

FUENTE NÍTRICA Y AMONIAL DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO UN SISTEMA DE RIEGO POR MICROTUBOCarlos Miranda¹, Raida Matos², Gilberto Medina³

Recepción: 12 de octubre de 2014

Aceptado: 26 de febrero de 2015

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la mejor relación amonio/nitrato en la variedad de tomate híbrido Dominique de frutos de jugo con crecimiento indeterminado bajo sistema de riego tecnificado de baja presión denominado fertirrigación con microtubos. Se utilizó macetas plásticas (bolsa de polietileno color negro de 22 litros de capacidad) con sustrato compost con aserrín descompuesto, sembrándose a razón de una planta por maceta. El ciclo vegetativo del cultivo se dio entre junio y noviembre del 2014. La siembra fue en bandejas de almácigo y después del trasplante se condujo bajo un sistema de fertirrigación con riego por micro tubos, y tutores tipo colgantes. Se tuvo 3 tratamientos en base a la relación amonio/nitrato, T₁ con 20/80, T₂ con 10/90 y T₃ con 0/100. El comportamiento climático fue de 1049 mm de lluvia y una temperatura media de 24.6 °C. Con el tratamiento T₁ se obtuvo el mayor rendimiento con 6875.54 g por planta, ó 218.65 t/ha, el T₂ con 6727.10 g/planta y teniendo el más bajo rendimiento el T₃ con 6142.17 g/planta, ó 194.99 t/ha ($p < 0.05$).

En consecuencia, las concentraciones de 215 ppm de nitrógeno y la relación 20%NH₄⁺/80%NO₃⁻ en la solución nutritiva es la más adecuada para fertirrigar tomates Dominique.

Palabras clave: fertirrigación, microtubos, relación amonio/nitrato.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the best ammonia / nitrate ratio in the variety of Dominique hybrid tomato with indeterminate growth under technified irrigation system of low pressure with microtubes called fertigation. Plastic 22 liters recipients with decomposed sawdust compost substrate were used, being planted one plant per recipient. The crop cycle occurred between June and November 2014. The planting was in trays seedbed and after transplant was conducted under a fertigation system with irrigation micro tubes, and hanging type tutors. 3 treatments based on the relationship ammonium / nitrate: T₁: 20/80, T₂:10/90 and T₃ with 0/100 were considered. Rain was 1049 mm and average temperature was 24.6°C. The highest performance 6875.54 g per plant, or 218.65 t / ha was obtained in T₁; the T₂ with 6727.10 g / plant and the lowest yield was obtained in T₃ with 6142.17 g / plant, or 194.99 t / ha ($p < 0.05$).

Thus 215 ppm concentrations of nitrogen and the ratio 20% NH₄⁺ / 80% NO₃⁻ in the nutrient solution is most suitable for Dominique tomatoes fertigation.

Keywords: fertigation, microtubes, ammonium / nitrate ratio.

¹ UNAS, Av. Universitaria s/n, Km 1.5 carretera a Huánuco, PO Box 156, Tingo María, Perú. carlosmiranda@hotmail.com

² Laboratorio de Química. Facultad de Industrias Alimentarias, UNAS, Av. Universitaria s/n, Km 1.5 carretera a Huánuco, PO Box 156, Tingo María, Perú. raidamatos04@hotmail.com

³ Laboratorio de Ingeniería Agrícola, Facultad de Agronomía, UNAS, Av. Universitaria s/n, Km 1.5 carretera a Huánuco, PO Box 156, Tingo María, Perú. gmediaz@yahoo.es

Introducción

La agricultura peruana es una de las principales actividades económicas que menos se ha desarrollado tecnológicamente a consecuencia de una escasa investigación. Nuestra selva peruana no está exenta de esta realidad, más del 50% de las verduras (hortalizas, tubérculos y frutas) son de procedencia externa a la zona.

El nitrógeno es un componente esencial y principal (es el elemento más utilizado en la fertilización) de mayor respuesta, que se expresa en una mayor productividad, las sales que las contiene son expresados en sus iones: ion nitrato NO_3^- y el ion amonio NH_4^+ conocidas como fuente nítrica y amoniacal respectivamente.

Una técnica sumamente importante y aplicada en este trabajo es el uso del fertirriego (sistema de riego de baja presión con micro tubos) con soluciones nutritivas; esta forma de regar es adecuada para trabajos de investigación en el campo de nutrición vegetal por la baja fuente de variación, ya que proporcionan nutrientes a todas las plantas en cantidades idénticas (1).

El presente trabajo se llevó a cabo en el vivero de Agronomía de la UNAS, y se centró en evaluar la relación amonio / nitrato ($\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$) en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tomate Dominique bajo un sistema de riego tecnificado con micro tubos.



