

05

Fecha de presentación: mayo, 2023
Fecha de aceptación: julio, 2023
Fecha de publicación: septiembre, 2023

APLICACIÓN

DEL FERTIRRIEGO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE,
EN ZONA BALZAR-GUAYAS

APPLICATION OF FERTIGATION ON TOMATO CROP YIELD, BALZAR-GUAYAS AREA

Alberto Yitzak Lozano Sacoto¹

E-mail: alberto.lozano.sacoto@uagraria.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8922-303X>

César Antonio Peña Haro¹

E-mail: cpena@uagraria.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0242-0637>

Eduardo Vinicio Chang Castro¹

E-mail: eduardochang49@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7001-5376>

Humberto Robinson Gavilanes Muñoz¹

E-mail: humberto.gavilanes.munoz@uagraria.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6518-6072>

Ricardo Andrés Viera Aguilera¹

E-mail: ricardo.viera.aguilera@uagraria.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6601-4854>

¹Universidad Agraria del Ecuador. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Lozano Sacoto, A. Y., Peña Haro, C. A., Chang Castro, E. V., Gavilanes Muñoz, H. R. & Viera Aguilera, R. A. (2023). Aplicación del fertirriego en el rendimiento del cultivo de tomate, en zona Balzar-Guayas. *Universidad y Sociedad*, 15(5), 49-56.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en Balzar, provincia del Guayas con el objetivo de valorar los efectos de distintas dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de tomate, para ello se desarrolla un estudio experimental en el cual se evalúan tres diferentes dosis de fertirriego en condición de campo. Para lo cual se lleva a cabo un estudio del suelo y el agua de riego considerando aspectos edafoclimáticos. Los tratamientos aplicados corresponden a dosis de Nitrógeno, Fósforo y Potasio conforme la siguiente distribución: T1 100-40-100 kg/ha; T2 140-60-200 kg/ha y T3 160-60-250 kg/ha, los que se aplican en 7 repeticiones. Los hallazgos demuestran que no existió un crecimiento de las plantas a los 50 y 70 días que sea significativo con ningún tratamiento, sin embargo, con el tratamiento 2 se registra mayor número de frutos, peso y rendimiento.

Palabras clave: fertirriego, tomate, cultivo, edafoclimático, evapotranspiración.

ABSTRACT

The research is carried out in Balzar, province of Guayas with the objective of assessing the effects of different doses of fertigation on the yield of the tomato crop, for which an experimental study is developed in which three different doses of fertigation are evaluated in field conditions. For which a study of the soil and irrigation water is carried out considering edaphoclimatic aspects. The treatments applied correspond to doses of Nitrogen, Phosphorus and Potassium according to the following distribution: T1 100-40-100 kg/ha; T2 140-60-200 kg/ha and T3 160-60-250 kg/ha, which are applied in 7 repetitions. The findings show that there was no growth of the plants at 50 and 70 days that is significant with any treatment, however with treatment 2 a greater number of fruits, weight and yield are recorded.

Keywords: fertigation, tomato, cultivation, edaphoclimatic, evapotranspiration.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el cultivo de tomate es uno de los más representativos en cuanto es un producto que posee una gran demanda debido a su consumo en el sector alimentario, el cual puede ser ingerido crudo o procesado en la preparación de diferentes alternativas gastronómicas, e incluso las industrias elaboran productos derivados para usos igualmente en la preparación de alimentos tales como pasta y salsa de tomate, entre otros. A esto se suman las propiedades del fruto, en cuanto posee antioxidantes, además de potasio, fósforo, magnesio vitamina B1, B2 y C, que son beneficiosas para la salud de las personas (Palomo et al., 2010). En el país el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), forma parte de la canasta básica familiar, y se calcula que existen alrededor de tres mil hectáreas de cultivo, de las cuales se obtienen aproximadamente 62mil toneladas anualmente, correspondiente al 0,2% de cultivos considerados transitorios, cuyas zonas de producción se encuentran en la costa y en sierra (ver figura 1), cabe indicar que en climas fríos se lo cultiva bajo invernadero en cuanto requiere una temperatura mínima de 18°C para que su producción sea adecuada. Se conoce, además, que el promedio de consumo anual por persona es de 5 kilos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

