻¹ se obtiene el máximo valor de 6,20 cm.

Con respecto al factor de dosis potasio (Figura 2-B), en el análisis de regresión tuvo un modelo de ecuación cuadrática, logrando un valor máximo de diámetro ecuatorial de 6,66 cm en la dosis de 96,25 kg ha⁻¹ de K₂O.

Número de frutos, peso individual de fruto y rendimiento por planta

El factor distanciamiento entre planta mostro diferencia significativa en el número de fruto por planta, sin embargo, en el peso individual de fruto y el rendimiento por planta no se observa efecto significativo. Con respecto a las dosis de potasio hallaron diferencias significativas. Para la interacción no presenta diferencia estadística entre los factores.

Tabla 2. Efecto de la fertilización potásica y arreglos espaciales en la producción de tomate (*lycopersicum esculentum mill*).

| Factor | Descripción | Altura de la Planta (cm) | Diámetro Polar (cm) | Diámetro Ecuatorial (cm) |
|----------------------------------|-------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | (ns) | (ns) | (*) |
| Distanciamiento entre planta (m) | 0,60 | 57 a | 144 | 8,29 |
| | 0,70 | 54 b | 145 | 8.17 |
| | 0,80 | 55 ab | 141 | 8.14 |

| Factor | Descripción | Altura de la Planta (cm) (ns) | Diámetro Polar (cm) (ns) | Diámetro Ecuatorial (cm) (*) |
|--------|-------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| C.V | | 11,7 | 3,8 | 5,20 |
| Dms | | 0,8 | 6,7 | 0,51 |
| MG | | 5,6 | 143,7 | 8,20 |

(ns): no significativo. (*): Significativo. Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de Tukey al 5 %. C.V: Coeficiente de variación; Dms: Diferencia mínima significativa. MG: Media general. cm: centímetro.

Con respecto al números de frutos (Tabla 2), los resultados obtenidos tuvieron diferencia significativa; el mayor número se observa en el distanciamiento de 0,60 m con una media 57 frutos, el cual no difiere estadísticamente del distanciamiento de 0,80 m, que alcanza media de 55 frutos; aunque presentaron diferencias con relación al distanciamiento de 70 cm cuyo valor llega a 54 frutos por planta de tomate.

Contrastando las medias de los datos de peso individual de las frutas (Tabla 2) para el factor de distanciamiento no presenta diferencia significativa entre los distanciamientos de 60, 70 y 80 cm entre planta. Para el rendimiento por planta de tomate (Tabla 2) no mostró una respuesta positiva para el factor de distanciamiento entre

planta. Con relación a las dosis de potasio (Figura 5), se observa los valores obtenidos en el comportamiento de las diferentes dosis de potasio en la determinación de rendimiento por plantas. Se comporta a una respuesta cuadrática de las dosis crecientes de fertilizante potásica, demostrando que con la dosis de 87,25 kg ha⁻¹ de K₂O se obtuvo el valor máximo de rendimiento de 8,8 kg por planta de tomate.

En la Figura 3, se presenta el análisis de regresión entre las diferentes dosis de potasio y el número de frutos por plantas. Es observado que con las dosis de fertilizante potásico fueron ajustadas a la ecuación cuadrática, donde el número de los frutos sufre un aumento máximo de 59,66 con la aplicación de 81,07 kg ha⁻¹ de K₂O.

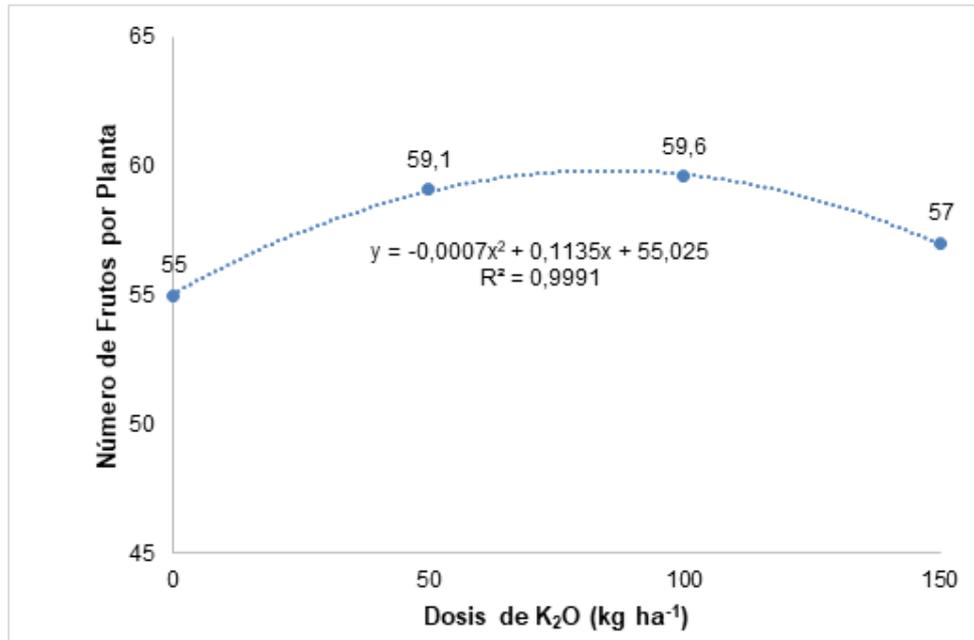


Figura 3. Análisis de regresión entre los niveles de dosis de potasio y la altura de planta del tomate.