Figura 1. Tomate Dominique en el vivero de Agronomía

Materiales y métodos

Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se ejecutó en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva -Tingo María, entre los meses de junio 2014 hasta el mes de noviembre 2014.

La UNAS se ubica en el distrito de Rupa - Rupa, provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco cuyas coordenadas planas del centroide son: 390537.89

m. Este y 8970025.61 m. Norte y altitud de 669 m.s.n.m.

De acuerdo al mapa ecológico del Perú (2), Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Sub Tropical (bmh-PT).

Condiciones climáticas

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento

Mes	T° mín (°C)	T° max (°C)	Humedad (%)	Precipitación (mm)
Enero	19	30	80	437
Febrero	19	30	78	415
Marzo	19	30	80	313
Abril	19	31	78	288
Mayo	19	31	76	212
Junio	18	31	78	133
Julio	18	31	76	131
Agosto	18	31	76	120
Setiembre	18	31	78	164
Octubre	18	31	76	280
Noviembre	19	31	77	354
Diciembre	19	31	81	356
Promedio Total	18.6	30.8	78	3203

Diseño experimental

Se empleó 3 tratamientos en base a la relación amonio/nitrato, T₁ con la relación 20/80, T₂ con 10/90 y T₃ con 0/100. Se utilizó el Diseño Experimental Completo Randomizado (DCR) con 3 repeticiones y cada repetición estuvo conformada por 24 unidades experimentales, de los cuales se tomó al azar 16 unidades experimentales por repetición. Cada fórmula en estudio se preparó en un tanque de plástico de una capacidad de 1000 litros de solución nutritiva de tal manera que las repeticiones estuvieron ubicadas unas a continuación de otras, en la misma columna de cada formulación. Las características observadas han sido sometidas al SAS y la comparación de medias se hizo con Duncan $\alpha = 0.05$.

Características

Las parcelas fueron de 14 m. de largo por 1.62 m. de ancho, la distancia entre parcelas es de 1 m. El total de plantas por tratamiento es de 72, el número de plantas por repetición es de 24 y el número de repeticiones es de 3.

El campo experimental tiene un largo de 27 m., y 10 m. de ancho, haciendo un área total de 270 m², abarcando 3 parcelas y 216 plantas en total.

Las camas del vivero tuvieron un contorno de concreto y fueron limpiadas despojando todo tipo de malezas. Las macetas de polietileno se llenaron a razón de 18000 cm³ con sustratos compuestos de compost y aserrín descompuesto a razón de 4:1.

Las macetas fueron colocadas en filas de acuerdo a la distancia y a los tratamientos en estudio.

Sistema de riego

Se utilizó un sistema de riego por micro tubos, cada tratamiento tuvo un depósito o tanque de 1000 litros con salida de la solución nutritiva tipo sifón a una altura de 2.1 m; en cada recipiente se prepararon las tres diferentes soluciones nutritivas que corresponden a cada uno de los tratamientos de las relaciones nitrogenadas en estudio. La salida principal con tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro, las líneas de reparto con mangueras de 1 pulgada de diámetro, los microtubos partían de la manguera mencionada a razón de 02 microtubos por maceta; la salida de cada microtubo genera un gasto de 15.6 Lh⁻¹ de solución nutritiva, siendo el diámetro del micro tubo de 1.2 mm.



Figura 2. Área experimental de tomate

Fórmula para la preparación de la solución nutritiva

La solución nutritiva que figura en el Cuadro 2 se preparó utilizando las siguientes sales: nitrato de calcio, nitrato de potasio, fosfato mono amónico, sulfato de magnesio y nitrato de amonio.

Cuadro 2. Formulación de la solución nutritiva utilizada por planta de tomate.

N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	S (ppm)
215	60	180	160	57	75

En el Cuadro 3 se observa la concentración NO₃⁻ y NH₄⁺ para los distintos tratamientos.

Cuadro 3. Concentración de los iones NO₃⁻ y NH₄⁺ para cada tratamiento.

Sustancia	80:20 %		90:10 %		100:00 %	
	NO ₃ ⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)
Ca (NO ₃) ₂	110	0	111	0	113	0
KNO ₃	19	0	60	0	102	0
NO ₃ .NH ₄ ⁺	43	43	22	22	0	0
Total	172	43	193	22	215	0

Como fuente de micro elementos se aplicó Fertilom combi mezcla de micro elementos quelatizados a razón de aproximadamente 12 g/1000L de solución nutritiva (3). Se aplicaba además aspersiones semanales al 0.05 %.