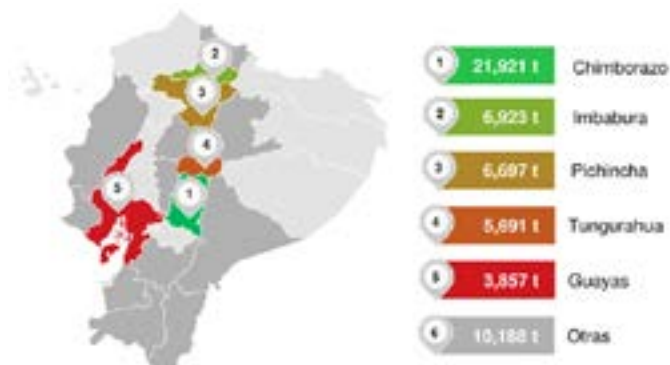


Figura 1 Zonas de producción a nivel nacional

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2021.

Por otra parte, en lo que respecta al rendimiento, este se ha estimado en 33.51t/ha anual a nivel nacional, siendo Tungurahua la zona donde mayor índice se registra con 45,87t/ha, Pichincha con 44.68t/ha e Imbabura con 40.4 t/ha; sin embargo aún se encuentra por debajo de las estimaciones internacionales pues Colombia alcanza un 65.66t/ha, México con 48.72t/ha y Perú 42.11t/ha (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022). US Ante tal situación se ha procurado mejorar el nivel de productividad controlando y hasta tecnificando los factores alrededor de los procesos de cultivo como la temperatura,

humedad, luminosidad, suelo, fertilización, sistema de riego, entre otros aspectos relevantes. Es así que la integración de sistemas de riego por goteo con fertilizante es una alternativa que se ha considerado importante para la optimización y aprovechamiento del recurso hídrico en la producción del tomate; para ello se precisa analizar y determinar la cantidad de nutrientes que requiere la planta a diario puesto que un uso inadecuado del fertilizante podría ocasionar efectos negativos en el rendimiento del tomate y hasta derivar en situaciones de contaminación por una aplicación excesiva (Bravo et al., 2016).

Al respecto Riquelme et. al (2013) explican que el desconocer la normativa técnica básica de la dosis es uno de los problemas comunes, sobre todo cuando se lleva a cabo la fertilización a través del sistema de riego, y es que no se toman en cuenta las soluciones referenciadas por los distintos técnicos e investigadores en relación al cultivo del tomate, incluso pese a contar con guías de buenas prácticas agrícolas en las cuales se establecen parámetros para la fertirrigación. Es justamente por lo expuesto que se plantea como objetivo de investigación el valorar los efectos de distintas dosis de fertirriego en el rendimiento del cultivo de tomate en la zona de Balzar ubicada en la provincia de Guayas. Y es que este método se constituye en una alternativa eficiente en la que se integra el abono y el agua de riego, aunque demanda un análisis necesario del suelo, así como de los nutrientes que requiere el tipo de cultivo (Díaz et al., 2023) en tanto, es a través de las raíces que se produce la absorción de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación posee un diseño experimental ya que la intención fue la identificación y cuantificación del efecto del fertirriego en distintas dosis en el cultivo de tomate, además se aplicaron los métodos inductivo, deductivo y analítico-sintético, el primero enfocado en el uso de la razón para la obtención de resultados a partir de sucesos tomados como valederos; el segundo con la intención de establecer una explicación particular a partir de consideraciones generales. Mientras que el método analítico-sintético permitió la descomposición del objeto de investigación para su análisis y posterior a ello su integración para el estudio en su totalidad (Yuni & Urbano, 2020).

Para el desarrollo del estudio se llevó a cabo un análisis físico-químico del suelo y del agua de riego, además se consideraron las condiciones climáticas de Balzar. En tal sentido las variables independientes fueron la dosis de fertirriego y los factores edafoclimáticos, mientras que la variable independiente corresponde al tomate, considerándose aspectos del mismo tales como altura de la

