



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de cuatro dosis de citrato de potasio en el cultivo de tomate
(*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo condiciones
agroecológicas en la provincia de Lamas**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Alindor Altamirano Cubas

ASESOR:

Ing. Jorge Luis Peláez Rivera

Tarapoto – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Efecto de cuatro dosis de citrato de potasio en el cultivo de tomate
(*Lycopersicon esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo condiciones
agroecológicas en la provincia de Lamas**

AUTOR:

Alindor Altamirano Cubas

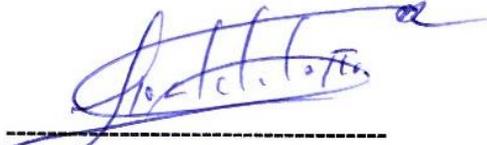
Sustentada y aprobada el 15 de diciembre 2017, ante el honorable jurado:



Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente



Ing. M.Sc. Armando Duval Cueva Benavides
Secretario



Ing. Roaldo López Fulca
Vocal



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

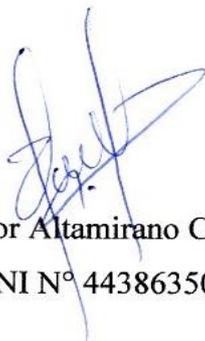
Alindor Altamirano Cubas, egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de AGRONOMÍA, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con DNI N° 44386350, con la tesis titulada: **Efecto de cuatro dosis de citrato de potasio en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), **falsificación** (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 15 de diciembre del 2017



Alindor Altamirano Cubas
DNI N° 44386350



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Alfarrando Cebos Alindor		
Código de alumno :	081101	Teléfono:	963697283
Correo electrónico :	aries-87-04@hotmail.com	DNI:	44386350

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Agrarias		
Escuela Profesional de:	Agronomía		

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Efecto de cuatro dosis de citrato de potasio en el cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) híbrido WSX 2205 F-1, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Jams.		
Año de publicación:	2017		

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

09 / 12 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios porque me dio un privilegio muy grande que es la vida, que me permitió llegar a dar este gran paso profesional que es muy importante para mí, porque cada día que pasa me motiva a ser mejor con su infinita bondad y grandeza.

A mi amada familia, mis padres **Enemesio Altamirano Silva** y **María Manuela Cubas Copia**, de quienes recibí un apoyo incondicional incomparable, dándome el soporte emocional y moral que un hijo puede desear, a mis hermanos con quienes compartí y sigo compartiendo momentos únicos.

A mi esposa **Gladys Heredia Mundaca** que me ha acompañado durante la realización de este trabajo.

Agradecimiento

- El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño.

- A la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias y a todos mis docentes quienes me formaron con mucha decisión y esmero, para la vida profesional.

- A mi asesor Ing. Jorge Luis Peláez Rivera por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi estudio de tesis con éxito.

- Son muchas personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerle su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Índice general

	Página
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Generalidades del cultivo de tomate	3
1.2. Clasificación taxonómica	5
1.3. Etapas fenológicas del cultivo	6
1.4. Requerimientos edafoclimáticos	7
1.5. Función de los macronutrientes y micronutrientes en el cultivo	9
1.6. Absorción foliar de nutrimentos y fertilización foliar	15
1.7. Requerimientos nutricionales del cultivo	18
1.8. La gallinaza de postura	21
1.9. Efectos de las sustancias húmicas	23
1.10. Efectos del potasio en los cultivos agrícolas	30
1.11. Otros	35
1.12. Del producto en estudio	38
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS	40
2.1. Tipo y nivel de investigación	40
2.2. Diseño de investigación	40
2.3. Población y muestra	40
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	40
2.5. Características edáficas del campo experimental	42
2.6. Análisis químico de gallinaza	43
2.7. Aporte de nutrientes de suelo y gallinaza a la nutrición del cultivo	43
2.8. Metodología	44

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Resultados	50
3.1. Discusión	58
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	79

Índice de tablas

	Página
Tabla 1: Datos meteorológicos según SENAMHI, 2013	42
Tabla 2: Datos físico - químicos del campo experimental	42
Tabla 3: Resultado del análisis de fertilidad de gallinaza	43
Tabla 4: Aporte de nutrientes	43
Tabla 5: Características del campo experimental	44
Tabla 6: Concentración del producto	45
Tabla 7: Dosis de producto por tratamiento	45
Tabla 8: Análisis de varianza para la altura de planta en cm.	50
Tabla 9: Análisis de varianza para el número de racimos florales (datos transformados por V_x)	51
Tabla 10: Análisis de varianza para el número de flores por racimo (datos transformados por V_x)	52
Tabla 11: Análisis de varianza para el diámetro del fruto en cm	53
Tabla 12: Análisis de varianza para la longitud del fruto en cm	54
Tabla 13: Análisis de varianza para el peso del fruto en gramos	55
Tabla 14: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados (datos transformados por V_x)	56
Tabla 15: Análisis de varianza para el rendimiento en $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	57
Tabla 16: Análisis económico de los tratamientos estudiados	58

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a la altura de planta	50
Figura 2: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de racimos florales	51
Figura 3: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de flores por racimo	52
Figura 4: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro del fruto	53
Figura 5: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a la longitud del fruto	54
Figura 6: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al peso del fruto	55
Figura 7: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de frutos cosechados por planta	56
Figura 8: Prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento	57

Resumen

Con el objetivo de evaluar cuatro dosis de Citrato de Potasio en el desarrollo y producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo las condiciones agroecológicas de la provincia de Lamas. Se evaluaron 0,5 l.ha⁻¹, 1 l.ha⁻¹, 1,5 l.ha⁻¹ y 2 l.ha⁻¹ de Citrato de potasio - Oxido de potasio Soluble, considerando un tratamiento testigo (sin citrato ni oxido de K) en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, Numero de racimos florales, Numero de flores por racimo, Diámetro del fruto, Longitud del fruto, Peso de fruto por planta y por tratamiento, Número de frutos cosechados por planta y se realizó un análisis económico por tratamiento. Las conclusiones fueron: El tratamiento T₃ (1.5.0 l. ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento promedio con 61,328.85 kg. ha⁻¹; un promedio de frutos cosechados por planta de 26.87; peso promedio del fruto por planta de 164.16 g; diámetro promedio de frutos de 4.60 cm y una longitud promedio del fruto de 7.3 cm respectivamente, superando estadísticamente a los demás tratamientos. Dosis superiores a 1.5 l.ha⁻¹ de citrato de K, afectaron el rendimiento en kg. ha⁻¹, la formación de frutos por planta, peso, longitud y diámetro del fruto, numero de racimos, número de flores por racimo y altura de planta. Con la aplicación de 1.5 l.ha⁻¹ (T₃) de Citrato de Potasio se obtuvo el mayor B/C con 1.97 y un beneficio neto de S/. 18,084.42 nuevos soles por hectárea, seguido de los tratamientos T₂ (1 l.ha⁻¹), T₁ (0.5 l.ha⁻¹) quienes obtuvieron valores B/C de 1,48; 1,32 con beneficios netos de S/. 5,974.87; S/. 3,624.84 nuevos soles respectivamente. El tratamiento T₄ (2.0 l.ha⁻¹) reportó un valor de B/C de 0.68 con un beneficio neto negativo de S/ - 2,702.19 nuevos soles, finalmente el T₀ (testigo) reporto un valor de B/C de 0.89 N. S con un beneficio neto negativo de S/ - 1,050.88.

Palabras clave: Citrato de Potasio, Tomate, Híbrido, beneficio neto.

Abstract

With the objective of evaluating four doses of potassium citrate in the development and production of the tomato crop (*Lycopersicon esculentum*) hybrid WSX 2205 F-1, under the agroecological conditions of the province of Lamas. 0,5 l.ha-1, 1 5 l.ha-1, 1,5 5 l.ha-1 and 2 5 l.ha-1 of potassium citrate - Soluble potassium oxide, considering a control treatment, were evaluated. (without citrate or K oxide) in a completely randomized experimental block design with 3 replications. The variables evaluated were: Plant height, Number of floral clusters, Number of flowers per cluster, Diameter of the fruit, Length of the fruit, Weight of fruit per plant and per treatment, Number of fruits harvested per plant and an economic analysis was carried for treatment. The conclusions were: The T3 treatment (1.5.0 L. ha-1) obtained the highest average yield with 61, 328.85 kg. ha-1; an average of fruits harvested per plant of 26.87; average fruit weight per plant of 164.16 g; average fruit diameter of 4.60 cm and an average fruit length of 7.3 cm respectively, statistically surpassing the other treatments. Doses higher than 1.5 l.ha-1 of K citrate, affected the yield in kg. ha-1, the formation of fruits per plant, weight, length and diameter of the fruit, number of bunches, number of flowers per bunch and plant height. With the application of 1.5 l.ha-1 (T3) of Potassium Citrate, the highest B / C was obtained with 1.97 and a net profit of S /. 18,084.42 nuevos soles per hectare, followed by treatments T2 (1 l.ha-1), T1 (0.5 l.ha-1) who obtained B / C values of 1.48; 1.32 with net benefits of S /. 5,974.87; S /. 3,624.84 nuevos soles respectively. The treatment T4 (2.0 l.ha-1) reported a B / C value of 0.68 with a negative net benefit of S / - 2,702.19 nuevos soles, finally the T0 (control) reported a B / C value of 0.89 N. S with a negative net benefit of S / -1,050.88.

Key words: Potassium Citrate, Tomato, Hybrid, net benefit.



Introducción

El tomate (*Solanum Lycopersicum*) es considerado la fruta hortaliza más importante y la de mayor valor económico en la Tierra, se consume en la alimentación en forma cruda y cocida. Contiene vitamina B, E y es rico en vitamina C, que interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Igualmente, tiene un antioxidante llamado licopeno, una forma de vitamina A que favorece la prevención de enfermedades crónicas e inflamatorias. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. En el Perú las regiones de Lima e Ica lideran con aproximadamente 70% la producción de tomates.

El cultivo requiere para su óptimo desarrollo de una temperatura media que oscile entre 21 y 27°C. La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En la región San Martín, el fomento del cultivo de tomate se realiza con muchas limitaciones con relación al manejo del cultivo, básicamente no fertilizan adecuadamente, siendo este punto, una limitación importante en el desbalance de la fisiología y metabolismo del cultivo, produciendo rendimientos no representativos para la economía del productor hortícola, su manejo agronómico en la mayoría de los casos es tradicional.

La venta y promoción de muchos productos orgánicos en el mercado regional y su inherencia en la fertilización e incremento del rendimiento de los cultivos, ha hecho posible que se tome de referencia para el inicio de la presente investigación, y uno de esos productos orgánicos es el Citrato de Potasio, un abono foliar, cuya función es corregir las deficiencias nutricionales del cultivo para complementar y/o suplementar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas de tomate. Lógicamente, esta práctica no sustituye la fertilización a través de la raíz, sino que la complementa. El Citrato de Potasio, es una fuente mejorada de potasio líquido de rápida acción en la planta. Citra Grow K es la única

fórmula en el mercado que contiene como fuente al Citrato de Potasio que, en combinación con ácidos húmicos, son el complemento ideal para obtener un efecto inmediato en los cultivos como fuente nutricional, translocador, desestresante y mejorador de las actividades metabólicas en la planta.

El buen manejo de la fertilidad de suelos contribuye a lograr alto rendimiento y calidad de fruto en tomate (Hartz, 2006) y la cantidad de nutrientes para lograr elevadas producciones constituye un criterio orientativo de las exigencias nutritivas del cultivo (Rincón, 2003). La aplicación de fertilizantes puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobre explotados.

En el presente trabajo investigación se estudió el efecto de la fertilización foliar de cuatro dosis de Citrato de Potasio en la producción del cultivo de tomate usando el híbrido WSX 2205 F-1, bajo las condiciones agroecológicas de la Provincia de Lamas, con la finalidad de evaluar y determinar cuál de las dosis estudiadas tienden a incrementar el rendimiento y beneficio económico del cultivo de tomate, para lo cual se partió con la hipótesis de que los abonos foliares tienen influencia en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de tomate. Los resultados obtenidos servirán para que los horticultores dedicados a este cultivo usando el híbrido WSX 2205 F-1, se fomente la mejor dosis con la finalidad de obtener mayor rendimiento y mejorar la economía del productor hortícola de la provincia de Lamas.

Así mismo hay que mencionar que el rendimiento promedio nacional es de 16.7 Tm/ha, y a nivel local el rendimiento promedio es de 12.9 Tm/ha.

Tuvo como objetivo general la evaluación del potencial de diferentes dosis de Citrato de Potasio en el desarrollo y producción del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo las condiciones agroecológicas de la provincia de Lamas. Y como específicos evaluar el efecto de cuatro dosis de Citrato de Potasio en el desarrollo y producción del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) híbrido WSX 2205 F-1, determinar la dosis de Citrato de Potasio más eficiente y su influencia en el crecimiento y producción del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) híbrido WSX 2205 F-1 y realizar el análisis económico de cada tratamiento estudiado.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*)

1.1.1. Origen del cultivo de tomate

Todas las especies silvestres relacionadas con el tomate son originarias de la región andina de Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, incluyendo también las Islas Galápagos (Vallejo 1999).

La mayoría de las evidencias (históricas, lingüísticas, arqueológicas y etnobotánicas) indican que la región Veracruz y Puebla en México, es el centro de domesticación del tomate, las formas silvestres de “tomate cereza”, *Lycopersicon esculentum* var. Coraciforme, originarias de Perú, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre.

Otro argumento que refuerza la ubicación del centro de domesticación es que ninguna forma de representación del tomate o parte de la planta, en cerámica y utensilios primitivos, ha sido encontrada en los restos arqueológicos de la región andina. Además, el tomate no tiene un nombre nativo en las lenguas de los antiguos habitantes de los Andes. Por lo contrario, en la lengua Nahuatl de México, era llamado “tomatl” que, sin lugar a dudas, dio origen al actual nombre de Tomate (Vallejo 1999).

