



Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Fertilizing with native efficient microorganisms has a positive effect on the phenology, biomass and production of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Juan Alarcon Camacho^{1,*} ; David Carlos Recharte Pineda¹; Franklin Yanqui Díaz¹ ; Sarita Maruja Moreno LLacza² ; Marilyn Aurora Buendía Molina³ 

¹ Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Apurímac, Peru.

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru.

³ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Peru.

Received July 31, 2019. Accepted March 8, 2020.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de microorganismos eficientes autóctonos (EMA) en el cultivo de *Lycopersicon esculentum* Mill (tomate) variedad "Río Grande". El experimento se realizó en San Gabriel, Apurímac, Perú. Los factores estudiados fueron dosis (12,5; 25 y 50 cc) y frecuencias de aplicación (7, 14 y 21 días); se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial de 3 x 3 + 1, con tres repeticiones. Se evaluaron: altura de planta, número de flores, área foliar, número de tallos, peso de la raíz y rendimiento en g/planta. Los resultados mostraron que la dosis de 25 cc de EMA aplicado cada 14 días, contribuyó a una mayor altura (39 cm), mayor número de flores (37 flores), mayor área foliar (24 cm²), el mayor número de tallos por planta (5 tallos), el mayor peso de la raíz a la cosecha (59,67 g) y el mayor rendimiento (1713,69 g/planta). Ello sugiere que la aplicación de biofertilizante puede ser una importante alternativa para fertilizar cultivos como el tomate, reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química e incrementar la producción.

Palabras clave: Agricultura sostenible; microorganismos eficientes; biofertilizante; producción orgánica; fertilización orgánica.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of autochthonous efficient microorganisms (AEM) on the cultivation of *Lycopersicon esculentum* Mill (tomato) variety "Río Grande". The experiment was conducted in San Gabriel, Apurímac, Peru. The factors studied were doses (12.5, 25 and 50 cc) and application frequencies (7, 14 and 21 days); a randomized complete block design was used, with a factorial arrangement of 3 x 3 + 1, with three repetitions. Plant height, number of flowers, leaf area, number of stems, root weight and yield in g/plant were evaluated. The results showed that the dose of 25 cc of AEM applied every 14 days, contributed to a higher height (39 cm), higher number of flowers (37 flowers), higher leaf area (24 cm²), higher number of stems per plant (5 stems), higher weight of the root at harvest (59.67 g) and higher yield (1713.69 g/plant). This suggests that the application of biofertilizer can be an important alternative to fertilize crops such as tomatoes, reducing the use of chemical synthesis fertilizers and increasing production.

Keywords: Sustainable agriculture; efficient microorganisms; biofertilizer; organic production; organic fertilization.

How to cite this article:

Alarcon, J.; Recharte, D.C.; Yanqui, F.; Moreno, S.M.; Buendía, M.A. 2020. Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Scientia Agropecuaria 11(1): 67-73.

* Corresponding author

E-mail: jalarconcamacho@yahoo.com (J. Alarcon Camacho).

© 2020 All rights reserved

DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.01.08

1. Introducción

La fertilización y el cultivo de variedades de gran rendimiento productivo, son los causantes del mayor impacto en el aumento de la producción de la mayoría de cultivos en el mundo (Monzón, 2016). El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es un producto agrícola de gran valor económico a nivel mundial; su cultivo va en aumento (Culebro, 2016; Álvarez *et al.*, 2017; Burbano y Vallejo, 2017; Juárez-Maldonado *et al.*, 2015). Según el SIEA (2016) la producción de tomate en el Perú fue de 232898 toneladas en una superficie de seis mil hectáreas. Incrementándose en los últimos 10 años en 45,56% en la producción nacional, así como un incremento del 20% en el área sembrada en el territorio nacional (Baltazar, 2018).