En la Figura 4, se presenta el análisis de regresión entre las diferentes dosis de potasio y el peso individual de fruto. Es observado que con las dosis de fertilizante potásico fueron ajustadas

a la ecuación cuadrática, decreciendo al aplicar las altas dosis de K₂O, alcanzando un peso máximo de 153,88 gramos de fruto, con la aplicación con la aplicación de 125 kg ha⁻¹ de K₂O.

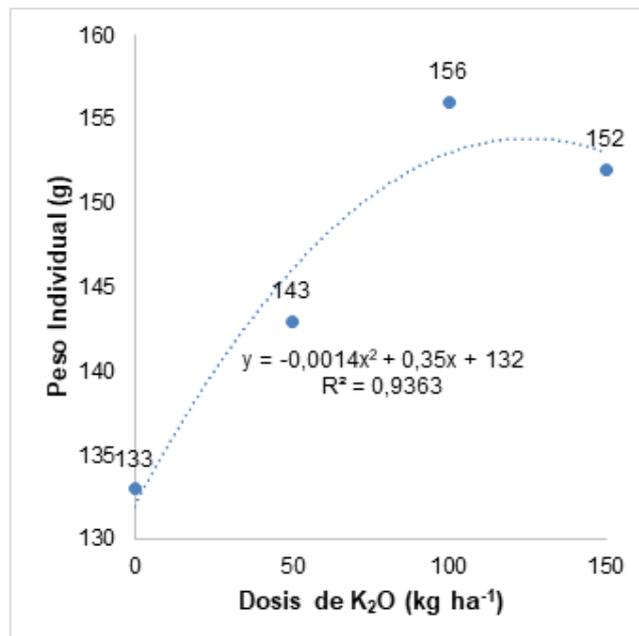


Figura 4. Análisis de regresión entre los niveles de dosis de potasio y la altura de planta del tomate.

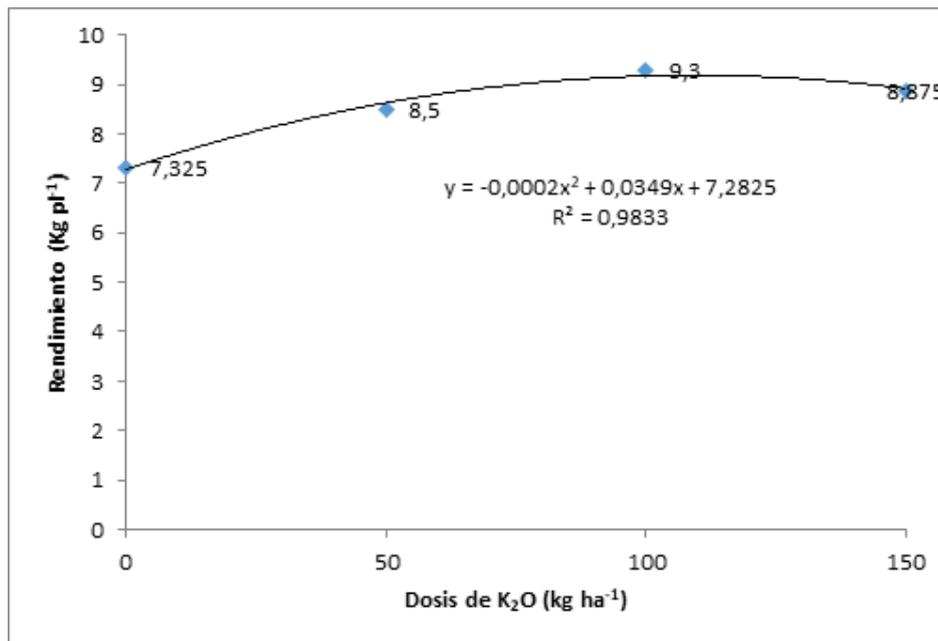


Figura 5. Análisis de regresión entre los niveles de dosis de potasio y la altura de planta del tomate.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente experimento en la altura de planta obtuvieron una respuesta positiva en el factor B dosis de potasio, siendo la mayor altura arrojó con la dosis de 100 kg ha⁻¹ K₂O con media 120 cm. Las plantas de tomate como promedio alcanzan una altura de 77,38 cm bajo tres niveles de fertilización orgánica. Los valores encontrados en el presente trabajo son similares a lo mencionado por Valero (10). La altura de la planta depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis, lo que a su vez son transferidos a la raíz de la planta, esta función puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores fundamentales, los cuales son: luz, calor, humedad y nutrientes (11). Además, que esta variable se puede ver influenciada por