planta, número de frutos por planta, diámetro y peso del fruto y rendimiento, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- Se seleccionaron 10 plantas aleatoriamente de parcelas útiles para la aplicación de cada dosis.
- Las dosis fueron T1 (100-40-100) NPK kg/ha; T2 (140-60-200) NPK kg/ha y T3 (160-60-250) NPK kg/ha.
- Se procede a medir cada planta considerando que éstas poseían entre 50 a 70 días de haber sido cultivadas (incluyendo el tiempo de trasplante).
- Se registra el número de frutos cosechados por cada planta en cada parcela correspondiente al área del experimento.
- De los frutos cosechados, se procede a seleccionar aleatoriamente 10 para registrar su peso en gramos por medio de una balanza y tomarles la dimensión del diámetro cuyo valor se registró en centímetros (cm).
- Para calcular el rendimiento se extrapolaron los datos a kg/ha tomado en cuenta el número promedio de tomates por planta multiplicado por el valor promedio del peso de los mismos, por la densidad, obteniéndose un valor aproximado con una estimación de error del 10%.
- Se aplican 3 dosis o tratamientos diferentes, una por cada muestra de cultivo de tomate, con 7 repeticiones en cada caso (ver tabla 1).
- Se emplea la prueba de Turkey con 5% de probabilidad estadística para validar los promedios de los tratamientos aplicados.

Tabla 1. Detalle de tratamientos

Muestra	Tratamiento	NPK	Frecuencia
T1	Fertirriego 1	100-40-100	8 días
T2	Fertirriego 2	140-60-200	8 días
T3	Fertirriego 3	160-60-250	8 días

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los materiales requeridos se empleó un flexómetro para medir las parcelas, GPS para establecer las coordenadas del punto donde se efectúa el experimento, recipiente de material plástico para la determinación de la evaporación en la zona, el producto en estudio correspondiente al tomate híbrido Martha y las respectivas fichas de registro de datos. Además, es preciso presentar las características del área de experimentación que se llevó a cabo previo a la aplicación de los tratamientos (ver tabla 2).

Tabla 2. Detalle zona de experimentación

Características	Medidas
Distancia entre plantas	0.5m
Distancia entre hileras	1.0m
Longitud de la parcela	5.0m
N° de plantas por hilera	11
N° de hileras por parcela	6
N° de plantas por parcela	66
Área total de experimentación	771m ²
Ancho de cada parcela	5m
Área total de cada parcela	25m ²
N° de tratamientos	3
N° de parcelas	21
Distancia entre bloques	1.5m

Fuente: Elaboración propia

Es importante detallar que se realizaron todos los procesos requeridos en el adecuado desarrollo y producción para el cultivo de tomate conforme las características edafoclimáticas de Balzar. Además, se llevó a cabo el debido estudio del suelo y agua de riego con el fin de identificar los nutrientes en los mismos (Nitrógeno - N, Fósforo - P, Potasio - K, Magnesio - Mg, Azufre - S y Calcio - Ca) para lo cual se tomó una muestra a 30cm de profundidad debido a que a esta distancia se producen las raíces en más cantidad. Los resultados se registran en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Análisis del suelo

Ppm					
NH ₄	P	K	Ca	Mg	S
15	25	205	3505	814	18

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020.

Tabla 4. Textura del suelo

Características físicas del suelo (Textura)			
Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
28	28	44	Arcilloso

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020.

Así considerando que el suelo es arcilloso se toma en cuenta que su densidad aparente es de 1.3g/g y con dicha información se procede a calcular el peso del suelo por hectárea (10.000m²) para lo cual se emplea la fórmula:

$$\text{Peso del suelo (Kg)} = (10.000\text{m}^2) \times \text{Pr (m)} \times \text{Da} \times (\text{ton/m}^3) \quad \text{ecuación (1)}$$

registrando un resultado de 3900 ton. Posterior a ello se calcula el Nitrógeno, Fósforo y Potasio de reserva (ver tabla 5):

- N (kg/ton) = 15g/ton x 3.900 ton=58.5kg/ha.
- P (kg/ton) = (25-18 g/ton) x 3.900 ton=27.30kg/ha.
- K (kg/ton) = (205-120) g/ton x 3.900 ton=331kg/ha x 50% alrededor de la planta.

Tabla 5. N-P-K del suelo en kg/ha

Elemento	Kg/ha
Nitrógeno	58.5
Fosforo	27.3
Potasio	165

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a dosis de fertilizantes (Df), fue necesario emplear la fórmula $Df = (Rc - As) / (Ef)$ donde Rc corresponde a requerimiento de cultivo, As es el aporte del suelo y Ef indica eficiencia del fertilizante y cuyos resultados se observan en la tabla 6.