El tomate, como la mayoría de cultivos, expresa su potencial genético ante una adecuada nutrición mineral (Morejon-Pereda *et al.*, 2017); mientras que una inadecuada nutrición influye negativamente en el rendimiento y sobre la calidad de la cosecha, en algunos casos retrasan el ciclo productivo (Mamani y Machaca, 2015). La baja fertilidad del suelo, es un factor limitante que influye en la productividad y en la rentabilidad del cultivo (Crittenden *et al.*, 2015), siendo necesario la fertilización del cultivo para asegurar un rendimiento adecuado (Monge-Pérez, 2015).

Los fertilizantes químicos, son muy utilizados en el sector agrícola; no obstante, el abuso en su utilización genera residuos que producen salinización, problemas en el drenaje, compactación del suelo y disminución de la actividad microbiana comprometida en la nutrición vegetal (Alvarez, 2017) deteriorando el ambiente a largo plazo (Iftikhar *et al.*, 2019). Año tras año se incrementa la cantidad de fertilizante aplicado al cultivo por la menor eficiencia de adsorción en el suelo y absorción por la planta, aumentando los costos de producción y generando un problema ambiental debido a la producción de gases tóxicos que se desprenden de los fertilizantes como los óxidos de nitrógeno que dañan la capa de ozono (Lara *et al.*, 2007).

Una alternativa a los fertilizantes químicos es utilizar Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMA), que se encuentra dentro de la biotecnología de la agricultura sostenible (García, 2019), los cuales se producen a base de microorganismos que viven en el suelo, aunque en bajas poblaciones; pero al incrementar su población mediante la inoculación artificial son capaces, entre otros beneficios, de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos que estas necesitan

para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo (Planes-Leyva *et al.*, 2004). Los Microorganismos Eficientes (EM), restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran su condición físico-química, incrementan su protección y producción de los cultivos, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente sostenible (Luna y Mesa, 2017).

Se ha demostrado en algunos trabajos de investigación realizados en otros países y cultivos, que la biofertilización con EMA tienen un efecto positivo en la producción de los cultivos. Planes-Leyva *et al.* (2004) concluyen que los biofertilizantes preparados con cepas autóctonas, utilizados en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.), fueron más eficiente las cepas fosfolubilizadoras. Sin embargo, los factores humedad, predación, salinidad, pH y temperatura pueden disminuir las poblaciones de las especies microbianas de los biofertilizantes y en consecuencia su efectividad (Armenta-Bojórquez *et al.*, 2010). Ferrera-Cerrato y Alarcón (2001) mencionan que el buen resultado de los biofertilizantes depende en gran medida de la selección de las cepas que se utilicen para su elaboración, por lo que recomiendan utilizar cepas nativas que estén adaptadas a un ambiente específico (Armenta-Bojórquez *et al.*, 2010). En el caso del tomate, no se ha encontrado, estudios que determinen la dosis de aplicación de fertilización con EMA para la producción. Sin embargo, Cabrera *et al.* (2016) concluyen que, aplicar biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en plantaciones de tomate reducen significativamente los gastos, además de garantizar buenos resultados productivos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de aplicar microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento de la variedad de tomate Río Grande a través de las variables altura de la planta, número de flores, área foliar, número de tallos, peso de la raíz a la cosecha y producción.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en el sector Pisonaypata, comunidad San Gabriel, distrito de Abancay, provincia de Abancay, Región Apurímac, Perú; con localización geográfica de 72° 24' 01" longitud Oeste y 13° 22' 22" latitud Sur, a una altura de 1832 msnm. El clima es cálido a templado, con noches frescas (Recharte, 2015). La temperatura media es de 18 °C, la precipitación media anual es de 500 - 600 mm y la humedad relativa es de 45 - 55%.

Previo a la instalación, se realizó el análisis físico y químico del suelo de una muestra representativa. El análisis del suelo indicó que es de textura franco arcilloso, pH: 7, CE (Conductividad Eléctrica): 0,19 mS/cm; TDS: 95,4 ppm; N: 26 ppm; P: 66 ppm; K: 143 ppm.