1.1.2. Aspectos botánicos

Es una planta anual de porte arbustivo que se desarrolla de forma rastrera, semierecta o erecta. Su crecimiento puede ser determinado o indeterminado dependiendo de la variedad. Se cultiva en amplias áreas geográficas con distintos tipos de suelos, temperaturas y salinidades. Para su óptimo desarrollo son necesarios ambientes cálidos, buena iluminación y suelos con buen drenaje (Nuez, 1995).

Raíz

La planta presenta una raíz principal pivotante (que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad), simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo, este sistema radical puede ser modificado por las prácticas culturales, de tal forma que cuando la planta procede de un trasplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal (Rodríguez *et al.*, 2001), donde las raíces laterales y adventicias crecen tanto como la principal (Curtís, 1996). No obstante, la mayoría de las raíces se localizan en los primeros 20 cm de profundidad (Nuez, 1995).

Tallo

El tallo es erguido y cilíndrico en planta joven, a medida que ésta crece, el tallo cae y se vuelve anguloso. Presenta tricomas (vellosidades) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia color verde aromática. El tallo puede llegar a medir de 40-250 cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, si al final del crecimiento todas las ramificaciones exhiben yemas reproductivas, estas se clasifican como de crecimiento determinado; y si terminan con yemas vegetativas, son de crecimiento indeterminado (Rick, 1978; Rodríguez *et al.*, 1984; Valadéz, 1990).

Hojas

Las hojas son cortas, de tamaño medio o largas y tipo patata (George, 1999). Son compuestas, se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once folíolos. El haz es de color verde y el envés de color grisáceo, su tamaño depende de las características genéticas de la variedad. En tomates más rústicos el tamaño de sus hojas es más pequeño (Huerres y Caraballo, 1988).

Flor

Es generalmente de color amarillo, y es hermafrodita en todas las variedades cultivadas, donde los sépalos, pétalos y estambres se encuentran insertados por debajo del ovario (hipógina) (Nuez, 1995).

Se presenta formando inflorescencias que pueden ser de cuatro tipos: racimo simple, cima unípara, cima bípara y cima múltipara; pudiendo llegar a tener hasta 50 flores por racimo. Se precisan de 56-76 días desde el nacimiento de la planta hasta que se inician los botones florales (Rodríguez *et al.*, 2001).

Fruto

Es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y caroteno; el más común es el rojo en la madurez, la pulpa contiene una proporción del 33% del peso fresco del fruto (Rodríguez *et al.*, 2001). Botánicamente, un fruto de tomate es una baya compuesta de varios lóculos, consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso desarrollado de un ovario. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada; están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnoso desarrollado de un ovario). Una variedad comercial contiene alrededor de 150-300 semillas por fruto (Desai *et al.*, 1997).

Semilla

Es de diferentes tonalidades en su color, desde el grisáceo, hasta el color paja de forma oval aplastada; tamaño entre 3-5 mm de diámetro y 2.5 mm de longitud, y cubierta de vellosidades. En un gramo puede haber de 300-350 semillas (Rodríguez *et al.*, 2001; Huerres y Caraballo, 1988). El peso de 1000 semillas es de aproximadamente 2,4 g (Desai *et al.*, 1997). En campos de producción la regla es: el 1% del peso del fruto es el peso de semilla. El peso de mil semillas producida en condiciones de invernadero es de 3.3 g en cultivares de tipo determinado y el peso en campo es de 2.5 g (George, 1989; George, 1999).

Si se almacena por periodos prolongados se aconseja hacerlo a humedad del 5.5%. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación arriba del 95% (Centa, 1996).

1.2. Clasificación taxonómica

El tomate es una especie dicotiledónea pertenecientes a las familias de las solanáceas. Esta familia, es una de las más grandes e importantes entre las

angiospermas, comprende unas 2.300 especies agrupadas en 96 géneros (Arcy, 1991).

La taxonomía generalmente aceptada del tomate es:

Reino	:	Vegetal
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Subfamilia	:	Solanoideae
Género	:	<i>Lycopersicum</i>
Especie	:	<i>solanum</i>

Fuente: Pérez *et al.*, (1997).

1.3. Etapas fenológicas del cultivo

Los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima; del suelo y de las características genéticas de la variedad (Von Haeff, 1998).

En el cultivo del tomate, se observan 3 etapas durante su ciclo de vida (Centa, 1996)

Inicial: Comienza con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis.

Vegetativa: Esta etapa se inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Requiere de mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión.

Reproductiva: Se inicia a partir de la fructificación, dura entre 30 o 40 días, y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración.

1.4. Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos los factores se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos, incide sobre los demás (Castellanos, 2009).

Luminosidad o radiación

Los tomates tienen sensibilidad a condiciones de baja intensidad de luz, y requieren un mínimo de 6 horas de sol directo para producir flores, pero oscilan entre las 8 y 16 horas luz al día. Pero si la intensidad solar está demasiado alta, puede resultar en frutos agrietados, quemados o de coloración dispareja al madurar. Por esa razón, es esencial colocar sombra para los frutos en invernaderos. A los tomates no les afecta el fotoperiodismo, así que la producción puede hacerse en todas latitudes (Yara, 2015).

Temperatura

Las temperaturas óptimas según el ciclo de vida son las siguientes: temperaturas nocturnas entre 15 y 18 °C, temperaturas diurnas 24 a 25 °C, y temperatura ideal en la floración de 21 °C (Rodríguez *et al.*, 2001). El tomate es clasificado dentro de las hortalizas tolerantes al calor, como aquellas que a temperaturas menores de 8 °C detienen su crecimiento. La temperatura óptima es de 24 °C, la mínima de 10 °C y la máxima de 32 °C (Castaños, 1993).

Temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C ocasionan que la fecundación sea defectuosa o nula en variedades e híbridos muy sensibles a este factor.

La maduración del fruto está muy influenciada por la temperatura en lo que se refiere a precocidad y color, de manera que valores cercanos a los 10 °C, así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas, (INIFAP, 2012).

Altitud

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido (Rodríguez *et al.*, 2006).

Humedad relativa

Se ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, “cuajado” de fruto y posterior desarrollo de éste. Humedad del ambiente mayor de 70% disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente polen al estigma. Por otro lado, humedad demasiado seca (humedad relativa inferiores al 60 – 65%) causa la desecación del polen (Resh, 1993).

Humedad del suelo

La exigencia del tomate en cuanto a la humedad del suelo es media, influye sobre todo en el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades criptogámicas, siendo preferibles humedades medias no superiores al 50%, y suelos no encharcados (Rodríguez et al., 2001). Los periodos críticos de humedad en las plantas de crecimiento determinado son: después del trasplante, poco consumo de agua; en floración e inicio de fructificación, gran demanda de agua; en la etapa de maduración de fruto, poco consumo de agua (Huerres y Caraballo, 1988). La disponibilidad de agua, también puede afectar la formación de flores y posteriormente la disminución de frutos. La media del número de flores por racimo, decrece cuando disminuye el suministro de agua (Wien, 1997). Al reducirse el 25% de la disponibilidad de agua que el cultivo demanda por evapotranspiración, se llega a reducir en un 40% y hasta 90% el número de flores formadas dependiendo del cultivar, y se produce un estrés severo causando efectos negativos (Wien, 1997).

Suelo

El tomate se desarrolla sobre suelos de diversa textura, desde livianos (arenosos), hasta pesados, (arcillosos); siendo los mejores los francos, franco-arenosos, franco-Arcillosos y limo-arenosos, con un buen drenaje y profundos, Deben tener un contenido de materia orgánica superior al 3.5% (INTA, 1999).

Las raíces están presentes en los primeros 60 cm de profundidad de suelo, con 70% del volumen de raíces total en los primeros 20 cm de profundidad. El pH ideal del suelo es de 6.0-6.5. A un pH > 6.5 los micro-nutrientes metálicos (Fe, Zn, Mn y Cu), boro (B) y fósforo (P) llegan a estar menos disponible para la absorción de la

planta. A un pH < 5.5 el fósforo (P) y molibdeno (Mo) son menos disponibles para la absorción de la planta (Tjalling, 2006, *eat al.*, yara, 2012).

- **Temperatura**

Un suelo con condiciones óptimas para germinación de semilla de tomate tiene temperaturas entre los 15 y 29 °C (60 a 85 °F) con mínimos y máximos de 10 y 35 °C (50 y 95 °F). el tiempo promedio en que tarda en nacer las semillas a temperaturas optimas y cuando la semilla se ha sembrado a 1.25 cm de profundidad, es de unos 10 días, pero las temperaturas mínimas y máximas indicadas, el tiempo varía desde 9 a 43 días (Cáceres, 1990).

- **pH**

El pH de la tierra debe estar entre 5.5 y 6.8 y el suelo debe ser profundo, con buena aereación y drenaje. Las raíces del tomate pueden penetrar eventualmente hasta 1,30 m de profundidad si no hay barreras a su penetración. Por esta razón, y bajo condiciones ideales, el tomate que se produce bajo riego debe recibir riegos profundos que mojen más que la capa superficial (Cáceres, 1990)

1.5. **Función de los macronutrientes y micronutrientes en el cultivo**

Un adecuado programa de manejo nutricional sólo se puede hacer cuando hay una comprensión clara del rol de todos de los principales nutrientes (Tjalling, 2006).

Nitrógeno (N)

El nitrógeno es constituyente de aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila, etc., y tiene un gran impacto en el crecimiento vegetativo. El N tiene influencia en la floración y fructificación, y por ende en el rendimiento del cultivo (Meléndez y Molina, 2002).

Los síntomas de deficiencia de nitrógeno pueden variar según la especie y el género, pero en general, los signos externos más característicos que podemos apreciar son una reducción en el crecimiento, debilitamiento generalizado del color verde, amarillamiento que comienza en las hojas inferiores más viejas de la planta y que por lo general, avanza desde el ápice hacia la base, llegando a producir la muerte de los tejidos y la caída de las hojas (Meléndez y Molina, 2003).

Un adecuado suministro de nitrógeno está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde. Cantidades excesivas de nitrógeno pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez. (Tisdale y Nelson, 1991 citado por Rodríguez, 1998)

El N también se aplica foliarmente de manera indirecta en muchos casos debido a que se utiliza como coadyuvante para facilitar la penetración de otros iones disueltos en la solución cultivo (Meléndez y Molina, 2002).

Fosforo (P)

El fósforo es absorbido por las plantas en cualquiera de las formas como ión ortofosfato monovalente o primario (H_2PO_4) o como ión ortofosfato divalente o secundario (HPO_4)⁻². El ión absorbido es determinado por el pH del suelo (Adams, 1986 citado por Rodríguez, 1998).

Cumple una función importante en el sistema de transferencia de energía dentro de la planta. El P es esencial para el crecimiento radical, en el proceso de floración, y en la formación de frutas y semillas (Meléndez y Molina, 2003).

Los efectos más notables que se le atribuyen al fósforo son: estimular un desarrollo precoz de la raíz y del crecimiento de la planta, desarrollo rápido y vigoroso de las plantas jóvenes, aumentar la resistencia de las plantas ante condiciones desfavorables, acelerar la floración y fructificación.

Con deficiencia de fósforo, las plantas de tomates tienen hojas erguidas de color verde oscuro a azul verdoso. Los tallos son flacos y fibrosos con una descoloración guinda. La floración y fructificación son pobres, frutos pequeños y firmes y prematuros se ponen amarillos. En algunas variedades, la deficiencia de fósforo puede aparecer como pequeñas manchas pardas desarrollándose entre las venas en las hojas inferiores (Yara, 2012).

Pocas veces se realizan aspersiones foliares, quizás en parte debido a su lenta absorción foliar de la mayoría de las fuentes, especialmente las sales como los fosfatos de amonio (Meléndez y Molina, 2002).

Potasio (K)

Ejerce una función muy importante como osmorregulador disuelto en el jugo celular. Su acumulación en la raíz crea un gradiente osmótico que permite el movimiento del agua en la planta, operando de igual modo en las hojas (Domínguez, 1989).

En deficiencia del potasio se presenta pocas flores y un menor número de frutos maduros de las ramas. En casos severos las ramas comienzan a secarse por las puntas y las hojas se desprenden con facilidad hasta ocasionar muerte de la rama. Los frutos no completan su desarrollo se tornan marrones y terminan negros.

Después del nitrógeno, el potasio es el nutriente mineral requerido en mayor cantidad por las plantas. El requerimiento del potasio para el óptimo crecimiento vegetal está en el rango de 2-5 % del peso seco vegetal de las partes vegetativas, frutas carnosas y tubérculos (Marschner, 1995).

El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzimas reguladoras particularmente del piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas (Bhandal y Malik, 1988 citado por Salisbury y Ross, 1994). El potasio contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y, por consiguiente, a su presión de turgencia. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, de tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a los órganos de almacenamiento (Marschner, 1995). El K es muy móvil dentro de la planta y es absorbido del suelo como catión K^+ (Bernal y Espinosa, 2003). El ión K^+ se redistribuye con facilidad de los órganos maduros a los juveniles, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas de mayor edad. En las dicotiledóneas, estas hojas se ponen un poco cloróticas, en especial en la cercanía de las lesiones necróticas que pronto aparecen (Salisbury y Ross, 1994). Las plantas quedan pequeñas por el acortamiento de los entrenudos, los tallos y ramas son débiles.

A diferencia de otros elementos no forma parte de los componentes de la planta. Sus funciones son más bien de *naturaleza catalítica* (Bidwell, 1979; Tisdale y Nelson, 1991; Wallace, 1961 citado por Rodríguez, 1998).