el tipo de suelo y manejo agronómico del cultivo. Estos resultados de la altura de la planta pueden atribuirse por la alta cantidad de materia orgánica y elementos como K importantes en la etapa de desarrollo de los cultivos, lo que se deduce en este trabajo, que la aplicación temprana de potasio ayuda a fortalecer el crecimiento de las plantas y por ende la producción de la misma. Basado en los resultados de Maryono (12) quienes encontraron incremento en la altura de la planta en un promedio de 109,1 cm. Por tanto, el potasio cumple una función trascendental en las plantas y los tejidos jóvenes en crecimiento necesitan el elemento K para el alargamiento y la división celular. Para Hasanuzzaman (13) este aumento en la altura de la planta probablemente debido a una mayor división y elongación celular.

Para número de frutos por planta, se mostró que influyó positivamente al probar diferentes distanciamientos entre plantas y diversas dosis de potasio. Este aumento fue afectado por el aporte de potasio en el proceso de fotosíntesis (14). Para las determinaciones diámetro polar y ecuatorial, se puede comprobar las medias, hubo diferencias entre las dosis, el que presentó mayor diámetro 6,2 cm y 6,66 cm, respectivamente. Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Callejón (15) investigando con diferentes dosis en el cultivo de berenjena, no hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, para la determinación diámetro ecuatorial de frutos. De igual manera González (16), no encontraron diferencias en esta determinación en el cultivo de tomate. Para Campos (17) al estudiar el efecto de tres niveles de fertilizante NPK aplicado vía fertirriego, produjeron frutos de 7,59 cm de diámetro longitudinal con la dosis 300- 100-450, mientras en este trabajo se logró producir fruto de tamaño 6,2 cm de diámetro con la dosis de 88,33 kg ha⁻¹ de K menor a la dosis citada por los autores. En cuanto al número de frutos, provocó resultado diferente en el distanciamiento entre planta.

Según Centa (18) la media de frutos producidos por planta en un cultivo de tomate invernadero, fue de 14,8 a 15,3 frutos/pl, resultados muy inferiores a lo que se obtuvo en esta investigación, teniendo en cuenta que en este trabajo realizaron cinco cosechas con un promedio de 59,6 frutas/plantas. Según Centa

(18), mencionan que de forma estimada una planta de tomate puede dar entre 3 y 15 a más frutos, si bien es cierto que aquellas variedades cuyo fruto se cosecha muy inmaduro pueden dar muchos más, en el cual en este trabajo se obtuvo buen resultado, es decir, se ajusta a lo que menciona Terry (19) el cuál evaluaron el efecto del manejo nutricional sobre el rendimiento de frutos de tomate, obteniendo como resultado 20,05 frutos.pl⁻¹ con peso promedio de 185,28 g al aplicar NPK, siendo superior a lo que se logró en este trabajo, siendo que se llegó a 13,33 frutos.pl⁻¹ y peso de 144, 3 g.frutos⁻¹

Con relación al peso individual de frutas se aprecia una mejor respuesta con 156 gramos diferenciándose de los demás tratamientos. Según Terry (19) obtuvieron 144,95 gramos/frutos, utilizando diferentes híbridos, resultado inferior a lo que se obtuvo en este experimento que se obtuvo un promedio de 156,5gr/frutos. Baena (20), reporta en su investigación un promedio de 113 g. fruto⁻¹; por otra parte, González (16) reporta un promedio por fruto de 123 g; mientras que, en el presente estudio se obtuvo un promedio general que supera lo indicado por ambos autores.

Con relación al rendimiento, se aprecia una mejor respuesta de rendimiento con las dosis de 100 kg ha⁻¹ K₂O con una media de 9,1 kg/pl. Campos et al. (17) indican que las hortalizas como tomate, pepino, frijol y crucíferas; responden con mayor productividad y sanidad cuando hay una buena concentración de potasio disponible en el suelo. Por tanto, la fertilización puede aumentar

y mantener la productividad de los cultivos, afectando positivamente no solo a las plantas acumuladoras de fertilizantes también a las no acumuladoras (17). En el caso del tomate en este trabajo se vio reflejado con los resultados obtenidos no solamente en el rendimiento, sino en todas las determinaciones evaluadas. La producción alcanzada es muy superior a lo obtenido por Baena (20) para los híbridos FA-179 y Superman del tipo Santa Cruz: 3,0 y 2,8 kg/pl, respectivamente, mientras para el híbrido Delta (16) quien llegó a un rendimiento comercial de 4,32 kg.pl⁻¹ en ambiente protegido, siendo inferior a lo que se encontró en este trabajo a campo abierto.