Al inicio del ciclo del cultivo, se elaboró ocho capturadores de microorganismos eficientes nativos. Para capturar los microorganismos, se procedió a realizar el entierro de las tarimas a 10 cm de profundidad; cada tarima estuvo conformada por un tarro tapado con tela nylon, en cuyo interior se colocó 250 g de arroz cocinado sin sal, dos cucharadas de melaza y dos cucharadas de harina de pescado. Sobre la tapa de nylon, se colocó materia orgánica en proceso de descomposición, recogida de los sectores circundantes. Dos semanas después se desenterró la tarima y se obtuvo arroz impregnado de microorganismos.

La solución madre de microorganismos, se obtuvo colocando en una vasija el arroz impregnado de microorganismos, se agregó dos litros de agua hervida fría, dos litros de melaza y un litro de yogur; se mezcló y licuó el contenido por un tiempo de cinco minutos; finalmente se filtró la mezcla para obtener cinco litros de solución. En un tanque de plástico, se mezcló la solución, con tres litros de yogur, tres litros de melaza, cuatro litros de caldo de pescado y 20 litros agua hervida fría. Se cerró el tanque herméticamente para evitar la entrada de oxígeno, con el objetivo de activar hongos, bacterias benéficas y levaduras, la mezcla se almacenó bajo condiciones de fermentación anaeróbica por un periodo de 18 días.

El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) se realizó en las mismas condiciones de producción local en cuanto a la época de siembra y labores culturales, el manejo agronómico se efectuó con la guía de manejo de la variedad y directrices del Programa de Hortalizas, UNA La Molina (Ugás et al., 2000).

La semilla de tomate utilizada fue de la variedad Río grande. El almacigo se realizó en bandejas germinadoras, por 30 días, el sustrato empleado fue tierra agrícola libre de contaminantes. El trasplante se realizó el día 30 cuando las plántulas alcanzaron 15 cm de altura. La siembra se realizó a una distancia de 0,3 m entre plantines de tomate y 0,7 m entre hileras, por cada golpe se colocó dos plántulas. 15 días después se realizó el desahije, 14 días después se realizó un aporque. El deshierbe se realizó de forma manual cada 15 días después del aporque. La fertilización estuvo constituida

por una mezcla de guano de isla y humus, su aplicación fue al momento del aporque a razón de 20 g por golpe entre planta y planta. El riego, se realizó por gravedad con intervalos de cuatro a cinco días y la cosecha se realizó semanalmente, durante seis semanas, a partir de los 90 después de la siembra.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3 + 1, se evaluó diez tratamientos, con tres repeticiones, cada tratamiento estaba conformado por 16 plantas. Los tratamientos fueron: tres niveles de dosificación (12,5 cc; 25 cc y 50 cc), con tres frecuencias de aplicación (7 días, 14 días y 21 días) y un testigo, sin ninguna aplicación (Tabla 1).

Tabla 1
Tratamientos y control

Tratamiento	Dosis/frecuencia
T1	12,5 cc / 7 días
T2	12,5 cc / 14 días
T3	12,5 cc / 21 días
T4	25 cc / 7 días
T5	25 cc / 14 días
T6	25 cc / 21 días
T7	50 cc / 7 días
T8	50 cc / 14 días
T9	50 cc / 21 días
T10	Sin aplicación

Para determinar el efecto de los tratamientos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) se evaluaron las siguientes variables a los 60 días del trasplante: altura de la planta, se midió con una wincha, desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja bandera del tallo; número de flores, se realizó el conteo de las flores abiertas; área foliar y número de tallos. Para determinar el peso de la raíz a la cosecha, se empleó una balanza electrónica de 7000 g x 1 g, la raíz se pesó desde el cuello de la planta. El rendimiento, fue obtenido al pesar los frutos cosechados. Los resultados obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza para la comparación de medias y para las pruebas de comparación múltiple se utilizó la prueba de Tukey, ambas con un nivel de significancia del 5%. Los datos obtenidos del estudio fueron procesados mediante el software estadístico InfoStat.