Aproximadamente entre 60 - 66% de potasio absorbido por la planta, se encuentra en la fruta (Winsor et al, 1958 citado por Tjalling, 2006). La acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mejor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado. Tomates de invernadero expresan su deficiencia de K como maduración en manchas. El fruto también carecerá de firmeza y tendrá bajos niveles brix (<http://www.yara.com.pe/crop-nutrition/crops/tomate/informacion-sencial/funcion-de-potasio/>).

Calcio (Ca)

Es esencial para las paredes de la célula y estructura de la planta. Aproximadamente el 90% del calcio se encuentra en las paredes de la célula. El calcio es el elemento clave responsable por la firmeza de frutas de tomate. Retarda la senescencia resultando en hojas duraderas capaces de continuar el proceso de la fotosíntesis.

También se encuentra en el centro de los mecanismos de defensa de la planta, que la ayuda a detectar y reaccionar contra stress externo. Ambos roles en la defensa de la planta y en firmeza del tejido son importantes para la resistencia contra el ataque de patógenos y deterioro durante el almacenamiento de la fruta.

Una particularidad del calcio es que casi se transporta exclusivamente con el flujo de la transpiración a lo largo de la xilema. Es principalmente distribuido desde las raíces hacia las hojas, los órganos principales de la transpiración.

En contraste, la absorción de Ca es más restringida y puede ser afectada por exceso de K y Mg en el suelo, o por el uso de fertilizantes nitrogenados amoniacales. La absorción de Ca por la raíz es un proceso pasivo que depende del movimiento del agua a través de la xilema (Tjalling, 2006).

Las carencias de calcio se manifiestan en una capacidad menor de síntesis de proteínas en la planta y desarrollo radical: se forman raíces oscuras, cortas y fraccionadas, influyendo directamente en la absorción de otros elementos; correlativamente, se nota en las hojas una clorosis marcada, principalmente en las jóvenes; poco crecimiento de los tallos y las hojas, produciéndose, además, muerte en el meristemo; las plantas crecen y se desarrollan menos (Rodríguez, 1996 citado por Villegas, 2005).

Magnesio (Mg)

El magnesio es componente de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que se encarga de capturar la energía suplida por el sol durante el proceso de fotosíntesis. Además, sirve como cofactor en muchos procesos enzimáticos y de fosforilación.

La deficiencia de Mg se presenta generalmente como una clorosis intervenal en hojas maduras, que eventualmente podría causar defoliación. La deficiencia de Mg disminuye el crecimiento vegetativo y el llenado de frutos, acelera la maduración prematura y puede causar la caída de los frutos en precosecha.

El Mg es un elemento muy móvil en la planta y las aplicaciones al suelo son adecuadas para satisfacer los requerimientos. Sin embargo, en períodos de gran demanda nutricional como es la formación y llenado de frutos, la deficiencia de Mg puede ser difícil de corregir exclusivamente con abonamiento edáfico.

El uso de fertilizantes foliares con Mg durante esta etapa de desarrollo de la planta constituye una alternativa eficaz para superar problemas de Mg y complementar la fertilización al suelo. El suministro de Mg durante la formación del fruto previene el amarillamiento de las hojas adyacentes al fruto y la defoliación, contribuyendo con ello a favorecer el llenado y el tamaño. Las fuentes de Mg de mayor uso en fertilización foliar incluyen el sulfato de Mg, nitrato de Mg y quelatos de Mg. (Meléndez y Molina, 2002).

Azufre (S)

Este elemento es vital para el crecimiento de la planta y para el desarrollo de proteínas y semillas. Participa en la formación de ácidos amínicos, vitaminas y

clorofila. Facilita la asimilación del N. Los síntomas visuales de deficiencia de azufre son amarillamiento intervenal en las hojas, se enrojecen los pecíolos y tallos, hay entrenudos más cortos y hojas más pequeñas. Las hojas más jóvenes y próximas a las yemas son las más afectadas; bajo condiciones de deficiencia no sólo se reduce el rendimiento, sino también la calidad de los frutos (Centa, 1996).

Numerosos compuestos de la planta (aminoácidos, proteínas, enzimas, etc.) poseen N y S, lo que ayuda a explicar la existencia de una relación N/S que está asociada con el crecimiento y la producción. Las proteínas son los compuestos que más incorporan N y S y están constituidas principalmente por los aminoácidos cistina, cisteína y metionina. La cisteína está relacionada con el estado nutricional de las plantas y también actúa en la síntesis de importantes compuestos de defensa. Además de los aminoácidos y proteínas, el S es parte de una variedad de compuestos como coenzimas (biotina, pirofosfato de tiamina, coenzima A, ácido lipóico), proteínas con hierro (Fe) y S (ferridoxinas), tioredoxinas, sulfolípidos, cisternas substituidas (Se-cisteínas), ésteres de sulfato (colina), flavonóides, lípidos, glucosinolatos, polisacáridos, sulfónicos y compuestos reducidos (Malavolta, 2006 citado por Prates *et al*, 2006).

El S aplicado a las hojas puede ser absorbido y metabolizado actuando como agente de defensa contra los patógenos o bien puede convertirse en sulfato u otros compuestos de S. (Malavolta, 2006 citado por Prates *et al*, 2006).

Plantas de tomates carentes de azufre son de menos estatura. Las hojas son tiesas y enrolladas para abajo. Desarrollan una clorosis entre las venas que cambia de verde amarillento a amarillo. Tallos, venas y pecíolos se vuelven morados. Puntos necróticos podrán aparecer en los márgenes y las puntas de las hojas más viejas, y en los tallos. Deficiencias de azufre parecen mucho a las de nitrógeno, pero empiezan en las hojas más jóvenes como el azufre no es tan móvil como nitrógeno dentro de la planta (<http://www.yara.com.pe/crop-nutrition/crops/tomate/informacion-esencial/funcion-de-azufre/>).

1.6. Absorción foliar de nutrimentos y fertilización foliar

Las fuentes de fertilizantes foliares son sales o quelatos y compuestos orgánicos (Molina 2016). La nutrición foliar brinda una nutrición rápida y asegura altos rendimientos cuando la absorción de nutrientes del suelo es ineficiente o cuando el ciclo de cultivo es corto. En épocas críticas los fertilizantes foliares son ideales para el tratamiento de deficiencias nutricionales. Si hay problemas de deficiencia de calcio o de un macro o microelementos, se suplementa con aplicaciones dirigidas al follaje una vez por semana (Haifa Chemicals 2014).

Las fertilizaciones foliares además son capaces de iniciar funciones metabólicas (Salas, 1995). Se sabe que las raíces no son los únicos órganos capaces de absorber los elementos minerales, sino que también las hojas y los tallos pueden asimilar las sustancias nutritivas tanto minerales como orgánicas, principalmente aminoácidos (Gros, 1996).

Además de los nutrientes minerales, la fertilización foliar es capaz de suministrar también a las plantas compuestos nutricionales: azúcares simples, disacáridos, aminoácidos, cadenas de péptidos, ácidos orgánicos, reguladores de crecimiento y estimuladores (Szewczuk y Michalójé, 2003; citado por Sylwester, 2012).

Gross (1992), citado por Horna (2016), dice que los fertilizantes foliares que se deben aplicar, no sólo son el nitrógeno, sino N-P-K por completo, además de los secundarios y microelementos.

Sobre los elementos menores, comenta que en algunos casos se aplican a las hortalizas por vía foliar, ya que a veces resulta el medio más eficiente para suplir algunas deficiencias de elementos en la planta (Gross, 1992; citado por Horna, 2016).

Factores endógenos:

Cuando los factores endógenos son considerados, la eficiencia de absorción de los nutrientes aplicados foliarmente dependerá del grosor de las células epidérmicas que recubre la cutícula (brotes verdes, haz y envés de las hojas), así como del

número de poros cuticulares y ectodesmata o ectodesmos, ubicado en esta capa. Además, está relacionada con la distribución de tricomas y estomas en hojas acompañados de la más alta ocurrencia de los poros de la cutícula (Franke et al., 1961; citado por Sylwester, 2012).

- **La cutícula**

La cutícula protege a las plantas contra transpiración excesiva, plagas y enfermedades, así como la pérdida excesiva de solutos orgánicos e inorgánicos por lixiviación. La cutícula constituye la barrera principal que deben superar los solutos para iniciar el proceso de absorción dentro de la planta (Radosevich et al., 1997).

La cutícula presenta carga negativa, esto contribuye a una translocación más eficiente de moléculas apolares (urea) y cationes en vez de aniones. Por esa razón, se observa una menor eficiencia para la nutrición foliar de nutrientes minerales en forma de aniones (NO_3^- , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, MoO_4^{2-} , BO_3^{3-}) que de cationes (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mn^{4+} , Cu^{2+} , Cu^+ , Zn^{2+}). La velocidad de penetración a través de cationes por la cutícula disminuye con el aumento de valencia. Para ambos tipos de iones, cationes y aniones, la translocación de nutrientes a partir de las partes externas a las internas de las hojas es mayor que en la dirección opuesta. La cutícula seca es casi impermeable al agua; sin embargo, al humedecerse se hincha y aumenta su permeabilidad, permitiendo, de esta forma, la penetración de los nutrientes (Crocomo *et al.*, 1998).

- **Poros cuticulares y ectodesmata**

Los ectodesmos o ectodesmata, son canales que atraviesan la membrana y la pared celular. Tales estructuras son zonas ubicadas entre la cutícula y la membrana celular de las células epidérmicas donde la deposición de las ceras, cutina, pectina, celulosa, etc., ha sido eliminada, lo que forma una especie de canal conector entre la superficie de la cutícula y la célula, por donde se facilita el flujo de solutos (Trinidad *et al.*, 2000).

Se cree que estos canales especializados y no pasivos, actúan como compuertas que facilitan y regulan la comunicación y el transporte de sustancias como agua, nutrientes, metabolitos y macromoléculas entre las células vegetales. Estructuras foliares como células guardianas, pelos cónicos, paredes anticlinales y las células epidérmicas adyacentes a las venas de las hojas se han mostrado de forma consistente por contener un gran número de ectodesmata. El ectodesmata puede ser la vía para el transporte de sustancias desde el exterior hacia el interior de los tejidos y viceversa. Se cree que los nutrientes aplicados a la superficie de las hojas entran por las mismas vías, es decir, por el ectodesmata, como aquellas en las que la penetración puede ser detectada visiblemente (Frank:e, 1961).

El transporte de nutrientes a través de la cutícula se produce en las regiones en contacto con ectodesmata (Michalójé y Szewczuk, 2003; citado por Sylwester, 2012).

Los poros cuticulares, dependiendo de su tamaño, son permeables a compuestos de diversos pesos moleculares, tales como nutrientes minerales, microelementos quelatados y azúcares (Marschner, 1995).

Factores exógenos

Entre los factores exógenos más importantes que afectan la fertilización foliar se tiene: luz, temperatura, viento, hora del día, fotoperiodo, humedad, cantidad e intensidad de precipitación, suelo, sequia, y el estrés por nutrientes. Con altas temperaturas, se observa pérdida de turgencia de la planta, lo cual reduce la tasa de reacciones bioquímicas y perjudica la absorción de los compuestos aplicados. Así, en condiciones de alta luz solar y temperatura, las plantas pueden ser incapaces de absorber en forma efectiva y utilizar los compuestos suministrados mediante la fertilización foliar. En contraste a las raíces, la absorción de nutrientes minerales por las partes verdes de la planta es estimulada por la luz. Además, la tasa de absorción de nutrientes por las hojas es más alto durante el día que durante la noche (Marschner, 1995). Con el aumento de la humedad relativa ambiental se posibilita la mayor permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar, aumentando las probabilidades de su absorción (Rodríguez, 1996).

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema.

En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis (Rafael, 2002).

1.6.1. Velocidad de absorción foliar

Nutrimento	Tiempo para que se absorba el 50% del producto
N(Urea)	0.5 - 2 h
P	5 -10 días
K	10 - 24 h
Ca	1 - 2 días
Mg	2- 5 h
S	8 días
Mn	1 - 2 días
Zn	1 - 2 días
Mo	10 - 20 días
Fe	10 - 20 días

Fuente: Tomado de Bertsch, 1995

1.7. Requerimientos nutricionales del cultivo

Indicamos que, en un experimento realizado por Pérez, R. y Pelaez, J. (2016) al evaluar dosis de tri hormona orgánico con micro nutrientes (auxicrop) en el rendimiento del cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill.), en el distrito de Lamas, determino rendimientos desde 2 300 Kg.ha⁻¹ (testigo) hasta 15 829.5 Kg.ha⁻¹ con una dosis de 1000 ml.ha⁻¹ de auxicrop. El conocimiento de que elementos minerales requiere el tomate para su crecimiento, su ritmo de absorción en cada una de las etapas de su desarrollo es fundamental para formular recomendaciones de abonado.

Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los requerimientos nutricionales del cultivo, en kg o Ton/ha, son:

- La cantidad de nutriente absorbido expresado en kg de nutriente por tonelada de órgano cosechable en tomate es: 2.8 kg/ha de N; 0.4 kg/ha de P; 4.5 kg/ha de K; 2.8 kg/ha de Ca; 0.7 kg/ha de Mg; 0.9 kg/ha de S (Ignacio *et al.*, 2007).
- Las aplicaciones de K en tomate generalmente son más altas que para cualquier hortaliza y muchas veces más altas que para otros cultivos no hortícolas. La Absorción aproximada de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de tomate rojo, para una producción aproxima de 99 Ton/ha es: 260 kg/ha de N; 97 Kg/ha de P₂O₅; 519 Kg/ha de K₂O. (Potash & Phosphate Institute, Potash & Phosphate Institute Of Canada, 2006).
- Los requerimientos nutricionales para el cultivo de tomate, para una producción de una t.ha⁻¹ es de: 2.8 Kg de N; 0.6 Kg de P; 3.2 Kg de K; 0.3 Kg de Mg; 0.6 Kg de S (Inpofos, 2002).
- El orden de extracción de los nutrimentos para el híbrido de tomate FB-17 fue K > N > Ca > Mg > S > P. Esto es similar a lo reportado por (Bertsch, 2003 citado en Quesada y Bertsch, 2013). El K fue el elemento de mayor demanda para el híbrido de tomate FB-17, al igual que sucede en muchos otros cultivos en donde el órgano aprovechable son frutos, flores o estructuras de acumulación (Bertsch, 1998 citado en Quesada y Bertsch, 2013).
- Se resumen los requerimientos totales para la producción de una tonelada de fruta de tomate con el híbrido FB-17.