Tabla 6. Tratamiento fertilizante por ha

Muestra	Tratamiento	N	P	K
T1	Fertirriego 1	41.5	12.7	0
T2	Fertirriego 2	81.5	32.7	35
T3	Fertirriego 3	101.5	32.7	85

Fuente: Elaboración propia

Respecto al análisis del agua, esta fue obtenida de un pozo profundo y la misma que dio como resultado en sus componentes lo siguiente (ver tabla 7):

Tabla 7. Análisis del agua de pozo

Elementos	Unidad	Valores
CE (Us/cm)		237
Ca	mg/l	12.7
Na	mg/l	63.7
Mg	mg/l	2.7
K	mg/l	1.9

CO3	meq/l	ND
HCO3	meq/l	2.53
SO4	meq/l	0.15
Cl	meq/l	0.94
Ph		7
RAS		4
PSI		5
% Na		76.4
Clase		C1S1

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020.

Los resultados del análisis del agua indicaron que C1 refleja baja salinidad por lo que puede ser empleada en usos agrícolas, al igual que S1 pues su contenido de Sodio es bajo, además la conductividad eléctrica (CE) reflejó un valor de 237US/cm que denota la calidad de la misma. Cabe indicar que el sistema de riego empleado en el experimento fue de alta frecuencia (goteo) considerando la importancia de un suministro eficiente de agua sin que se modifique la fertilidad del suelo de forma que se otorgue la humedad requerida al cultivo para su desarrollo adecuado, por lo que se consideraron aspectos climáticos y edafológicos, así se pudo establecer el siguiente intervalo de riego (ver tabla 8):

Tabla 8. Intervalo de riego

Mes	Lazr	Par	Etc	%	Días
Septiembre	8.42	39.26	1.5	100	2
Octubre	8.42	39.26	1.3	100	3
Noviembre	8.42	39.26	1.5	100	2
Diciembre	8.42	39.26	1.4	100	2

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados conforme las condiciones de clima de Balzar, zona donde se realiza el estudio por lo que se considera la evapotranspiración del cultivo, la cual se obtuvo empleando el método del cenirómetro que permite identificar las necesidades de riego, y fue diseñado por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.

Tabla 9. Consumo hídrico por mes en mm

Mes	Coef.	Ec	Kc	K tan	Etc	mm/día
Septiembre	0.91	52	1.15	0.85	46.26	1.54
Octubre	0.91	46	1.15	0.85	40.92	1.36
Noviembre	0.91	51	1.15	0.85	45.37	1.51
Diciembre	0.91	48	1.15	0.85	42.70	1.42

Fuente: Elaboración propia

Los resultados evidenciados en la tabla 9 indican que en el mes de septiembre se registró un Etc de 1.54mm/día, octubre 1.36mm/día, noviembre 1.51mm/día y diciembre 1.42mm/día. Mientras que las condiciones edafológicas registradas indicaron un suelo arcilloso con las siguientes características 28% arena, 28% limo, 44% arcilla; además la capacidad de campo fue de 29% y el punto de marchitez permanente del 17%, densidad aparente 1.3g/cm³; profundidad de las raíces de 30cm equivalente a 0.3m con un umbral del 60% debido a la relevancia a nivel económico del cultivo de tomate. Se registró también una lámina aprovechable de 28.08mm con un lapso para la aplicación de dos días. Al respecto Ortega et. al (2003) indican que el tomate, es un tipo de cultivo de fácil adaptación a los diferentes tipos de suelos que son ricos en materia orgánica, siendo preferentes los silíceo-arcillosos, aunque también logra un desarrollo adecuado en un suelo arcilloso-enarenado. Además, el suelo puede poseer una ligera acidez y alcalinidad al ser enarenado.

Tabla 10. Altura de las plantas: 50 días

N°	Tratamiento	Altura planta	
3	Fertirriego 1	63.86	ns
2	Fertirriego 2	63.71	ns
1	Fertirriego 3	63.29	ns
	CV	4.19%	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la altura de la planta a los 50 días, no se registró ninguna diferencia en relación a los tres tratamientos aplicados. El coeficiente de variación se registró en 4,19%. Sin embargo, es posible indicar que conforme los valores promediados de los tratamientos, el correspondiente al tercer tratamiento evidenció un registro mayor de 63.86cm (ver tabla 10) pese a ello no presenta una diferencia estadística significativa en comparación con las otras dosis. Por otra parte, la altura de las plantas a los 70 días no registra una diferencia significativa entre las muestras de los tres tratamientos como se observa

en la tabla 11, mientras que el coeficiente de variación fue de 4.23%. En torno a ello, Rodríguez et al. (2022) indican que, durante los primeros días, entre los 40 y 50, el crecimiento de las plantas que se someten a distintas variaciones de riego no demuestra un crecimiento vigoroso, sin embargo, si se lo puede evidenciar luego hasta pasados los 75 días puesto que éstas fructifican y empiezan a utilizar las reservas que poseen para dicho proceso fisiológico.