3. Resultados y discusión

Altura de la planta (cm). En la Tabla 2 se muestran los promedios de altura de planta de tomate a los 60 días con sus medias ajustadas y errores estándares para los diferentes tratamientos. El análisis de varianza y prueba Tukey al 5% para los tratamientos de la misma variable, indican

que el T5 (25 cc / 14 días), proporcionó la mayor altura de las plantas con un valor promedio de 39 cm, resultado superior respecto al resto de tratamientos y al testigo. El resultado obtenido es superior al reportado por Monzón (2016) para la variedad Río Grande (18,5 cm de altura). Dicho resultado se pudo deber a la edad de la planta (45 días); sin embargo, Monzón (2016) sostiene el resultado obtenido se encuentra dentro del rango normal de crecimiento de la variedad Río Grande. La menor altura fue presentada por el testigo, con 30,33 cm; esto indica que, fertilizar la planta de tomate con fertilizante orgánico elaborado con EMA incrementa la altura de la planta. Similar resultado fue reportado por Gutiérrez et al. (2012). Además, usar biofertilizantes hace más eficiente el uso de nutrientes mediante prácticas de conservación y reducción de pérdidas en campo; a través del reciclaje de nutrientes orgánicos y el acceso a fuentes alternas de nitrógeno que es el nutriente de mayor demanda en la agricultura (Gutiérrez-Castorena et al., 2015). Por otro lado, el uso de biol u abono orgánico es un aporte para mejorar la calidad de los suelos, por aportar nutrientes y gran cantidad de microorganismos al suelo que fijan el carbono, mejoran la capacidad de absorción de agua, promueven las actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas a través de la producción de enzimas (Castellanos et al., 2015). Así como aportar en procesos de compatibilidad y/o antagonismo (Villacis-Aldaz et al., 2016).

Tabla 2
Media ajustada y error estándar para la altura de planta

Tratamiento	Media (cm)	EE	Clase	
T2	32,3	1,12	A	
T9	33,3	1,12	A	
T3	33,3	1,12	A	
T6	33,7	1,12	A	B
T1	34,3	1,12	A	B
T4	34,3	1,12	A	B
T7	34,7	1,12	A	B
T8	34,7	1,12	A	B
T5	39,0	1,12		B

Número de flores. En la **Tabla 3** se muestran los promedios del número de flores abiertas de la planta de tomate a los 60 días con sus medias ajustadas y errores estándares para los diferentes tratamientos. El análisis de varianza afirmó que existe diferencias significativas en las dosis de EMA y su influencia en el número de flores producto de la interacción dosis de microorganismos autóctonos con la frecuencia de aplicación; la prueba Tukey al 5% para los tratamientos de la misma variable, indican que el T5 (25 cc / 14 días), proporcionó el mayor número de

flores, con un valor promedio de 37 flores, resultado superior respecto al resto de tratamientos y al testigo. El testigo llegó a producir en promedio 16 flores por planta; cantidad menor en comparación con los tratamientos; ello demuestra que, fertilizar la planta de tomate con fertilizante orgánico influye positivamente sobre el rendimiento y sus componentes (Boudet et al., 2017). Según la literatura, el número de flores varía de acuerdo al tipo de manejo agronómico (Pinedo et al., 2018) y al material genético (Monge-Pérez, 2015). La variedad de tomate Brigade, Río Grande, Luxor y Chef a los 100 días del trasplante presentan 37,75; 32,75; 31,25; 25,25 flores por planta respectivamente (Taípe, 2013); mientras que, la variedad Shanty presenta entre 19,3 y 23,8 flores por planta (Andrades y Loáisiga, 2015).

Tabla 3
Media ajustada y error estándar para el número de flores por planta

Tratamiento	Media (número)	EE	Clase	
T1	17,67	2,93	A	
T6	19,00	2,93	A	
T3	19,00	2,93	A	
T8	21,33	2,93	A	
T7	22,00	2,93	A	
T2	22,67	2,93	A	B
T4	25,33	2,93	A	B
T9	26,33	2,93	A	B
T5	36,67	2,93		B

Área foliar. En la **Tabla 4** se muestran los promedios de área foliar con sus medias ajustadas y medias estándares para las diferentes dosis.