Requerimientos totales (kg ha⁻¹) de los principales nutrimentos para producir una tonelada de tomate (híbrido FB 17).

N	P	K	Ca	Mg	S
3.22	0.24	4.7	2.25	0.58	0.49

Fuente: (Quesada y Bertsch, 2013)

- La concentración mineral en la planta varía durante el ciclo de cultivo para cada nutrimento y órgano vegetativo y el K es el macronutrimento que la planta consume en mayor medida. El cultivo del tomate, híbrido HA 3019, en condiciones de cultivo protegido puede llegar a extraer hasta 22.60 g/m² de N, 3.46 g/m² de P, 43.18 g/m² de K, 11.64 g/m² de Ca y 3.35 g/m² de Mg, para producir 83.34 t/ha (Hernández *et al.*, 2011).
- La extracción de nutrientes para el cultivo de tomate, para una producción de 35 ton/ha es la siguientes: 84 Kg de N; 45.5 Kg de P₂O₅; 133 Kg de K₂O, 17.5 Kg de MgO; 17.5 Kg de S; 52.5 Kg de CaO (Corporación Misti, 2012).
- Para programar una fertilización ecológica altamente eficiente y sostenible es muy conveniente utilizar el método del balance de nutrientes en el agro sistema, incluyendo las salidas (pérdidas) y las entradas (aportaciones) (Gómez *et al.*, 2002; Pomares *et al.*, 2003 citado por Gonzálvez y Pomares, 2008).

Extracciones en kg/1000 kg de producción

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
3.6	1.2	6.0	2.8	1.6

Fuente: *Fertiberia, 2005*

- Los nutrientes extraídos se distribuyen diferencialmente en cada uno de los órganos de la planta.

Extracción de nutrimentos del suelo por el tomate, relacionando rendimiento y órgano de la planta (Rodríguez, 1998).

Partes	Rendimiento Medio (ton/ha)	Nutrientes contenidos (Kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
Frutas	22.4	67.2	22.4	95.2	-	-
Hojas y tallos	2.6	44.8	22.4	128.8	-	-
Frutas	33.6	104.1	26.8	145.6	8.9	11.2
Hojas y tallos	4	76.1	30.2	185.9	203	31.3
Frutas	27.5	47	6.7	5.6	5.6	7.6
Hojas y tallos	6.9	30.2	3.3	50.4	50.4	13.4

Fuente: *WORD (1969) c t Uexful (1078) y Adán» (1966), citado por Rodríguez, 1998.*

- Las extracciones medias de nutrientes de algunas hortalizas estudios realizados en el Mediterráneo Español, utilizados como referencia por la Universidad La Molina, (Domínguez, 1997; Ugás R. *et al*, 2000, citado por Reyes, 2009).

Extracciones medias de nutrientes de algunas hortalizas

Hortalizas	Unidad de producción TM ha ⁻¹	Nitrógeno N kg ha ⁻¹	Fósforo P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹	Potasio K ₂ O kg ha ⁻¹
Tomate de campo abierto	40	120	25	150
Tomate de invernadero	100	400	75	700

Fuente: Domínguez, 1997

- Las recomendaciones nutricionales para el cultivo de tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero se mencionan en el cuadro adjunto (haifa group, 2012).

REQUERIMIENTO DE MACRO-NUTRIENTES BAJO DIVERSAS CONDICIONES DE CRECIMIENTO						
	Rendimiento (ton/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Campo abierto	80	241	62	416	234	67
	150	417	108	724	374	110
Tratamiento	60	196	50	336	203	56
	100	303	78	522	295	84
Tuneles	100	294	76	508	279	80
	200	536	139	934	463	138
Invernadero	120	328	85	570	289	86
	240	608	158	1065	491	152

(Haifa group, 2012)

1.8. La gallinaza de postura

La gallinaza se puede utilizar en la mayoría de los cultivos, por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizantes nitrogenados para evitar los excesos. El contenido de potasio es bajo, por lo que deberá ser especialmente necesario utilizar un fertilizante potásico (FAO, 1986; citado por Larios y García, 1999).

Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por Kalmás y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aereación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión. También Guerra *et al.*, (1995) le atribuye que aumenta la eficiencia de los fertilizantes minerales. Por todos estos atributos, Gianella (1993) señala que la agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor.

Las deyecciones avícolas contienen compuestos orgánicos e inorgánicos (Moguel *et al.* 1995 y Pacheco *et al.* 2003), una cantidad variable de humedad (Marshall *et al.* 1998) y una abundante población microbiana (Martin *et al.* 1998). No obstante, en la composición química de la gallinaza influyen diversos factores, entre los que figuran: la composición de la ración, edad y estado fisiológico de las aves (Blair 1974). Otros autores como Rosete *et al.* (1988) y Marshall *et al.* (1998), han señalado que la edad de las excretas (tiempo de acumulación en la unidad avícola) es otro factor de importancia en la variación de la composición de la gallinaza y que está determinado por la volatilización del nitrógeno.

La aplicación de gallinaza puede reducir entre un 33 y 66 % la fertilización mineral.

- Al evaluar la influencia de cuatro dosis de gallinaza de postura en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, los resultados obtenidos indican que con la aplicación de 30 t.ha⁻¹ (T3) de gallinaza se obtuvieron los mayores promedios de rendimiento, peso de semilla, número de semillas/vaina y número de vainas por planta con 22 723.40 kg.ha⁻¹; 0.47 g; 8.3 semillas y 177.7 vainas por planta respectivamente, superando estadísticamente a los promedios de los demás

tratamientos, seguido del T2 (20 t.ha⁻¹); T4 (40 t.ha⁻¹); T1 (10 t.ha⁻¹) y TO (testigo). El tratamiento T3 (30 t.ha⁻¹) obtuvo el mayor valor de B/C con 1.45 y un beneficio neto de S/. 33 605.92 nuevos soles seguido del T2 (20 t.ha⁻¹) y T4 (40 t.ha⁻¹) quienes obtuvieron valores de B/C de 0.53 y 0.19 con beneficios netos de S/.11 930.78 y S/.4 587.88 nuevos soles, respectivamente. Los tratamientos TO (Testigo) y T1 (10 Tha⁻¹) arrojaron valores B/C negativos con -0.15 y -0.05 respectivamente (Piña, 2013).

- Al evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de materia orgánica en el desarrollo, crecimiento y producción de cebolla china (*Allium fistulosum*) Var. Roja Chiclayana, Las variables evaluadas fueron: Diámetro del cuello de la planta, diámetro del bulbo (cm), longitud de la planta (cm), peso total de la planta (g), rendimiento en kg. ha⁻¹, y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con dosis de 30 t. ha⁻¹ de gallinaza de postura fue el tratamiento más determinante que repercutió en la obtención del incremento del rendimiento con 62.587 kg. ha⁻¹ y el que produjo mayor beneficio/Costo con un valor de 1.68, generando mayor beneficio neto, con un valor de 13 704.78 Nuevos Soles, respectivamente (Montoya, 2013).

1.9. Efectos de las sustancias húmicas

Los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la membrana, y se favorece así la asimilación radical y aplicaciones foliares de nutrimentos. Favorece la translocación de macro y microelementos dentro de la planta lográndose una mejor nutrición de esta; acelera la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción favorablemente. Las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas (Flores, 1993 citado por Pimienta, 2004).

Los resultados obtenidos usando sustancias marcadas con ¹⁴C han permitido observar que tanto los ácidos húmicos como los fúlvicos se pueden incorporar al material vegetal, sin embargo, los ácidos húmicos se suelen acumular en las raíces donde actúan principalmente y sólo una pequeña fracción se transporta a la parte aérea (Vaughan y Linehan, 1976), mientras que los ácidos fúlvicos al tratarse de moléculas de menor peso molecular, son absorbidos más activamente por las plantas

(Vaughan y Malcom, 1985), y su transporte a la parte aérea es mayor (Furt *et al.*, 1967). Vaughan y Ord (1981), encontraron que las sustancias húmicas de bajo peso molecular eran absorbidas preferentemente por las plantas, tanto de forma activa como pasiva, mientras que los ácidos húmicos de PM >50.000 Da sólo se absorbían pasivamente.

La acción de los ácidos húmicos en las plantas se resume en lo siguiente:

- Trasladan los nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de las plantas y del exterior de la hoja hasta los sitios de acumulación.
- Incrementa la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos de las plantas relacionadas con la respiración.
- Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, además de estimular algunas reacciones, procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas de la planta.
- Acelera la germinación de las semillas e incrementa su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas.
- Incrementan la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco.
(Palomares, 1990; citado por Pimienta, 2004)

Los ácidos húmicos aumentaron el crecimiento de plantas de tomate en solución nutritiva, bajo condiciones de pobre aireación. Adicionalmente, igual después de la acumulación por ácidos húmicos bajo condiciones inadecuadas de aireación, las plantas de tomate fueron considerablemente más pequeñas, que cuando crecieron en solución nutritiva sola bajo condiciones aeróbicas adecuadas (Guminski, 1968, citado por Pimenta, 2004).

Se ha reportado que la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos al suelo en cultivo de tomate estimula la longitud de las raíces de la planta y su peso, comparado con un testigo. Asimismo, la aplicación de sustancias húmicas en forma foliar resultó en mayor peso fresco y seco de nuevos brotes (Sladky, 1959; citado por Guerrero, 2012)

Con la aplicación de Biostan (producto natural compuesto que Contiene catorce elementos minerales, un adecuado contenido en ácidos húmicos de baja a media masa molar y al menos, tres familias de fitohormonas).

La presencia de sustancias húmicas puede ejercer un papel importante, ya que facilita una mejor absorción de los nutrientes en la planta, debido a que presentan más estructuras carboxílicas capaces de quelatar a los metales e influir en la estructura físico química del protoplasma de las plantas, con lo que incrementan la permeabilidad de las membranas vegetales, todo lo cual posibilita un aumento de la entrada de NPK y otros microelementos presentes en el medio nutritivo del suelo en la planta. El número de flores por planta es uno de los componentes que más correlaciona con el rendimiento y en este sentido, se apreció la contribución del producto al propiciar que la mayoría de estas flores cuajaran en frutos y no fueran abortadas.

La aplicación foliar de ácidos húmicos en el cultivo de chile manzano, aumentó el número total de frutos y el rendimiento total. Además, se obtuvieron mayores concentraciones de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (mg) y hierro (Fe) en el follaje de la planta (Hernández, 2011; citado por Guerrero 2012). Los niveles foliares de hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) se incrementaron en plantas de tomate, al agregar 1,280 miligramos de ácidos húmicos por litro de agua (David *et al*, 1994 citado por Guerrero 2012)

1.9.1. Efectos sobre el suelo

Las sustancias húmicas inciden indirectamente en el desarrollo de las plantas, al modificar las propiedades que determinan la fertilidad del suelo cuando se aportan en grandes cantidades. Siendo sus principales efectos sobre el suelo.

Mejorador de la estructura del suelo

Facilitan la formación de agregados estables de elevada porosidad, que aumentan la capacidad de retención de agua y la buena aireación, proporcionando así, un medio más idóneo para el crecimiento de las plantas (Stevenson, 1994; Canarutto *et al.*, 1996; Piccolo y Mógwu, 1997). A su vez las sustancias húmicas proporcionan una coloración oscura al suelo que facilita su calentamiento, hecho que estimula el crecimiento y producción de las plantas (Gallardo, 1980; Stevenson, 1994).

Aumento de la capacidad tampón o buffer

También evitan los cambios bruscos del pH del suelo, debido a que poseen gran número de grupos funcionales hidroxilo y carboxilo que pueden sufrir procesos de disociación-asociación (Stevenson, 1994; Barón *et al.*, 1995, manteniendo unas condiciones de reactividad óptimas para la vida en las plantas.

Contribución a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo

Mejora la fertilidad del suelo al contribuir en la CIC, ya que retiene nutrientes (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Mg^{2+} , K^+) en formas fácilmente disponibles para las plantas, pero que evitan sus pérdidas por lavado. Las sustancias húmicas absorben preferentemente cationes polivalentes frente a los monovalentes y para iones de igual valencia se adsorben primero los menos hidratados (Stevenson, 1994).

Aporte de nutrientes al suelo

Suministran nutrientes (N, P, S) a las plantas mediante procesos de mineralización que sufre la materia orgánica por los microorganismos del suelo (Varanini y Pintón, 1985; Akinremi *et al.*, 2000). Además, forman complejos naturales con los cationes (Sánchez-Adréu *et al.*, 2000), aumentando de esta manera la solubilidad de los metales en el suelo y favoreciendo la toma por las plantas (Varanini y Pintón, 1995; Cesco *et al.*, 2000). Así, Pintón *et al.*, (1998) encontraron una reducción e incluso eliminación de los síntomas de deficiencia de hierro en plantas de pepino, debido a la movilización del Fe, procedentes de hidróxidos insolubles por la formación de complejos solubles con las sustancias húmicas.