Tabla 11. Altura de las plantas: 70 días

N°	Tratamiento	Altura planta	
1	Fertirriego 1	96.43	ns
2	Fertirriego 2	96.29	ns
3	Fertirriego 3	92.86	ns
	CV	4.23%	

Fuente: Elaboración propia

Además, Bravo et al. (2016) indican que, al aplicar fertirriego en los cultivos de tomate durante el verano, permite a las plantas una mejor absorción de los nutrientes y del agua, lo que favorece a su crecimiento normal, por lo mismo destacan la importancia de calcular adecuadamente las dosis conformes el tipo de cultivo, época y las condiciones del desarrollo de la planta.

En relación al número de frutos por planta si se pudo evidenciar una diferencia significativa entre las muestras de los distintos tratamientos, registrándose un coeficiente de variación de 7.59%. Siendo la dosis más efectiva de fertirriego la correspondiente al tratamiento N° 2 pues el número de frutos promediado fue de 17 mientras que en los otros tratamientos se registró un promedio de 15 frutos (Ver tabla 12). En tal sentido, Peña & Vargas (2018) explican que el consumo de agua se incrementa de forma considerable en la fase de fructificación, lo cual se atribuye al aumento de las necesidades fisiológicas de la planta en dicha etapa.

Tabla 12. N° frutos por planta

N°	Tratamiento	N° de frutos x planta	
2	Fertirriego 2	17.00	A
1	Fertirriego 1	15.29	B
3	Fertirriego 3	14.57	B
	CV	7.59%	

Fuente: Elaboración propia

Mientras que al evaluar el factor diámetro del fruto (ver tabla 13) se pudo registrar que existe una significativa diferencia entre las dosis de tratamiento de fertirriego, siendo

el coeficiente de variación de 7.91%. Así en la valoración del diámetro del fruto correspondiente al tratamiento dos se registró 8.14cm, valor que es superior a los otros registros de frutos en los tratamientos 1 y 3. En dicho caso, Dell'Amico et. al (2018) sugieren que, con un sistema de reducción continua de agua en etapas determinadas, las plantas presentan un mayor crecimiento, rendimiento, calidad y masa en los frutos; por lo mismo precisan la importancia de que se garantice el uso eficiente del agua.

Tabla 13. Diámetro de los frutos

N°	Tratamiento	Diámetro fruto (cm)	
2	Fertirriego 2	8.14	A
1	Fertirriego 1	7.29	B
3	Fertirriego 3	6.71	b
	CV	7.91%	

Fuente: Elaboración propia

También se evaluó el peso de los frutos, encontrándose un coeficiente de variación de 4.09% indicando que no existe significancia estadística en relación a las dosis de fertirriego. El registro demostró que el fruto evaluado del tratamiento dos obtuvo un peso de 198.29g, siendo superior al peso de los frutos de los tratamientos 1 y 3 (Ver tabla 14). Por su parte, Almeida et. al (2020) consideran que las altas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, en los sistemas de riego de los cultivos, pueden provocar un incremento en la productividad, pero también ocasionarían alteraciones en la calidad final del fruto.

Tabla 14. Peso del fruto

N°	Tratamiento	Peso fruto (g)	
2	Fertirriego 2	198.29	A
1	Fertirriego 1	183.00	B
3	Fertirriego 3	161.71	C
	CV	4.09%	

Fuente: Elaboración propia

Además, se consideró el rendimiento (ver tabla 15), por lo que de acuerdo con el análisis de varianza en los distintos tratamientos se evidenció una diferencia estadística con un coeficiente de variación de 11.31%. Se observa que el rendimiento correspondiente al tratamiento dos es el que registra el valor más alto de 67714kg/ha siendo superior a los obtenidos en el tratamiento 1 y 3.