Tabla 4
Media ajustada y error estándar para el área foliar

Dosis	Media (m ²)	EE	Clase	
Testigo	17,67	1,80	A	
12,5	19,00	1,04	A	B
50	19,00	1,04	A	B
25	21,33	1,04		B

Los tratamientos que fueron fertilizados con dosis de 25 cc alcanzaron la mayor área foliar por planta (21,33 cm²). Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$). El T5 (25 cc/14 d) reportó la mayor área foliar, con 24 cm², resultado superior a los otros tratamientos y al testigo. El resultado obtenido puede estar relacionadas con el vigor y el estado nutricional de las plantas (Degli et al., 2003). Villa et al. (2005) concluyen que la fertilización influye fuertemente en el crecimiento y calidad de plántulas de tomate. El área foliar puede variar a lo largo del ciclo del cultivo (Monteiro et al., 2005). A mayor valor, mayor será la actividad fotosintética laminar; ya que el comportamiento de respuesta de la materia seca a incrementos de densidad de población depende

principalmente del área foliar (Warnock et al., 2006); las plantas con mayor área foliar son más eficiente a la aplicación de fertilizantes (Núñez-Ramírez et al., 2012) y es capaz de utilizar mejor la energía solar con una fotosíntesis más eficiente (Jarma et al., 1999). Además, una dosis adecuada de biofertilizante disminuye los costos de producción (Cabrera et al., 2016).

Número de tallos por planta. En la **Tabla 5** se muestran los promedios de área foliar con sus medias ajustadas y medias estándares para las diferentes dosis. No existe diferencias estadísticas entre dosis. El T5 (25 cc / 14 días) reportó el mayor resultado, en comparación con las otras dosis y el testigo. Salas (2002) reportó para los tipos de tomate Acostillado verde, Larga vida/Ramo, Pera grueso, Cherry, Cherry en ramillete, Midi-Plumb e Injerto; 4,5 a 2; 1,5 a 4; 2; 2,66 a 4,5; 3,3, 3, 3 y 2 a 3 tallos por m² respectivamente. Dichos resultados fueron influenciados por la temperatura ambiental, la salinidad del agua y la densidad de la plantación. Mendoza-Pérez et al. (2018) concluyen que al aumentar el número de tallos incrementa la cantidad de frutos por planta, pero el tamaño y la firmeza disminuyen.

Tabla 5

Media ajustada y error estándar para el número de tallos por planta

Dosis	Media (número)	EE	Clase
Testigo	3,00	0,29	A
12,5	4,11	0,17	B
50	4,22	0,17	B
25	4,67	0,17	B

Peso de la raíz a la cosecha. En la **Tabla 6** se muestran los promedios del peso de la raíz a la cosecha con sus medias ajustadas y errores estándares para los diferentes tratamientos. El T5 y T7 obtuvieron los mayores valores frente al resto de tratamientos y al testigo, con 59,67 y 47 g respectivamente. El resultado obtenido se pudo deber al incremento de los nutrientes. El crecimiento de las raíces se estimula al incrementar los niveles de nutrimentos como el N, P y Ca (Leskovar y Stoffella, 1995). En jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) el peso seco de raíz aumenta al incrementar la concentración de la solución nutritiva (Ismail y Ahmad, 1997); sin embargo, otras investigaciones indican que las raíces generalmente responden al exceso de minerales mediante el engrosamiento y desarrollo más lento (Zobel, 1995); Pero, concentraciones elevadas de nutrientes en la fertilización, las plantas presentan menor desarrollo radicular (Magdaleno-Villar et al., 2006).

Tabla 6

Media ajustada y error estándar para el peso de la raíz a la cosecha

Tratamiento	Media (gramos)	EE	Clase
T1	37,33	3,42	A
T2	39,00	3,42	A
T3	40,33	3,42	A
T4	40,67	3,42	A
T8	41,33	3,42	A
T6	41,33	3,42	A
T9	43,33	3,42	A B
T7	47,00	3,42	A B
T5	59,67	3,42	B

Rendimiento en gramos. En la **Tabla 7** y **8** se muestran los promedios de rendimiento en gramos con sus medias ajustadas y medias estándares para las diferentes dosis y frecuencia de aplicación.