También, facilitan la disponibilidad del fósforo a las plantas al complejarse con el calcio (Gaur, 1964), ya que en el suelo el fósforo es poco soluble y se fija a los componentes minerales (óxidos de aluminio y carbonatos, arcillas...), siendo en suelos calizos su disponibilidad aún menor, por la formación de fosfatos de calcio insolubles. Este proceso de complejación del calcio va a depender del pH (Brun *et al.*, 1994).

Incremento de la población microbiana

Las sustancias húmicas proporcionan carbono a los microorganismos del suelo, hecho que permite incrementar la población microbiana y actividad enzimática

(Murzakon, 1988: Lizarazo, 2001), dando lugar a un mayor aporte de nutrientes a las plantas, al favorecerse los procesos de mineralización u humificación de la materia orgánica, la fijación biológica del nitrógeno y la reducción del Fe (III) al actuar como catalizadores químicos en su reducción biológica por las bacterias anaeróbicas (Lovley *et al.*, 1998).

1.9.2. Efectos sobre las plantas

Los efectos Bioestimulante de las sustancias húmicas sobre el desarrollo vegetal se pueden agrupar en:

Germinación

Aumentan la proporción de granos germinados. Así, Csicsor *et al.*, (1994), observaron efectos beneficiosos en la germinación in vitro de semillas de tabaco, con la aplicación de humatos potásicos y ácidos fúlvicos en diferentes dosis, obteniéndose los mejores resultados con los humatos potásicos en dosis de 200 mg.l⁻¹. Ayuso *et al.*, (1996), obtuvieron incrementos en el índice de germinación de pimientos tratados con sustancias húmicas procedentes de materiales menos humificados, inhibieron la germinación dependiendo de la germinación.

Los estudios realizados por Ramos (2000), mostraron que la aplicación de sustancias húmicas comerciales de diferentes orígenes a semillas de tomate cv Daniela en condiciones in vitro, mejoraban el porcentaje de germinación, sin embargo, la dosis óptima fue diferente según el origen de las sustancias húmicas e incluso para aquellas de la misma procedencia, la dosis óptima varió considerablemente según el producto comercial empleado. Normalmente la germinación se encuentra inhibida a dosis altas (Chen y Aviad, 1990).

Ramos (2000) también realizó estudios en condiciones salinas, siendo las sustancias húmicas procedentes de turba y residuos vegetales las que mejoraron el índice de germinación cuando el nivel salino fue moderado (3 mS.cm⁻¹), y alto (6 mS.cm⁻¹), mientras las de origen lignito tan sólo lo lograron en condiciones de salinidad moderada (3 mS.cm⁻¹).

Chen y Aviad (1990), atribuyeron los efectos beneficiosos sobre la germinación, a la capacidad de las sustancias húmicas de incrementar la actividad enzimática de las semillas. Csicsor *et al.*, (1994), consideran que las sustancias húmicas influyen también sobre la respiración celular, al actuar en los procesos de transferencia de electrones gracias a los radicales libres presentes en todas las sustancias húmicas. En relación a este hecho, Chukov *et al.*, (1996), observaron que el índice de germinación en condiciones *in vitro* de semillas de lechuga, aumentó conforme lo hizo la concentración de radicales libres de las sustancias húmicas, hasta una cierta dosis óptima a partir de la cual el efecto resulta inhibitorio. Así Csicsor *et al.*, (1994), justificaron el hecho de que los humatos potásicos resultasen más eficaces que los ácidos húmicos sobre la germinación, en la mayor concentración de radicales libres de los ácidos húmicos. Según Jurcsik (1994) el mecanismo de acción fisiológica consiste en la absorción de O₂ atmosférico por los radicales semiquinónicos que se transforman en radical superóxido o hidrogeno peróxido, capaces de donar electrones a las cadenas respiratorias, incrementando así el suministro de energía a las células. Los electrones perdidos son repuestos por moléculas de agua o por los microorganismos del suelo (Lovley *et al.*, 1996).

Crecimiento radicular y desarrollo de la parte aérea

Los efectos bioestimulantes de las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas, han sido observados y documentados en gran cantidad de artículos (Chen y Aviad, 1990; Chen, 1996; Nardi *et al.*, 1996; Cesco *et al.*, 2002). Se ha demostrado que mejoran el crecimiento radicular con su aplicación foliar, en hidroponía o directamente al suelo (Sánchez Conde *et al.*, 1972; Sánchez-Andreu *et al.*, 1994; Cooper *et al.*, 1998), aunque sus efectos dependen del tipo y dosis de sustancias húmicas empleadas. Así, Sladky (1959) observó al aplicar a la disolución nutritiva de plantas de tomate un extracto alcohólico de la materia orgánica, ácidos húmicos y fúlvicos en dosis de 10 y 50 mg.L⁻¹, un aumento significativo respecto al control (disolución nutritiva) de la longitud y peso radicular con las tres fracciones empleadas. También Rauthan y Schnitzer (1981), encontraron en plantas de pepino tratadas con ácidos fúlvicos en dosis de 100 a 300 mg.L⁻¹, incrementos en la longitud y peso radicular. Young y Chen (1997) observaron aumentos significativos en el crecimiento radicular de plantas de lechuga cuando se adicionaban ácidos húmicos purificados de diferentes orígenes, resultando más

efectivo la fracción húmica procedente de turba. La aplicación al suelo de sustancias húmicas también permitió observar un aumento del peso radicular de 38 a 45% y de un 15% para la longitud radicular en *Agrostis Stolonifera* L. (Cooper *et al.*, 1998).

Los efectos de las sustancias húmicas en el crecimiento de las raíces y tallos son muy diferentes, resultando más evidentes en las raíces. Chen *et al.* (2004a) observaron una estimulación del crecimiento del 25% en los tallos y raíces bajo condiciones de hidroponía, con la adición a la disolución nutritiva Hoagland de ácidos húmicos en dosis de 50 mg.L^{-1} , hecho que evidencia el efecto sinérgico de la aplicación combinada de sustancias húmicas junto a la disolución nutritiva. El crecimiento de los tallos normalmente está correlacionado con la respuesta radicular, independientemente del modo de aplicación de las sustancias húmicas (Chen, 2006).

Absorción de nutrientes

Las sustancias húmicas proporcionan una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Así Gaur, (1964), observó incrementos en la absorción de N, P y K y descensos en la toma de Ca con la aplicación de ácidos húmicos procedentes de compost a plantas de centeno. Rauthan y Schnitzer (1981), aplicaron diferentes dosis de ácidos fúlvicos hasta un máximo de 2000 mg.L^{-1} a plantas cultivadas en disolución Hoagland, obteniéndose incrementos en la absorción de: N, P, K, Ca y Mg, siendo la máxima absorción entre $100\text{-}300 \text{ mg.L}^{-1}$. Esto pone de manifiesto que las concentraciones elevadas de sustancias húmicas normalmente resultan inhibitorias. Guminsky *et al.*, (1983) observaron que las sustancias húmicas procedentes de compost en dosis de 100 mg.Kg^{-1} incrementaron la absorción de P y K en plantas de tomate, no obteniéndose estos resultados con plantas de maíz, dónde dosis similares inhibieron la absorción de P. También David *et al.*, (1994) encontraron en plantas de tomate con la adición de ácidos húmicos en dosis 1280 mg.l^{-1} , incrementos en los niveles foliares de: P, Ca, K y Mg, así como radicales de Ca y N.

Metabolismo energético

Son numerosos los estudios que demuestran los efectos beneficiosos de las sustancias húmicas en los procesos metabólicos energéticos como son: la respiración (Vaughan y Malcolm, 1985; Chukov *et al.*, 1996; Lovley *et al.*, 1996; Nardi *et al.*, 2002) y la fotosíntesis (Sladky, 1959; Albuzio *et al.*, 1994). Existen trabajos que afirman que las sustancias húmicas actúan directamente sobre la respiración, al intervenir en las cadenas respiratorias de las mitocondrias (Csicsor *et al.*, 1994; Pinton *et al.*, 1999) como donadoras de e- (debido a los grupos quinónicos) aumentando la energía suministrada a las células.

También intervienen en numerosos procesos bioquímicos que estimulan o inhiben la síntesis de proteínas, particularmente enzimas tales como: invertasas, catalasas y peroxidasa (Malcolm y Vaughan, 1979; Nardi *et al.*, 2000a). Stanchev *et al.* (1975) mostraron la influencia de las sustancias húmicas sobre la actividad de las enzimas: catalasa, o-difenoloxidasa y citocromo en tomates, mientras que en remolacha las sustancias húmicas participaron en los procesos bioquímicos de las enzimas peroxidasa e invertasas (Vaughan, 1969; Vaughan *et al.*, 1974). Bukvova y Tichy (1967) observaron en plantas de maíz crecidas en suelos arenosos, aumentos en la síntesis de fosforilasa cuando se adicionaron ácidos húmicos en dosis de 10 mg.L⁻¹, sin embargo, a dosis elevadas (100 mg.L⁻¹) los efectos resultaron inhibitorios.

1.10. Efectos del potasio en los cultivos agrícolas

El potasio es muy móvil en el suelo y en la planta y se sabe que es el más abundante en las células vegetales. La aplicación de K aumenta la producción de la materia seca (Laughli. y Restad, 1964.). Hay bajo contenido proteico cuando existe deficiencia de K, lo cual puede disminuir la fotosíntesis y aumentar la capacidad respiratoria (Sham, 1968; y Tisdale (1967).

El K mantiene la turgidez de la célula y por consiguiente sostiene la presión interna de los tejidos de las plantas (Barber y Humbert, 1963). Aumenta la resistencia a la caída de los tallos por aumento de la cutícula de los mismos, favorece la absorción del ácido silícico y refuerza tallos y hojas (Takahashi,

1960). El potasio es fundamental en el crecimiento vegetativo, el fructificación, la maduración y la calidad de los frutos.

Al igual que el N, el K^+ es el nutriente que se necesita en concentraciones elevadas para un adecuado crecimiento de las plantas, oscilando su concentración en un rango de 2 a 5% de materia seca de la planta, tanto en partes vegetativas, frutos o tubérculos (Daliparthy *et al.*, 1994; Marschner, 1997). El potasio juega un papel esencial en el crecimiento y metabolismo de la planta, puesto que actúa activando enzimas (Evans y Sorger, 1966), funciona como un osmorregulador para mantener la presión de turgencia de los tejidos (Kaiser, 1982), regula la apertura y cierre estomático de las estomas (Humble y Raschke, 1971), y equilibra la carga de los aniones (Streeter y Barta, 1984). Una deficiencia de K^+ puede disminuir la fotosíntesis de la planta mediante la reducción del área foliar (Huber, 1985) y la fijación neta de CO_2 (Ozbun *et al.*, 1965).

Los macronutrientes, N y K^+ , están íntimamente involucrados en el metabolismo y crecimiento de las plantas, en donde estos nutrientes participan de manera conjunta en diferentes procesos bioquímicos. Después del nitrógeno (N), el potasio (K) es uno de los nutrimentos que las plantas consumen en mayores cantidades que cualquier otro, pero en muchos cultivos hortícolas es extraído en cantidades incluso superiores al N (Le Bot *et al.*, 1998). Por otro lado, debido a la mineralogía de los suelos, la cantidad de K disponible casi siempre supera por mucho la demanda de los cultivos, lo que hace ser un elemento menos deficitario que el N y Fósforo (P). Sin embargo, en diversos ambientes agrícolas existen condiciones deficitarias de este elemento ya sea por la génesis misma del suelo o porque éstos han estado sometidos a una intensificación de la producción agrícola sin la adición de fertilizantes potásicos a tal grado que la disminución de las reservas edáficas de potasio limitan el rendimiento de los cultivos.

El potasio es considerado en la nutrición de los cultivos, como un macronutriente esencial, que, si bien no forma parte estructural de una planta, desempeña diversas funciones fisiológicas y bioquímicas, las cuales repercuten en el crecimiento y desarrollo vegetal. Amplias revisiones han sido realizadas por Menguel y Kirkby (1980) y Marschner (1986). Los valores críticos varían

considerablemente entre las especies cultivadas de hortalizas, estado de crecimiento y parte de la planta que sea analizada. Cuando el K es deficiente, se retarda el crecimiento y es traslocado de las hojas maduras a tejidos más jóvenes (Benton *et al.*, 1991).

1.10.1 Activación enzimática

Las enzimas están involucradas en muchos procesos fisiológicos en las plantas y más de 80 sistemas enzimáticos requieren la participación del K^+ para su activación (Havlin *et al.*, 1999). Muchas de estas enzimas que son estimuladas por K^+ están involucrados en el metabolismo del fosfato (Evans y Sorger, 1966). La enzima ribulosa -1,5-difosfato carbixilasa/oxigenasa (Rubisco), disminuye en cantidad y actividad en ausencia de un suministro adecuado de K a nivel de campo, en trigo y tomate (Oxaki *et al.*, 1993). Otras enzimas importantes en donde actúa el K como activador son: almidón sintetasa, fosforilasa, ADP glucosa, ADP glucosa pirofosforilaza y las enzimas que participan en la síntesis de proteína; además, es muy probable que en otros sistemas enzimáticos con requerimientos de cationes univalentes el potasio también participa (Mendel y Kirkby, 1980; Marschner, 1986).