Manejo de la solución nutritiva

Para ajustar el pH se utilizó ácido fosfórico y/o ácido cítrico con la finalidad de mantener el pH a 6.2 (4)

El riego fue realizado hasta 4 veces por día (1200 cc a 1400 cc de solución nutritiva por planta) en los horarios de 7 am, 11 am, 2 pm y 4 pm;

Cuadro 4. Frecuencia de riego.

Época del cultivo	Frecuencia de riego		
	Condiciones climáticas		
	Días soleados	Días nublados	Días lluviosos
Vegetativa	2 veces	2 veces	1 vez
Floración	3 veces	3 veces	2 veces
Fructificación	4 veces	4 veces	3 veces
Maduración	4 veces	4 veces	3 veces

Almacigado de semilla

Se utilizó bandejas de polipropileno para almácigo con capacidad para 200 plantines, el sustrato empleado es el aserrín descompuesto y desinfectado. Permanecieron en bandejas 20 días (después de la germinación)

Trasplante al vivero.

Cuando las plántulas tuvieron tres hojas verdaderas a los 20 días luego de la germinación, se trasladó al vivero y se realizó el trasplante de los plantines de las bandejas a los cartuchos de papel con capacidad de 200 cm³ donde permanecieron las plantas 15 días más.

Cuando las plantas tuvieron 35 DDG (días después de la germinación) se trasplantaron a las macetas (bolsas de polietileno), y retirando el papel.

Tutorado y sombra

Sistema colgante, la planta de tomate se entutora a partir de los 45 días (DDG), se tienden los cordeles de alambre galvanizado # 14 a 2 m de altura y se extiende a manera de cordel en la misma dirección de los surcos y paralelo al suelo. El entutorado consiste en sujetar a las plantas del tallo a partir de la sexta hoja en adelante con pita de rafia, en un extremo se forma un halo de 2 cm de diámetro, luego lo envolvemos en sentido dextrógiro llevando hasta el alambre y lo sujetamos realizando nudo de pasador.

La poda en tomates tuvo como fin cultivar esta variedad a un solo tallo, se practicó cuatro clases de poda: poda de yemas axilares, podas de brotes en los extremos de los racimos de frutos, poda de exceso de frutos (dejando 5 -6 frutos por racimo) y

podas de hojas senescentes. Esta práctica se empezó a realizar a los 45 días de vida, con la primera aparición de las yemas axilares y cuando tenían unos 4 cm se inició la poda (deschuponeo).

En almacigo y vivero se utilizó malla rachel al 70% (porcentaje de luz que bloquea la malla) en campo definitivo se utilizó malla al 50%.

Control de plagas

Se tomó en cuenta las enfermedades endémicas y las plagas recurrentes: para racha se aplicó cymoxanil más metalaxil y propineb, en alternaria se aplicó cymoxanil más carbendazin y propineb, en botritis se aplicó carbendacin mas propineb, spodoptera y heliotis en ambas plagas aplicamos imidacloprid. La dosis se basó en la recomendación del fabricante.

Características a evaluar y metodología

Se realizó evaluaciones de altura de planta y del diámetro de tallo, ambos datos tomados en el día 160 de vida de la planta. También se midió el largo de hoja para calcular el área ocupada por la planta, dato tomado en el día 110. Se tomó el peso de fruto por planta para calcular el rendimiento.



Figura 3. Cosecha de tomate

Resultados y discusión

En cuanto a la altura de la planta, no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 10.17% lo que indica que existe una buena homogeneidad en el efecto de la relación amonio/nitrato. Para el tratamiento T1, la altura promedio de planta fue de 179.43 cm, para T2 fue de 175.69 cm. y para T3 fue de 173.06 cm.

Para el diámetro de tallo, no se encontró una diferencia estadística significativa para los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 13.66% es decir buena homogeneidad. El diámetro promedio para el tratamiento T1 fue de 13.97 mm., para T2 fue de 13.55 mm. y de 13.53 mm. para T3.

El diámetro de tallo es un indicador del vigor de las plantas porque refleja la acumulación de fotosintato, los cuales posteriormente pueden trasladarse a los sitios de demanda de fotosintato (5).

Para el peso de fruto, presentó una diferencia estadística significativa para los tratamientos, y el coeficiente de variabilidad fue de 7.54 % lo que muestra que la homogeneidad de los datos obtenidos fue buena. El peso promedio del fruto para el tratamiento T1 fue de 153.76 g., para T2 fue de 147.64 g. y de 141.31 g. para el tratamiento T3. Se considera que un rango es óptimo cuando va de 100-199 ppm (6), se considera alto 200-299 ppm y muy alto 300 ppm. El mayor rendimiento se logró con la concentración de 100 ppm de nitratos

Se halló diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 3.60% indicando que la homogeneidad de los datos obtenidos fue buena en la relación amonio / nitrato.