Tabla 7

Media ajustada y error estándar para el rendimiento, según la dosis

Dosis	Media (gramos)	EE	Clase
Testigo	1007,40	153,36	A
12,5	1423,16	88,54	A B
50	1494,01	88,54	B
25	1713,69	88,54	B

En la **Tabla 7** se observa que, las plantas de tomate que fueron fertilizadas con dosis de 25 cc de EMA presentó el mejor resultado con 1713,69 g/planta. Monzón (2016) concluye que la variedad Río Grande tiene el mayor rendimiento productivo cuando es fertilizado con abonos fermentados. Ello se pudo deber al efecto multilateral que ejercen los fertilizantes orgánicos sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, incrementan la cosecha de los cultivos agrícolas (Ortiz, 2010). Rippy et al. (2004) al utilizar un fertilizante orgánico elaborado a base de té de composta para producir tomate en invernadero, obtuvieron rendimientos de 4 kg/planta más, comparado con la fertilización convencional. Mientras Vázquez et al. (2015), al evaluar la variable peso del fruto (kg/planta), no reportaron diferencia entre los valores medios de los tratamientos de composta que oscilaron entre 2,13 y 2,89 kg/planta, y los valores medios de los tratamientos de té de composta fluctuaron entre 2,28 y 2,94 kg/planta estos resultados son superiores a los obtenidos en el presente estudio; ello se pudo deber al manejo del cultivo.

Tabla 8

Media ajustada y error estándar para el rendimiento, según la frecuencia de aplicación

Frecuencia de Aplicación	Media (gramos)	EE	Clase
7	1431,00	73,52	A
21	1444,66	73,52	A B
14	1755,20	73,52	B

4. Conclusiones

Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos incrementa el tamaño de la planta, el número de flores, el área foliar, el número de tallos, el peso de la raíz y la producción; lo anterior explica su efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de esta hortaliza. Finalmente, este estudio sugiere fertilizar con 25 cc de microorganismos eficientes autóctonos, con intervalos de aplicación de 14 días, para mejorar la producción de tomate de la variedad Rio Grande. Se recomienda capturar microorganismos eficientes autóctonos de zonas alejadas con alto contenido de especies vegetales y materia orgánica, a fin de garantizar la presencia de especies de microorganismos benéficos. También, se recomienda evaluar los efectos de las prácticas de manejo y la actividad microbiana en la en la rizosfera y el rendimiento de diferentes especies de plantas.