Existen diferentes mecanismos de activación enzimática y al parecer el efecto principal de esta activación es en la formación de proteínas. Mediante la presencia de K^+ u otro catión univalente activador, el sitio activo de la enzima se muestra disponible para atrapar el sustrato; asimismo, la posible distribución del K^+ en la célula además de su disponibilidad para la activación, puede influenciar las rutas metabólicas del sustrato y por ello jugar un papel importante en el control del crecimiento, diferenciación y desarrollo de organismos vivos (Wilson y Evans, 1968). Desde un punto de vista práctico, lo anterior significa que las plantas pobremente abastecidas con K pueden disminuir su metabolismo por la falta de ATP, lo cual deteriora la síntesis de polímeros como almidón, celulosa y ácidos nucleicos (Menguel y Kikby, 1980; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.10.2 Síntesis de proteínas

Se ha establecido que el K^+ es requerido para la síntesis de proteínas, habiéndose demostrado por la acumulación de componentes nitrogenados solubles como: aminoácidos libres, amidas y nitratos en plantas deficientes de potasio (Marschner, 1986). Por su parte, Berford (1975), determinó que las concentraciones de proteínas solamente se redujeron en tejidos de hojas de tomate extremadamente deficientes en potasio. En caña de azúcar, las plantas con deficiencia de potasio acumulan mayores cantidades de nitrógeno no proteico, y en ciertos pastos, se ha cuantificado mayor contenido de nitrógeno en forma de amidas y menor conversión a proteínas (Tisdale *et al.*, 1990; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.10.3 Síntesis de almidón

La síntesis de almidón está controlada por la enzima almidón sintetasa, misma que incorpora las moléculas de glucosa a cadenas largas de almidón. A su vez, la activación de esta enzima requiere la participación de K, por lo que la falta de un buen abastecimiento de K repercute en la síntesis de almidón, siendo esto un aspecto importante en el llenado de grano de cereales (Liebhardt, 1969).

1.10.4 Energía metabólica

Las plantas a través del proceso fotosintético convierten la energía lumínica en energía química, y el mecanismo básico del metabolismo energético implica la producción de adenosintrifosfato (ATP) y nicotin-adenin-dinucleótido fosfato reducido (NADPH) durante el proceso de la fotofosforilación en el cloroplasto. El K^+ es el ión dominante que induce el flujo de H^+ a través de la membrana del tilacoide y genera así un gradiente de pH transmembranario necesario para la síntesis de ATP (Marschner, 1986). De esta manera, la importancia del K, queda enmarcada en el sentido de que el ATP y NADPH son necesariamente requeridos en todos los procesos metabólicos que involucran el empleo de energía. Tales como la síntesis de proteínas, azúcares y polisacáridos. Posiblemente, lo anterior permita explicar el hecho de que el 50% de potasio encontrado en las hojas esté localizado a nivel de los cloroplastos (Tisdale *et al.*, 1990; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.10.5 Fotosíntesis

El incremento de la tasa de la fotosíntesis debido al K, puede ser atribuido a su posible función como promotor de la síntesis *de nova* de la enzima Rubisco y a la reducción en la resistencia a la difusión de CO₂ tanto en estomas como en el mesófilo de la hoja (Eguilla y Davies, 1995; Osaki *et al.*, 1993). Asimismo, una disminución en el contenido de K en las hojas conlleva a una compactación de la estructura y arreglo celular y a una degradación de los cloroplastos (O'Toole *et al.*, 1980; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.10.6 Proceso de osmorregulación

El potasio es considerado como el soluto inorgánico más importante en los procesos de osmorregulación celular, lo cual afecta el tamaño celular y la apertura y cierre de estomas. El contenido de K⁺ al acumularse en las células guarda de las estomas ocasiona un incremento en la presión osmótica, haciendo posible la apertura de los estomas y en consecuencia la difusión de CO₂ al interior de los tejidos; cuando las células guarda desacumulan el contenido de iones de K, pierde turgencia dando lugar al cierre de los estomas (Marschner, 1986). El balance electroquímico de la acumulación de K⁺ y el malato son las principales sustancias que producen la presión de turgencia necesaria para la elongación de la fibra de algodón (Dhindsa *et al.*, 1975; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.10.7 Traslocación de asimilados

La traslocación de sustancias en la planta implica el movimiento de agua, iones inorgánicos y productos orgánicos y producen orgánicos derivados de la fotosíntesis en el xilema y floema del sistema conductor de la planta (Liebhardt, 1969). Los principales constituyentes orgánicos de la savia del floema son azúcares, principalmente sacarosa y aminoácidos. Debido a ello, el potasio tiene un impacto directo sobre el transporte de N a larga distancia, lo cual puede ser relevante en la producción de cultivos. El efecto del K en el transporte de fotosintatos ha sido demostrado en varias especies vegetales como es el caso del frijol, caña de azúcar, algodón, betabel, papa y tomate; la dirección del flujo puede ser acropétala y basipétala (Menguel y Kirkby, 1980; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

1.11. Otros

El Potasio cumple funciones prioritarias en el metabolismo de las plantas; participa en la activación enzimática, el transporte a través de membranas celulares, la regulación osmótica, la precocidad de la cosecha y la calidad interna y externa del fruto (Villalobos, 2001; Casanova *et al.*, 2003; citado en Quesada y Bertsch, 2013). El momento de mayor demanda de este elemento es próximo a los 130 días después de la siembra (dds). Este es un período significativo de alta producción para la planta de tomate, puesto que según lo señalan (Casanova *et al.*, 2003 citado en Quesada y Bertsch, 2013) hay floración y fructificación en diferentes estados de desarrollo; además el crecimiento vegetativo.

Se encontró para todos los elementos una elevada demanda nutricional entre los 72 y 130 dds; aproximadamente el 65% del total de los requerimientos de N y P y más de un 70% en el caso del K, Ca, Mg y S deben suministrarse en este período. En esta fase sucede la mayor diferenciación floral, fructificación y llenado de la fruta, además del mantenimiento del crecimiento vegetativo (Quesada y Bertsch, 2013).

Algunos estudios indican que una apropiada fertilización potásica puede proteger a los cultivos del ataque de ciertas enfermedades y disminuir los daños por frío (Gross, 1968). Este último parece estar relacionado con el grado de hidratación que presentan los tejidos de acuerdo al nivel de potasio. Sweeney *et al.*, (2000), indican que la fertilización potásica redujo la severidad del ataque de la roya en trigo e incrementó el peso de los granos, pero también señalan que esta respuesta podría estar asociada con los iones Cl^- provenientes del KCl . Otro aspecto de importancia agrícola del potasio es su influencia en la calidad de los productos cosechados. Se ha demostrado que un adecuado abastecimiento de K a un cultivo de tomate permite incrementar la acidez titulable (% de ácido cítrico), firmeza, uniformizar maduración y lograr mejor sabor de frutos (Ho y Adams, 1995; <http://fisiologiavegetal.mdelarosa.com.mx/nutricion.html>).

Davies y Albrigo (1994), señalan que un bajo nivel de K en las hojas se relaciona con un fruto de tamaño pequeño y cáscara delgada. La cáscara delgada

predispone a la partidura del fruto, a una ruptura de la cáscara en la zona del pedicelo en la cosecha y al bufado.

Embleton *et al.* (1978), señalan que bajo una concentración de 13.0 g.kg^{-1} de K en las hojas, la aplicación de K incrementa el tamaño del fruto. Koller y Schawarz (1995) en *Citrus sinensis* x *Citrus reticulata* también encontraron que los niveles altos de K fertilizante incrementaron el peso promedio de los frutos. En general, se confirma el significativo efecto que tienen las aplicaciones de K en el tamaño del fruto cítrico (Smith, 1966; Chapman, 1968; Embleton *et al.*, 1978).

Diversas publicaciones indican los efectos de la aplicación de K en cítricos, los cuales son especialmente relevantes en los frutos. En general, un aumento en el nivel de K determina un aumento en el tamaño del fruto, en el grosor de la cáscara y en la acidez del jugo. Estos efectos han sido citados por Smith (1966), Chapman (1968) y Embleton *et al.* (1978).

Embleton *et al.*, (1978) señalaron que el K puede incrementar el rendimiento de fruta y el número de frutos cosechados cuando las concentraciones de éste en las hojas son muy bajas (en el rango de 3.0 a 5.0 g.kg^{-1}). Sobre 7.0 g.kg^{-1} de K en las hojas es poco probable un incremento de rendimiento. Alva y Tucker (1999) indicaron como una concentración deficiente un nivel de 7.0 g.kg^{-1} de K. La concentración más baja encontrada en los árboles del huerto al inicio del ensayo fue de 5.0 g.kg^{-1} . Por otra parte, el huerto tenía un potencial productivo alto, lo que indicaba que el K no estaba limitando el rendimiento y sólo afectaba el calibre de la fruta, como se comprobó con los resultados de este estudio.

Horna (2013), evaluó diferentes productos foliares a diferentes dosis en el cultivo de Sandía (*Citrullus Lanatus*) Cv. Black Fire Bajo las condiciones del Valle de Cañete". Los rendimientos variaron entre 18.75 y 23.17 t/ha . El mayor rendimiento se logró en el tratamiento con Speedfol KSL (24% K_2O) (T2: 1° aplicación: 2000 ml/400 L ; 2° aplicación: 2000 ml/400 L) que obtuvo 23.17 t/ha , siendo 23.52% más que el testigo, le sigue el rendimiento obtenido con Amino Kalium (46% K_2O) (T1: 1° aplicación: 1000 ml/400 L ; 2° aplicación: 1600 ml/400 L) que fue de 21.96 t/ha , superando en 17.12% al tratamiento testigo,

sucesivamente, está el tratamiento con Cropfield Potasio (27.34% K_2O) (T3: 1° aplicación: 2000 ml/400 L; 2° aplicación: 2000 ml/400 L) con 20.53 t/ha, que supera al tratamiento testigo en 9.49%, el tratamiento con Quimifol KK300 (30% K_2O) (T4: 1° aplicación: 250 ml/100 L; 2° aplicación: 500 ml/200 L; 3° aplicación: 500ml/200 L; 4° aplicación: 1000 ml/400 L; 5° aplicación: 1000 ml/400 L) obtuvo 20.48 t/ha, que resulta ser 9.23% más que el testigo, finalmente, el menor rendimiento se observó en el tratamiento testigo (0% de K_2O) con 18.75 t/ha.

Hubo diferencias significativas entre las medias de los tratamientos según la prueba de Duncan al 5%; el rendimiento obtenido con Speedfol KSL, fue superior estadísticamente y obtuvo diferencias significativas con todos los demás tratamientos, el tratamiento con Amino Kalium, igualmente obtuvo diferencias significativas con todos los rendimientos observados en los otros tratamientos.

Todos los tratamientos donde se aplicó potasio foliarmente demostraron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento, comparado con el testigo. Lo que confirma que la aplicación foliar de potasio influye incrementando el rendimiento total en el cultivo de sandía.

García (2015), evaluó diferentes dosis de citrato de potasio en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) Torneo 143 Hyb MoS F-1. El tratamiento T3 (1.5 Lha^{-1} de Citrato de Potasio) aunado a la dosis de 30 t. ha^{-1} de gallinaza de postura, obtuvo el promedio más alto de rendimiento con 130 836.85 kg. ha^{-1} , 15.6 frutos cosechados por planta y 501.58 gramos de peso del fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos. El Tratamiento T₀ (testigo) obtuvo el menor promedio de rendimiento con 31 682.65 kg. ha^{-1} ; 5.29 frutos cosechados por planta y 358,7 gramos de peso del fruto. El promedio más alto de rendimiento y de B/C (130 836.85 kg. ha^{-1} y 2.07), obteniendo un beneficio neto de S/. 20 339.85 por hectárea.

1.12. Del producto en estudio

1.12.1. Citra Grow K

Es una fuente mejorada de potasio líquido de rápida acción en la planta. Citra Grow K es la única fórmula en el mercado que contiene como fuente al Citrato de Potasio que en combinación con ácidos húmicos, son el complemento ideal para obtener un efecto inmediato en los cultivos como fuente nutricional, translocador, desestresante y mejorador de las actividades metabólicas en la planta (<http://www.agrohari.com.pe/detalleproducto.php?idsubcat=6&cat=13&nombre=NUTRIENTES%20FOLIARES>).

1.12.2. Características del fertilizante foliar

Citra Grow K Plus (Citrato de Potasio + Ácidos Húmicos)

Composición:

- Citrato de potasio : 73.20% (p/v).
- Potasio soluble : 42.48% (p/v).
- Ingrediente activo (i.a) : Citrato de Potasio.
- Presentación : 1 l – 1 Gl – 20 l – 55 Gl.
- Laboratorio : CONAGRA.

Citra Grow K puede ser empleado desde etapas iniciales del cultivo; sin embargo, su uso está asociado a las etapas de fructificación y producción para mejorar la calidad y rendimiento del producto a cosechar. Recomendándose dosis de 0,5 a 2 l. ha⁻¹ disponible en la página Web (http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/5188_28.htm), recomienda para las Hortalizas y leguminosas: Tomates, pimientos, espárrago, alcachofa, ajíes, zapallo, brócoli, cebollas, melones, fresas, lechugas, holantao, arverja, vainita, etc. Aplicar dosis de 1,0 a 2,0 l. ha⁻¹. Recomendándose su uso al inicio y aplicaciones periódicas cada 30 días.

La misma página indica que cuando son aplicados a los cultivos, el producto presenta los siguientes beneficios:

- Incrementar en el color natural del fruto o producto a cosecharse.
- Incrementar el sabor y contenido de azúcar de frutos.

- Incrementar la resistencia de la planta ante condiciones adversas (bajas temperaturas, problemas sanitarios, etc.).
- Incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y nivel de investigación

2.1.1. Tipo de investigación: Aplicativa

2.1.2. Nivel de investigación: Experimental

2.2. Diseño de investigación

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, corresponde a un diseño de investigación experimental debido a que las variables independientes, producen un efecto deseado en las variables dependientes.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un total de 660 plantas en condiciones adecuadas.

2.3.2. Muestra

Se tomaron 150 plantas al azar, las mismas que fueron evaluadas durante el desarrollo de la investigación, de acuerdo a las variables propuestas.

2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

2.4.1. Fuente primaria

Observación y toma directa de datos en campo, análisis de las plantas de tomate.

2.4.2. Fuentes secundarias

Para el desarrollo de la siguiente investigación se consultaron estudios similares a la investigación, sobre todo aquellos en los cuales se utilizó la misma metodología.