Tabla 15. Rendimiento

N°	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	
2	Fertirriego 2	67714	A
1	Fertirriego 1	55888	B
3	Fertirriego 3	47080	B
	CV	11.31%	

Fuente: Elaboración propia

Resultados similares se identificaron en el estudio de Hernández et al. (2014) quienes valoraron distintos tratamientos nutritivos respecto a la calidad y producción del tomate. La relación 1:2 N:K fue la que representó un mayor rendimiento, mientras que las relaciones 1:1.5 y 1:2.5 N:K no presentaron diferencias significativas. Por su parte, Mendoza et. al (2018) consideran que el rendimiento en el cultivo del tomate está dado por las condiciones de riego, específicamente por la cantidad de agua, así un inadecuado sistema de riego conforme la demanda hídrica del cultivo, podría provocar la aparición de plagas, enfermedades o alteraciones fisiológicas. Los investigadores indican la importancia de una aplicación de las cantidades necesarias de riego de acuerdo al consumo requerido por el cultivo según evapotranspiración.

Además, en general cabe indicar que en Ecuador, existe una Guía de Buenas Prácticas para Tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2015) en cuyo artículo 21 se establecen las normativas para la fertirrigación indicando la importancia de la aplicación de una preparación, cantidad y frecuencia de aplicación conforme el estado nutricional de las plantas, así como la valoración de las sustancias previo a la inyección en el sistema de riego para la determinación de su compatibilidad e identificación de reacciones químicas indeseadas.

Es justamente por lo expuesto que se considera importante plantear una propuesta de recomendaciones para la aplicación del fertirriego:

- Identificar la cantidad y tipo de nutrientes que requiere el cultivo de tomate.
- Realizar una distribución adecuada del porcentaje de fertilizante en el ciclo de cultivo.
- Determinar las condiciones del agua de riego que se emplea, como su Ph y conductividad eléctrica.
- Tener el debido conocimiento para la conversión de las unidades fertilizantes (UF) a kilogramos (Kg).
- Reconocer las técnicas de fertirrigación más usadas: cuantitativa y proporcional.

- Cuantitativa: se deben tener presentes diferentes aspectos relacionados con las plantas como el número de éstas, su edad, tipologías de suelo, entre otros, con la finalidad de poder llevar a cabo los cálculos de requerimiento de nutrientes, los cuales se inyectarán en el sistema de riego.
- Proporcional: técnica empleada para cultivo hidropónico por lo que se coloca una dosis determinada de fertilizante en un volumen específico de agua. En estos casos se usan unidades de concentración (ppm/l equivalentes a partes por millón y litro).
- Saber identificar los métodos de inyección, siendo los de mayor uso por succión de la bomba, tipo Venturi, inyección con bomba independiente cuyo principio es la aplicación de nutrientes en dosis requeridas por el cultivo para lograr su máximo rendimiento, evitando que se deteriore el suelo.
- En caso de ser necesario es posible monitorear la fertirrigación en zonas específicas, gracias a la tecnología esto es posible y permite que se programe el sistema para las dosis sean variables de acuerdo a las necesidades por zona. Para ello se visibilizan mapas de vegetación que aportan con información satelital e indican la productividad de los campos en distintas áreas.

Es importante tener presente que, en diversidad de casos, la efectividad de un proceso de fertirriego no está dado por el sistema de inyección que se emplea, sino por la calibración apropiada, pues el uso inadecuado podría provocar un exceso en la concentración establecida de sales en el agua de riego o incluso no dar cumplimiento a los periodos de tiempo para la aplicación adecuada de la dosis derivando en la acumulación de residuos en las tuberías con consecuencias negativas para el cultivo.

CONCLUSIONES

A partir de la información obtenidas con el sistema de fertirriego en coherencia con las características edafoclimáticas de Balzar, es posible indicar que el suelo, de tipo más bien arcilloso, posee condiciones hidrofísicas que permiten la conservación del agua en el mismo por un tiempo mayor, en tal sentido favorece a la absorción de los nutrientes. Por otra parte, en relación a la evapotranspiración del cultivo de tomate respecto a la zona de estudio, con el método cenirómetro registró un promedio de 1.3mm a 1.5mm diarios en las fases fenológicas, indicando el requerimiento hídrico. Por otra parte, a partir del estudio del suelo, se identificó su humedad hídrica y la reposición de agua requerida, estimándose en 28.8mm.