ORCID

F. Yanqui  <https://orcid.org/0000-0002-0969-5908>

J. Alarcon  <https://orcid.org/0000-0002-4911-7440>

S. Moreno  <https://orcid.org/0000-0002-0506-6135>

M. Buendía  <https://orcid.org/0000-0003-2896-0778>

Referencias bibliográficas

- Alvarez, M. 2017. Efecto de los microorganismos eficaces y frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo de la vid (*Vitis vinifera L.*) cv. Red Globe, Tesis de ingeniero, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Tacna, Perú. 175 pp.
- Álvarez, M.; Núñez, M.; Wendlandt, T. 2017. Caracterización de la cadena de valor del tomate rojo fresco en México. Revista Global de Negocios 5(3): 45-58.
- Andrades, D.; Loáisiga, F. 2015. Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, UNA, Managua. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 38pp.
- Armenta-Bojórquez, A.D.; García-Gutiérrez, C.; Camacho-Báez, J.R.; Apodaca-Sánchez, M.A.; Gerardo-Montoya, L.; Ava-Pérez, E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Revista Ra Ximhai 6(1): 51- 56.
- Baltazar, B. 2018. Rendimiento y calidad en tomate (*Solanum lycopersicum L.* cv. Toroty F1) empleando cuatro láminas de riego. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú. 59 pp.
- Boudet, A.; Tony, F.; Santos, R.; Meriño, Y. 2017. Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. Revista Centro Agrícola 44(4): 37-42.
- Burbano, E.; Vallejo, C. 2017. Producción de líneas de tomate "chonto", *Solanum lycopersicum* Mill., con expresión del gen *sp* responsable del crecimiento determinado. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 11(1): 63-71.
- Cabrera, Y.; Miranda, E.; Santana, Y. 2016. Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMicá en la producción de *Solanum lycopersicum L.* var. Mamonal 21. Revista Avances 17(1): 76-84.
- Castellanos, D.E.; Rincón, J.M.; Arguello, A. 2015. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 9(1): 72-85.
- Crittenden, S.J.; Poot, N.; Heinen, M.; Van Balen, D.J.M.; Pulleman, M.M. 2015. Calidad física del suelo en sistemas de labranza contrastantes en agricultura orgánica y convencional. Revista Investigación de suelos y labranza 189(1): 98-109.
- Culebro, M. 2016. Modelo neurodifuso para el control de humedad del suelo en cultivo hidropónico para la planta de tomate. Revista Tecnología Digital 6(1): 43-56.
- Degli, E.M.D.; Lopes, S.D.; Gomes, P.P.R.; Alvarez, V.V.H.; Chamhum, S.L.C.; Machado, F.J.A. 2003. Assessment of nitrogenized nutrition of citrus rootstocks using chlorophyll concentrations in the leaf. Journal of Plant Nutrition 26: 1287-1299.
- Ferrera-Cerrato, R.; Alarcón, A. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Revista Ciencia *ergo sum* 8: 175-183.
- García, L. 2019. "Proceso de reproducción de bacterias fototróficas mediante bio fermentación. Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica de Babahoyo, Los Rios. Ecuador. 24 pp.
- Gutiérrez, L.; Seguro, S.; Arenas, J.; Moreno, J. 2012. Evaluación del poder fertilizante de dos abonos orgánicos preparados con microorganismos eficientes en plantas de tomate y maíz. Journal of Agriculture and Animal Sciences 1(2): 8-14.
- Gutiérrez-Castorena, E.V.; Gutiérrez-Castorena; M.C.; Ortiz-Solori, C.A. 2015. Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. Revista mexicana de ciencias agrícolas 6(1): 201-15.
- Iftikhar, S.; Saleem, M.; Ahmad, K.S.; Jaffri, S.B. 2019. Synergistic mycoflora–natural farming mediated biofertilization and heavy metals decontamination of lithospheric compartment in a sustainable mode via *Helianthus annuus*. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental 16: 6735-6752.
- Ismail, M.R.; Ahmad, R. 1997. Differential growth and yield responses of tomato plants grown in different solution concentration using nutrient film technique and sand culture. Acta Horticulturae 450: 449-455.
- Jarma, A.; Buitrago, C.; Gutiérrez, S. 1999. Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris L.* var. Blue Lake) a tres niveles de radiación incidente. Revista COMALFI 26(1-3): 62-73.
- Juárez-Maldonado, A.; de Alba, K.; Zermeño, A.; Ramírez, H.; Benavides, A. 2015. Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 6(5): 943-954.
- Lara, C.; Villalba, M.; Oviedo, L. 2007. Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno de la Zona agrícola de San Carlos, Córdoba, Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología 9(2): 6-14.
- Leskovar, D.I.; Stoffella, P.J. 1995. Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. HortScience 30(6): 1153-1159.
- Luna, F.; Mesa, R. 2017. Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista Científica Agroecosistemas 4(2): 31-40.
- Magdaleno-Villar, J.J.; Peña-Lomelí, A.; Castro-Brindis, R.; Castillo-González, A.M.; Galvis-Spinola, A.; Ramírez-Pérez, F.; Hernández-Hernández, B. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 12(2): 223-229.
- Mamani, R.; Machaca, E. 2015. Efecto de dos fertilizantes potásicos en la producción de semilla de tomate cv.