2.4.3. Ubicación del campo experimental

La presente investigación fue llevada a cabo en el Fundo “El Pacifico” de propiedad del Sr. Jorge Luís Peláez Rivera, el cual presenta las siguientes características:

Ubicación Política

Distrito : Lamas
Provincia : Lamas
Departamento : San Martín
Región : San Martín

Ubicación Geográfica

Latitud sur : 06° 20' 15''
Longitud oeste: 76° 30' 45''
Altitud : 835 m.s.n.m.

2.4.4. Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del km 12, con un desvío al margen derecho a 19.5 km de la ciudad de Tarapoto.

2.4.5. Historia de campo experimental

El terreno que se utilizó para el experimento tuvo una producción rotativa y constante con los cultivos de pepino, ají dulce y lechuga por un espacio de más de 20 años.

2.4.6. Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se realizó el presente trabajo de investigación es una zona de vida caracterizada por el bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1970). En la tabla 1, se muestran los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2013) desde el mes de enero a abril de 2013, indicándonos una temperatura media mensual de 23.93 Celsius, una precipitación total mensual de 526.80 mm y una humedad relativa media mensual de 84%.

Tabla 1:*Datos meteorológicos según SENAMHI, 2013.*

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación total mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Enero	23.05	186.70	85.00
Febrero	22.90	88.80	83.00
Marzo	22.60	180.40	85.00
Abril	23.10	60.90	83.00
Total	91.65	526.80	336.00
Promedio	22.93	131.70	84.00

Fuente: SENAMHI, 2013.

2.5. Características edáficas del campo experimental

Para conocer las características edáficas en las que se encuentra el suelo del área donde se instaló el experimento se tomaron muestras al azar a profundidades de 20 cm, las que se fueron sometidas a análisis físico- químicos en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – Tarapoto, reportándose los resultados en el siguiente cuadro:

Tabla 2:*Datos físico - químicos del campo experimental*

DETERMINACIONES	DATOS	INTERPRETACIÓN	
pH	6.23	Ligeramente Ácido	
M.O (%)	2.01	Bajo	
C.E. (µS)	102	No hay problemas de sales	
N (%)	0.10	Bajo	
P (ppm)	72.23	Alto	
K ₂ O (ppm)	112.00	Medio	
Análisis mecánico (%)	(%) Arena	-	
	(%) Limo	-	
	(%) Arcilla	-	
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)	6.32	Bajo	
Cationes cambiables (meq)	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	Bajo	
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	2.12	Normal
	K ⁺ (meq/100 g)	0.28	Medio
	Na ⁺ (meq/100 g)	0.67	Bajo
Suma de bases	13.14	-	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T (2013).

2.6. Análisis químico de gallinaza

Tabla 3:

Resultado del análisis de fertilidad de gallinaza

	% pH	% M.O	Análisis Químico					
			% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% Na
Resultado de análisis	7.54	58	3.21	2.6	2.3	7.21	0.89	0.28
Interpretación	Ligeramente alcalino	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T, 2013.

2.7. Aporte de nutrientes de suelo y gallinaza a la nutrición del cultivo

Mediante el análisis físico - químico del suelo y análisis químico de la gallinaza se tiene lo siguiente:

Tabla 4:

Aporte de nutrientes

Nutrientes	Aporte del Suelo	Aporte de la gallinaza	Total de Nutrientes	Requerimiento del cultivo	Diferencia
N Asimilable Kg.ha ⁻¹	17.26	202.23	219.49	312.00	92.51
P Asimilable Kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	22.66	39.00	61.66	85.00	23.34
K Asimilable Kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	103.11	193.20	296.31	380.00	83.69

En la tabla 4, se presentan los aportes de nutrientes suelo y la gallinaza respecto al Nitrógeno asimilable, P asimilable y K asimilable, y donde el suelo aportó 17.26 Kg.ha⁻¹ de N asimilable, fósforo asimilable 22.66 Kg.ha⁻¹ y potasio asimilable 103.11 Kg.ha⁻¹. El aporte de la gallinaza (30 ton.ha⁻¹) respecto al N asimilable fue de 202.23 Kg.ha⁻¹; 39.0 Kg.ha⁻¹ y 193.2 Kg.ha⁻¹ de fósforo y potasio asimilable respectivamente. De acuerdo a varios autores Los requerimientos de extracción promedios para una producción 100 ton.ha⁻¹ es de 312 – 85 – 380 kg.ha⁻¹. Los resultados descritos también muestran que existió una diferencia de NPK de 92.51 Kg.ha⁻¹, 23.24 Kg.ha⁻¹ y 83.69 Kg.ha⁻¹ respectivamente para poder suplir el requerimiento general propuesto por varios autores.

2.8. Metodología

2.8.1. Diseño y características del experimento

Se aplicó el diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales. La información obtenida en campo fue procesada con el Programa Estadístico SPSS 19, el cual utiliza el P-valor como indicador de diferencias estadísticas en la fuente de variabilidad bloques y tratamientos a niveles de confianza al 0.01 y 0.05. La prueba de rangos múltiples de Duncan a una $P \leq 0.05$ fue utilizada para determinar la existencia de diferencias estadísticas para los promedios de los tratamientos.

2.8.2. Características del campo experimental

Tabla 5:

Características del campo experimental

A nivel de bloques		
	Cantidad	U.M
Largo	36.5	m
Ancho	5	m
Área x bloque	182.5	m ²
Nº bloques	3	bloques
A nivel de tratamientos		
Largo	6.5	m
Ancho	5	m
Área x tratamiento	32.5	m ²
Nº tratamientos	15	unidades

2.8.3. Concentración del producto aplicado

Las dosis por ha⁻¹ están en función a la recomendación de la etiqueta del producto, según cuadro adjunto:

Tabla 6:
Concentración del producto

Tratamiento	L.ha ⁻¹	Fuente	Concentración Según Etiqueta
T1	0.5	Citrato de potasio - Oxido de potasio Soluble	73.20 % - 42.48 %
T2	1.0	Citrato de potasio - Oxido de potasio Soluble	73.20 % - 42.48 %
T3	1.5	Citrato de potasio - Oxido de potasio Soluble	73.20 % - 42.48 %
T4	2.0	Citrato de potasio - Oxido de potasio Soluble	73.20 % - 42.48 %
T0	Testigo	-	-

2.8.4. Dosis de aplicación de citrato de potasio por ha⁻¹

Tabla 7:
Dosis de producto por tratamiento

Tratamiento	L.ha ⁻¹ de Citrato de Potasio)	ml Citra Grow K Plus/aplic.	L/H ₂ O/ aplic.	*Kinetic (25 - 50 ml/200 L)	Nº Aplicaciones /trat.
T1	0.5	1.625	0.65	0.1625	4
T2	1.0	3.25	0.65	0.1625	4
T3	1.5	4.875	0.65	0.1625	4
T4	2.0	6.5	0.65	0.1625	4
T0	Testigo	-	-	-	-

**Coadyuvante, humectante, adherente, penetrante.*

2.8.5. Conducción del experimento

- **Limpieza del campo experimental**

Se inició el 20 de enero del 2013, actividad que consistió en el desmalezado y retiro de la cubierta vegetal del suelo, para tal fin se utilizó rastrillo, machete y palana.

- **Muestreo de suelo**

Para dicha actividad se utilizó palana, machete y bolsas de 1 kg, realizándose el 28 de diciembre del 2012, teniendo en cuenta que para 1 hectárea se debe tomar en promedio 20 submuestras (relación: 1/20); utilizando el método del zig – zag se obtuvieron 05 submuestras cuya profundidad de muestreo para el caso de hortalizas es a 20 cm, al término del submuestreo se mezcló el suelo, obteniéndose 1 kg de muestra representativa, se procedió al etiquetado y posterior envió al Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, para su análisis físico – químico.

- **Mullido del terreno**

Se realizó el 30 de enero del 2013. Se utilizó la labranza convencional que permitió remover el suelo para mejorar la estructura y la aeración, así mismo incorporar la materia orgánica al suelo.

- **Distribución de tratamientos por bloque**

La distribución de los tratamientos por bloques se ejecutó el 02 de febrero del 2013. En un área total de 620.5 m². Cada bloque consta de 36.5 m (largo) x 5 m (ancho) con una separación vertical entre bloques de 1 m y horizontal de 1 m. cada tratamiento cuenta con 6.5 m (largo) x 5 m (ancho). Haciendo un total de 03 bloques y 15 tratamientos (5 tratamientos por bloque). Se utilizó wincha de 20 metros, 2 rollos de rafia rojo, y 32 estacas.

- **Preparación del almácigo**

La siembra de la semilla de tomate Híbrido WSX 2205 F-1 en el almácigo se realizó el 20 de enero del 2013. Se utilizó 4 bandejas almacigueras de 192 celdas cada una, llenas de sustrato con Turba de Algas Marinas con perlitas de Premix a una profundidad de 1 cm.

- **Incorporación de materia orgánica**

Se aplicó e incorporó gallinaza en el terreno definitivo a razón de 30 tn.ha⁻¹. Esta actividad se desarrolló el 30 de enero del 2013.

- **Trasplante**

Se realizó el 10 de febrero del 2013 a 21 días después de germinación y emergencia de la semilla, cuando la altura de los plantines estuvo entre 15 – 20 cm aproximadamente. El distanciamiento utilizado fue de 1.20 m (entre hileras) x 0.60 m (planta a planta) en un área neta fue de 487.5 m² haciendo un total de 677 plantas.

El trasplante se realizó con el uso de un tacarpo, colocando las raíces cuidadosamente y presionando suavemente la plántula para darle firmeza.

- **Aplicación del fertilizante foliar**

El producto usado es CITRA GROW K PLUS (Citrato de potasio + ácidos húmicos) y fueron adquiridos de la empresa CONAGRA. Se programó y ejecuto 04 aplicaciones de fertilizante vía foliar a un intervalo de tiempo de quince días cada uno, iniciando la primera aplicación a los quince días después del trasplante (ddt) con la ayuda de una mochila de espalada de 20 L. La actividad se realizó en horas de la tarde, llegando a cubrir cuatro aplicaciones por tratamiento a excepción del testigo (T₀), en las siguientes fechas:

Etapas: Vegetativa

Se aplicó 15 días después del trasplante

Primera Aplicación : 15 de febrero del 2013

Etapas: inicio Floración

Segunda aplicación : 25 de febrero del 2013

Etapas: cuajado

Segunda aplicación : 11 de marzo del 2013

Etapas: maduración

Tercera Aplicación : 25 de marzo del 2013

- **Cosecha**

Se inició el 30/03/2013 hasta el 29/04/2013, empezando la cosecha y las evaluaciones cuando los primeros frutos han alcanzado su madurez fisiológica, las próximas 03 (tres) cosechas fueron a un intervalo de 8 – 10 días por un tiempo aproximado de 01 (un) mes; Se colectaron los frutos por separado, tanto en plantas evaluadas (10 plantas/tratamiento) como en las no evaluadas, y se procedió a tomar los datos respectivos a los frutos de cada tratamiento, según las variables estudiadas.

2.8.6. Variables evaluadas

- **Altura de planta**

Se evaluó semanalmente, tomando como referencia las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, midiéndose la altura en centímetros (cm) desde la base del tallo hasta el ápice de la planta o yema terminal, cuyo instrumento de medida fue una wincha metálica.

- **Numero de racimos florales**

Las evaluaciones se realizaron de acuerdo a la fenología del cultivo, empezando a los 45 días después del trasplante, así mismo, cada 15 días se realizó un conteo de los racimos florales de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Numero de flores por racimo**

Se contabilizó semanalmente haciendo el conteo de las flores de cada racimo floral de las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento para hacer las comparaciones pertinentes entre los tratamientos de las flores ya desarrolladas.

- **Diámetro del fruto**

Se evaluó teniendo en cuenta la etapa de fructificación (80 – 100 ddt). se realizó a los 80 ddt; en la primera y posteriores cosechas se evaluó el diámetro de cada fruto cosechado con la ayuda de un vernier de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Longitud del fruto**
Con la ayuda de un instrumento de precisión (vernier) se evaluó la longitud de cada fruto cosechado de las 10 plantas seleccionadas al azar.
- **Peso de fruto por planta y por tratamiento**
Usando una balanza de precisión, se pesó cada fruto cosechado de las 10 plantas seleccionadas de cada tratamiento.
- **Número de frutos cosechados por planta**
Se evaluaron contando el número de frutos cosechados por cada planta en cada unidad experimental (10 plantas centrales) y por tratamiento.
- **Análisis económico**
El análisis económico se realizó contando con la información del rendimiento ($Tn \cdot ha^{-1}$) en una densidad de Con una densidad de $13\ 889 \text{ plantas} \cdot ha^{-1}$, el costo de producción (S/.), el precio de venta (S/ por Tn) en el mercado local, el beneficio bruto (S/.) rendimiento por el precio de venta, el beneficio neto (S/.) Beneficio bruto menos el costo de producción, definiendo así la relación Beneficio – Costo (B/C) beneficio bruto entre el costo de producción y la rentabilidad (%) por cada tratamiento.