CONCLUSIONES

El factor distanciamiento entre plantas resulta ser significativamente influyente en la producción de tomate en algunas de las determinaciones estudiadas. En relación al factor de diferentes dosis de potasio, se verifican mejores resultados, para la altura de planta (100 kg ha⁻¹), diámetro polar (88,33 kg ha⁻¹), diámetro ecuatorial (96,25 kg ha⁻¹), número de frutos por planta (81,07 kg ha⁻¹), peso individual de fruto (125 kg ha⁻¹) y el rendimiento (87,25 kg ha⁻¹).

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fao, Food and Agriculture Organization. The FAO statistical (2011) database. <http://faostat.fao.org/faostat>
2. Grandillo S, Zamir S, Tanksley D. Genetic improvement of processing tomatoes: a 20 years perspective. *Euphytica*. 1999; 110 (1):85-97. <https://acortar.link/GbffrR>
3. Vazquez R. Cultivo de tomate. 2007 <https://acortar.link/JartZ4>
4. Fatecha A. Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. San Lorenzo: PY. Facultad de Ciencias Agrarias. UNA. 2007. <https://acortar.link/XGij9A>
5. Ruiz C, Túa D. Criterios técnicos para fertilizar el cultivo de tomate. INIA. 2005. 37-41.
6. Ramírez G. Evaluación Agronómica bajo cubierta de tres Híbridos de Tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum* mill), en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis Ing. Agro. Santo Domingo. 2013. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6247>
7. Fao, Food and Agriculture Organization (1992). The FAO statistical database. In: <http://faostat.fao.org/faostat>.
8. DMH-Dirección de Meteorología e Hidrología. Datos de los parámetros meteorológicos, Paraguay. (Dirección de Meteorología e Hidrología). 2022. <https://acortar.link/liDtrF>
9. López O, Gonzalez E, De Llamas P, Amolinas A, Franco E, Garcia S, Rios E. Reconocimientos de Suelos y Capacidad de Uso de las Tierras; Región Oriental. Paraguay. MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de Racionalización de Uso de la Tierra. Convenio 3445. P. A-Banco Mundial, 1995. <https://acortar.link/MjSh2j>
10. Valero M. Evaluación agronómica de ocho variedades de toma bajo sistemas de rotación y tres niveles de fertilización orgánica. Tesis de grado Facultad de Agronomía UMSA La paz – Bolivia 2004. 65-70.
11. Somarriba R. Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua. 1998. <https://acortar.link/sS3fI5>
12. Maryono A, Ganefianti D, Murcitra B, Rustikawati R, Gusmara H, Mukhtasar M. Aplikasi tiga jenis pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas cabai hibrida unib (*Capsicum annum* L.). *Agritrop*. 2019;17(2):182. <https://acortar.link/DT0vAT>

- 13.** Hasanuzzaman M, Bhuyan M, Nahar K, Hossain M, Mahmud J, Hossen M. Potassium: A vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. *Agronomy*. 2018;8(3):31. <https://acortar.link/KgOpKV>
- 14.** Pérez M, Rafael A, Montoya R, Cardona A, Araméndiz H, Robles J. Efecto de cuatro densidades de población sobre el Crecimiento del fruto de berenjena (*Solanum melongena L.*). 2006. 1-18 p. <https://acortar.link/8zSxci>
- 15.** Callejón F. Effect of shading with aluminised screens on fruit production and quality in tomato (*Solanum lycopersicum L.*) under greenhouse conditions. Almería: s.n. 2008. <https://acortar.link/YIM1gs>
- 16.** González K. Efecto de la fertilización orgánica sobre la calidad y rendimiento del tomate para deshidratado. Talca, México: s.n. 2008. <https://acortar.link/druoz4>
- 17.** Campos A, Fernandes P, Gheyi H, Blanco F, Gonçalves C, Campos Saf. Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. *Scientia Agricola*. 2006. 63 (2): 146-152. <http://www.scielo.br/pdf/sa/v63n2/28832.pdf>.
- 18.** Centa (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). Estados fenológicos del cultivo de tomate. 2003.
- 19.** Terry A, Ruiz E, Padrón J, Carrillo Y. Efecto de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad de frutos de tomate. *Agronomía Mesoamericana*. 2018 29(2), 389-401. <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v29i2.28889>
- 20.** Baena D. Avance generacional y selección de líneas promisorias de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) tipos chonto y milano. Palmira: 2003. <https://acortar.link/aLVICR>