- Río Grande. Revista Científica de Investigación INFO-INIAF 1: 57.
- Mendoza-Pérez, C.; Ramírez-Ayala, C.; Martínez-Ruiz, A.; Rubiños-Panta, J.; Trejo, C.; Vargas-Orozco, A. 2018. Efecto de número de tallos en la producción y calidad de jitomate cultivado en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 9(2): 355-365.
- Monge-Pérez, J.E. 2015. Evaluación de 60 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. Revista InterSedes. 16(33): 84-121.
- Monteiro, J.; Sentelhas, P.C.; Chiavegato, E.J.; Guiselini, C.; Santiago, A.V.; Praela, A. 2005. Estimación da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. Bragantia 64(1): 15-24.
- Monzón, C.A. 2016. Evaluación del rendimiento de tomate de crecimiento indeterminado (*Lycopersicon esculentum* Mill) de variedades híbridos utilizando abonos fermentados de gallinaza y cuyaza. Tesis de Ingeniero, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú. 185 pp.
- Morejon-Pereda, M.; Herrera-Altuve, J.; Ayra-Pardo, C.; González-Cañizares P.; Rivera-Espinosa, R.; Fernández-Parla, Y.; Peña-Ramírez, E.; Téllez-Rodríguez, P.; Rodríguez-de la Noval, C.; de la Noval-Pons, B. 2017. Alternativas en la nutrición del maíz transgénico FR-BT1 de (*Zea mays* L.): respuesta en crecimiento, desarrollo y producción. Revista Cultivos Tropicales 38(4): 146-155.
- Núñez-Ramírez, F.; Grijalva-Contreras, R.; Macías-Duarte, R.; Robles-Contreras, F.; Ceceña-Duran, C. 2012. Crecimiento, acumulación y distribución de materia seca en tomate de invernadero. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud 14(3): 25-31.
- Ortiz, A. 2010. Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. Cerinza, en condiciones de agricultura urbana. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia. 43 pp.
- Planes-Leyva, M.; Utria-Borges, E.; Calderón-Agüero, J.; Terry-Lamothe, A.; Figueroa-Santana, I.; Lores, A. 2004. La biofertilización como herramienta biotecnológica de la agricultura sostenible. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(1): 5-10.
- Pinedo, M.; Abanto-Rodríguez, C.; Oroche, D.; Paredes, E.; Bardales-Lozano, R.; Alves, E.; Lopes, J.; Vargas, J. 2018. Mejoramiento de las características agronómicas y rendimiento de fruto de camu-camu con el uso de biofertilizantes en Loreto, Perú. Scientia Agropecuaria 9(4): 527-533.
- Rippy, F.M.; Peet, M.M.; Louis, F.J.; Nelson, P.V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience 39(2): 223-229.
- Recharte, D. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en San Gabriel, Abancay. Tesis de Ingeniero, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú. 94 pp.
- Salas, M. 2002. Densidades de Plantación poda y entutorado en cultivo de tomate protegido. Horticultura 164(Extra): 98-108.
- SIEA - Sistema Integrado de Estadística Agraria. 2016. Boletín estadístico agrario: Diciembre 2015. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. 165 pp.
- Taipe, A. 2013. Producción orgánica de cuatro variedades de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill bajo cobertura plástica en condiciones de Huancayo. Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica. Perú. 60 pp.
- Ugás R.; Siura, S.; Delgado de la Flor, F.; Casas, A.; Toledo, J. 2000. Hortalizas: Datos Básicos. Programa de Hortalizas. Tomate: 96-99.
- Vázquez, P.; García, M.; Navarro, M.; García, D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Mexicana de Agronegocios 36: 1351-1356.
- Villa, M.; Catalán, E.; Inzunza, M.; Román, A. 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante. Agrofaz 5(3): 1-4.
- Villacis-Aldaz, L.; Chungata, L.; Pomoza, P.; León, O. 2016. Compatibilidad y tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos beneficiosos de uso agrícola en biol. Journal of the Selva Andina Biosphere 4(1): 39-45.
- Warnock, R.; Valenzuela, J.; Trujillo, A.; Madriz, P.; Gutiérrez, M. 2006. Área foliar, componentes del área foliar y rendimiento de seis genotipos de caraoa. Agronomía Tropical 56(1): 21-42.
- Zobel, R.W. 1995. Genetic and environmental aspects of roots and seedling stress. HortScience 30(6): 1189-1192.