El peso promedio para los frutos por planta fue de 6875.54 gramos para el tratamiento T1, de 6727.10 g. para el tratamiento T2 y de 6142.17 g. para el tratamiento T3.

El mayor rendimiento lo obtuvo el T1 con la relación 20%NH₄⁺/80%NO₃⁻, con 6875.54 g. por planta, 495.90 Kg en 22.68 m² y que llevados a t/ha nos da un rendimiento de 218.65 t/ha y teniendo el más bajo rendimiento el T3 con la relación 0%NH₄⁺/100%NO₃⁻, con 6142.17 g/planta, 442.23 Kg. en 22.68 m² y llevados a t/ha nos da un rendimiento con 194.99 t/ha, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos; este rendimiento es bueno (7), pues los tomates hidropónicos siempre tienen rendimientos muy altos (8,10).

En comparación con otros, Rivera (7) obtuvo un rendimiento de 4.44 kg. por planta en cultivos tratados con la relación 12 meq/L de NO₃⁻ y el menor fue de 1.23 Kg por planta con la relación 6 meq/L de NH₄⁺ las cuales llevadas a toneladas tienen un rendimiento de 102.120 t/ha y 28.290 t/ha de tomate fresco respectivamente en un sistema hidropónico.

En el presente trabajo se obtuvo una mayor productividad en relación con los sistemas tradicionales del cultivo de tomate, así Aquino (9), reporta una productividad de 16 t/ha en sistema tradicional, asimismo Cipca (10), con tutores colgantes obtuvo un rendimiento de 49.14 t/ha y Bravo (11), reporta 57.733 t/ha de tomate fresco con sistema tradicional.

Conclusión

1. En mayor crecimiento del tomate Dominique se obtuvo con la relación 20%NH₄⁺/80%NO₃⁻ obteniéndose en promedio una altura de 179.43

cm, aunque no existió diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

2. En mayor peso por fruto de tomate Dominique se obtuvo con la relación 20%NH₄⁺/80%NO₃⁻ con un promedio de 153.76 g, mientras que la relación 0%NH₄⁺/100% NO₃⁻ con 141.31g fue el que obtuvo el menor peso de fruto.
3. El mayor rendimiento de frutos de tomate se obtuvo con la relación 20%NH₄⁺/80%NO₃⁻ con 218.65 toneladas/ha. La relación 0%NH₄⁺/100% NO₃⁻, reporta menor rendimiento con 194.99 toneladas/ha.

Referencias bibliográficas

1. Ccoycca J. Comparativo de rendimiento de dos variedades y tres híbridos de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* mill) bajo sistema de riego por goteo en Tingo María. Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú; 2014. p. 50-65.
2. Holdridge L. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA, San José, Costa Rica. 1982. p. 150-160.
3. Bialczyk J., Lechowski, and A. Libik A. Early vegetative growth of tomato plants in media containing nitrogen source as nitrate, ammonium or various nitrate-ammonium mixtures with bicarbonate addition. Journal of Plant Nutrition. 2004. 27:1687-1700.
4. Montes A, Holle M. Descripción de algunos cultivos-olerícolas. El tomate. La Molina, UNA. Lima, Perú; 1970. 21p.
5. Preciado P, Castillo A, Tomas T, Shibato K, Chávez T, Garza M. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Chapingo, México; 2002. p. 67-76.
6. Gutierrez, C. Curva de extracción de nitrógeno en tomate (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) para tres niveles de nitratos en la solución de un suelo arcilloso compactado del Valle del Yaqui. Dirección de investigación y estudios de post grado. 2011, Hallado en: www.slideshare.net/CarlosOmarGutierrezCruz/tesis-6967894. Acceso el 20 de junio de 2012.
7. Rivera E. Fertilización con nitrato y amonio en tomate (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) con raíces separadas. Tesis. Colegio de posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mexico; 2009. p. 110-115.
8. Resh H. Cultivos hidropónicos, nuevas técnicas de producción. 5^{ta} ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España; 1992. p. 323-335.
9. Aquino D. Estudio comparativo de 6 variedades de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú; 1997. 77p.
10. CIPCA. Cultivo del tomate. 2012: CIPCA. Hallado en: www.cipca.org.pe/cipca/informacionydesarrollo/agraria/fichas/tomate. Acceso el 15 julio de 2012.
11. Bravo JA. Cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) con 4 sistemas de tutores a igual densidad de siembra en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú; 1988. 70 p.