En cuanto al análisis de las dosis de fertirriego, se puede concluir que ninguna influencia el cultivo de tomate

en términos de crecimiento de la planta en periodos de 50 y 70 días. Mientras que si existió un registró una respuesta positiva del tratamiento con relación 1.4:0.6:2.0 Nitrógeno, Fósforo y Potasio que se reflejó en un mayor número de frutos, peso superior y mejor rendimiento respecto a los otros tratamientos.

Finalmente es posible indicar la importancia de un estudio previo del suelo y sus condiciones hidrofísicas previo a la aplicación de un sistema de riego o fertirriego al cultivo de tomate, además se requieren tener en cuentas las características edafoclimáticas de la zona de estudio y el método cenirómetro para la determinación de la evapotranspiración. A esto se suma la importancia de emplear una fuente de agua adecuada y apta para la agricultura de forma que todos estos factores contribuirán a mejorar los niveles de productividad y calidad del cultivo, ya que, para aplicar dosis de fertilizante en sistema de riego, se requieren considerar distintos aspectos para un resultado óptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2015). Guía de buenas prácticas agrícolas para Tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Quito: Agrocalidad. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/Gu%C3%ADa-de-BPA-para-tomate-de-ri%C3%B1%C3%B3n-jul.pdf>
- Almeida, M., Mota, D., Wagner, Pegoraro, R., Pacheco, M., Batista, C., & Soares, M. (2020). Rendimento agrônomo e qualidade de tomates industriais sob doses de NPK. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 24(1), 59-64. <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/CWB7mQ4vKTfKr6w5JYxvW7t/?lang=en>
- Bravo, I., Yucra, R., & Mazuela, P. (2016). Efecto de la fertirrigación en un cultivo de tomate sobre la sostenibilidad agrícola de un valle costero del desierto de Atacama, Chile. *Idesia*, 34(6), 75-78. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000031>.
- Dell'Amico, J., Guillama, R., & González, M. (2018). Respuesta de cinco líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivadas en dos variantes de riego, en condiciones de campo. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 78-85. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000400011

- Díaz, F., Cabrera, M., Benavides, A., Robledo, V., Juárez, A., García, Á., & Sandoval, A. (2023). Influencia de cuatro concentraciones de solución Steiner sobre los nutrientes en la solución del suelo y productividad en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 41(1), 1-12. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1646>
- Hernández, M., Chailloux, M., Moreno, V., Mojeda, M., & Salgado, J. (2014). Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la época de primavera-verano. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 106-115. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400014&lang=es
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito: INEC. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2020). Resultados de laboratorio. Balzar: INIAP.
- Mendoza, C., Ramírez, C., Ojeda, W., Trejo, C., López, A., Quevedo, A., & Martínez, A. (2018). Respuesta del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) al consumo de agua, área foliar y rendimiento con respecto al número de tallos en invernadero. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 50(2), 87-104. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652018000200008&lang=es
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). Boletín situacional Cultivo de Tomate Riñón. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://fliphtml5.com/ijia/kept/basic>
- Ortega, S., Leyton, B., Valdés, H., & Paillán, H. (2003). Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates de invernadero producido en primavera-verano. *Agricultura Técnica*, 63(4), 1-10. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000400008>.
- Palomo, I., Moore, 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*, 28(3), 121-129. <http://doi:dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300016>
- Peña, M., & Vargas, P. (2018). Tecnología del riego por succión para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en condiciones controladas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(2), 1-9. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000200006
- Riquelme, A., González, F., Contreras, P., & Mazuela, P. (2013). Manejo del cultivo de hortalizas y su efecto en la sustentabilidad de un valle costero del desierto de Atacama, Chile. *Idesia*, 31(3), 113-117. <http://doi:dx.doi.org/10.4067/S0718-34292013000300016>
- Rodríguez, J., Pérez, A., Ortega, L., & Arteaga, M. (2022). Estudio hidrosostenible en el cultivo del tomate, su efecto en el rendimiento y calidad del fruto. *Cultivos Tropicales*, 41(2), 1-15. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200006&lang=es
- Yuni, J., & Urbano, C. (2020). *Metodología y técnicas para investigar: recursos para la elaboración de proyectos, análisis de datos y redacción científica*. Córdoba: Brujas.