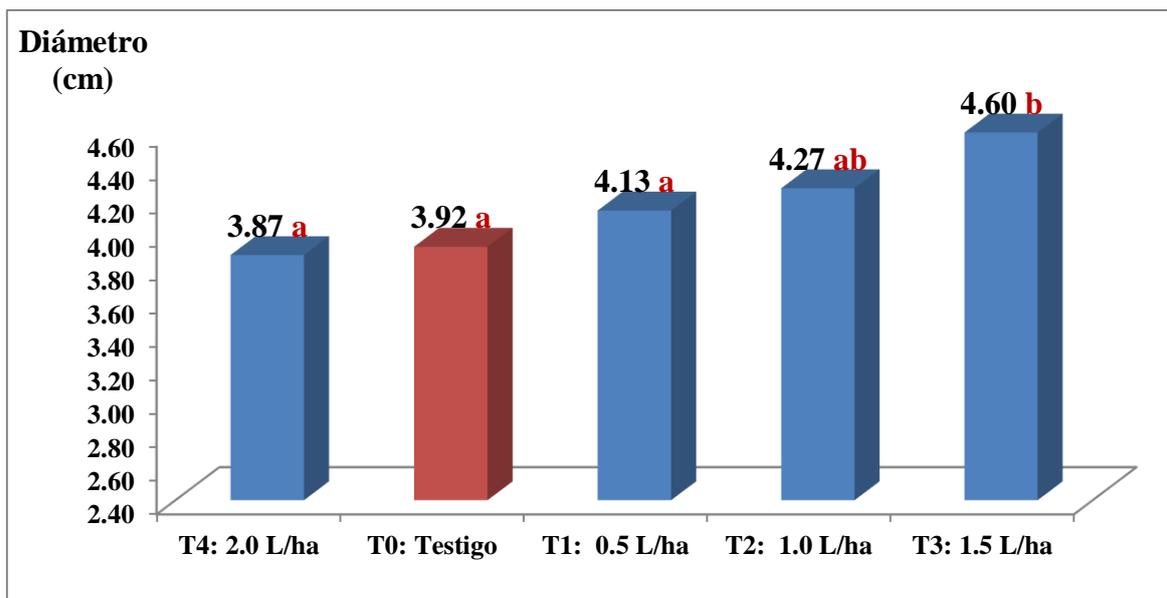
3.1.4. Diámetro del fruto

Tabla 11:

Análisis de varianza para el diámetro del fruto en cm.

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C	Sig. Del P-valor
Bloques	0.000	2	0.000	0.004	0.996 N.S.
Tratamientos	1.053	4	0.263	6.552	0.012 **
Error experimental	0.321	8	0.040		
Total	1.374	14			

$R^2 = 76.6\%$ Promedio = 4.16 C.V. = 4.81%



Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

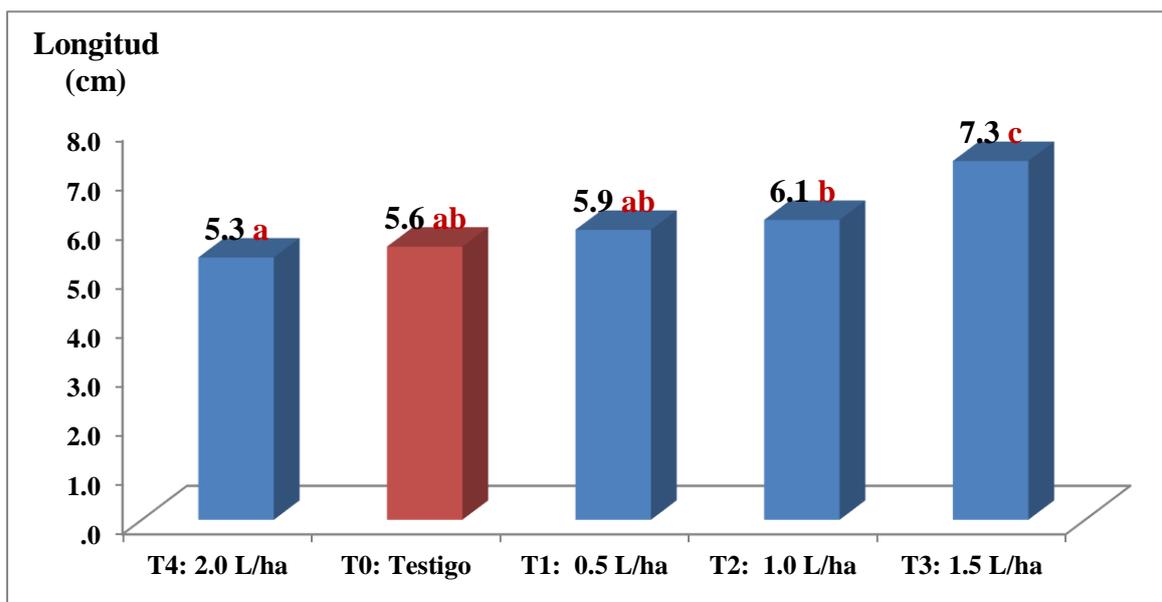
Figura 4: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro del fruto

3.1.5. Longitud del fruto

Tabla 12:

Análisis de varianza para la longitud del fruto en cm.

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C	Sig. Del P-valor
Bloques	0.114	2	0.057	0.640	0.553 N.S.
Tratamientos	7.017	4	1.754	19.742	0.000 **
Error experimental	0.711	8	0.089		
Total	7.842	14			
R ² = 90.9%		Promedio = 6.04		C.V. = 4.94%	



Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

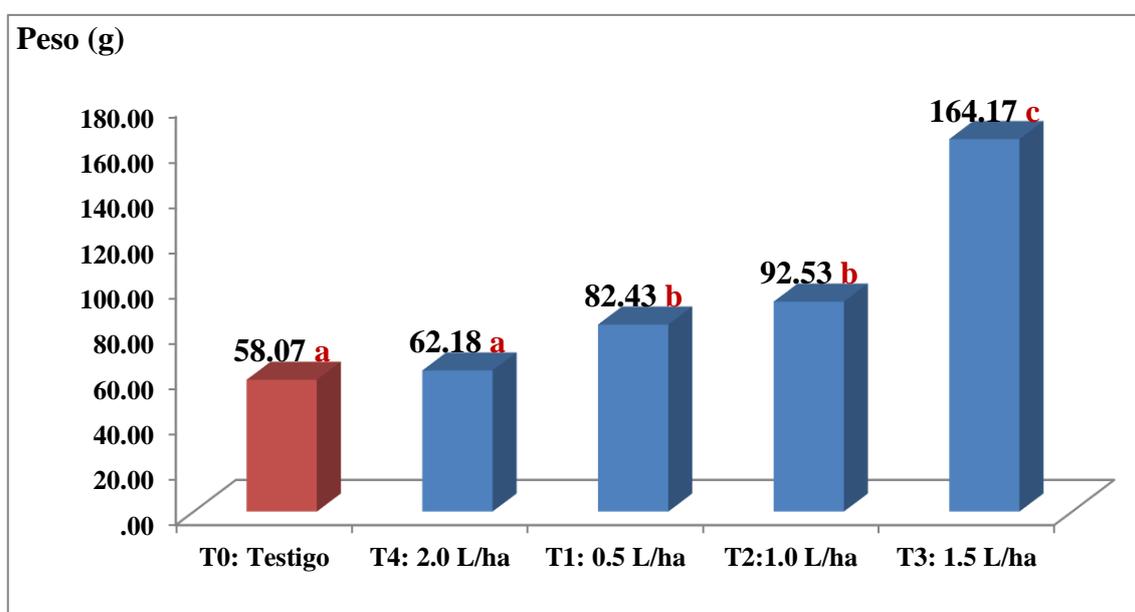
Figura 5: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto a la longitud del fruto

3.1.6. Peso del fruto (g)

Tabla 13:

Análisis de varianza para el peso del fruto en gramos

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C	Sig. Del P-valor
Bloques	252.370	2	126.185	4.250	0.055 N.S.
Tratamientos	22020.203	4	5505.051	185.396	0.000 **
Error experimental	237.547	8	29.693		
Total	22510.121	14			
R ² = 98.9%		Promedio = 91.88		C.V. = 5.93%	



Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

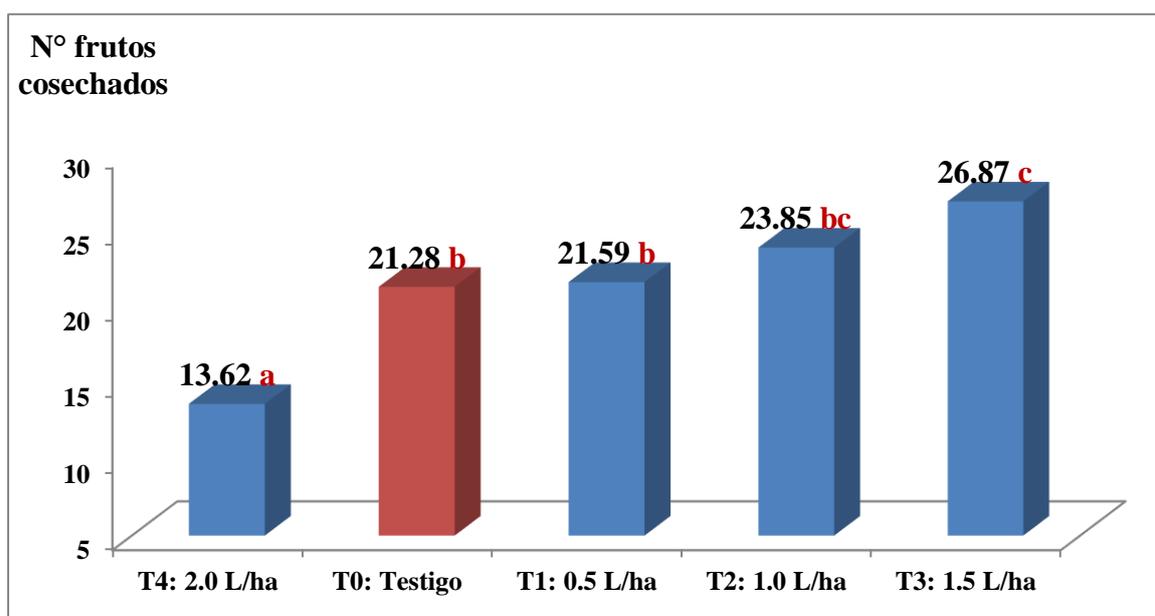
Figura 6: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al peso del fruto.

3.1.7. Número de frutos cosechados por planta

Tabla 14:

Análisis de varianza para el número de frutos cosechados (datos transformados por \sqrt{x}).

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C	Sig. Del P-valor
Bloques	0.107	2	0.053	1.951	0.204 N.S.
Tratamientos	3.753	4	0.938	34.333	0.000 **
Error experimental	0.219	8	0.027		
Total	4.078	14			
$R^2 = 94.6\%$		Promedio = 4.6		C.V. = 3.57%	



Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí

Figura 7: Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de frutos cosechados por planta.

3.1.9. Análisis económico

Tabla 16:

Análisis económico de los tratamientos estudiados

Tratamientos	Rdto (Tn.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x Tn (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Relación B/C	Rentabilidad (%)
T0 (testigo)	17.20	9 649.78	500.00	8 598.90	-1 050.88	0.89	-10.89
T1 (0.5 l.ha ⁻¹)	24.78	11 242.97	600.00	14 867.80	3 624.84	1.32	32.24
T2 (1 l.ha ⁻¹)	30.70	12 444.97	600.00	18 419.84	5 974.87	1.48	48.01
T3 (1.5 l.ha ⁻¹)	61.33	18 712.88	600.00	36 797.31	18 084.42	1.97	96.64
T4 (2 l.ha ⁻¹)	11.74	8 574.45	500.00	5 872.26	-2 702.19	0.68	-31.51

3.2. Discusión

3.2.1. De la altura de planta

El análisis de varianza (tabla 8) ha determinado la existencia de diferencias significativas ($P > 0.05$) para Tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 83.7% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la altura de la planta, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 12.7% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 1) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde los tratamientos T2 (1.0 l.ha⁻¹), T1 (0.5 l.ha⁻¹), T0 (testigo) y T3 (1.5 l.ha⁻¹) con promedios estadísticamente iguales entre sí de 99.5 cm, 99.5 cm, 95.3 cm y 92.5 cm de altura de planta, superaron estadísticamente al T4 (2.0 l.ha⁻¹) quien obtuvo un promedio de 59.7 cm de altura de planta.

Se evidencia que las aplicaciones de las dosis de Citrato de K, a excepción del tratamiento T4, fueron equilibradas que se complementó con la disponibilidad de nutrientes del suelo obteniéndose resultados semejantes. Al respecto Menguel y Kirkby (1980) y Marschner (1985), testifican que el potasio es considerado en la nutrición de los cultivos, como un macro nutriente esencial que favorece el crecimiento vegetativo, aunado a la disponibilidad de nutrientes del suelo (pH: 6.23), se consolidó su efecto; en aportar mayor crecimiento estructural de la planta (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T 2013).

Es posible también, que la aplicación de las diferentes dosis de Citrato de K, a excepción del tratamiento T4, tanto del potasio y de las sustancias húmicas que lo conforman, hayan estimulado la presencia de las enzimas, repercutiendo en una mayor protección del cultivo y por consiguiente repercutir para que se produzca mayor crecimiento. Al respecto muchos autores como Evans y Sorger (1966); Besford (1975) y Havlin *et al.*, (1999), admiten que el K^+ cumple un rol importante en la activación enzimática de las plantas. También autores como Bukvova y Tichy (1967); Vaughan (1969); Vaughan *et al.*, (1974); Stanchev *et al.*, (1975); Malcolm y Vaughn, (1979) y Nardi *et al.*, (2000), aceptan que las sustancias húmicas tienen relación con la activación de muchas enzimas. El Citrato de K, tiene efecto inmediato en los cultivos como fuente nutricional, translocador, desestresante y mejorador de las actividades metabólicas en la planta, congniciones importantes para traducir el efecto en la variable estudiada. (<http://www.agrohari.com.pe/detalleproducto.php?idsubcat=6&cat=13&nombre=NUTRIENTES%20FOLIARE>).

Al parecer la dosis foliar de Citrato de K aplicadas a las plantas crecidas en el tratamiento T4 fue excesiva, tuvo un efecto antagónico, probablemente el potasio tuvo un efecto negativo, no fue suficiente para incrementar y producir materia seca indispensable debido a la incompatibilidad con otros nutrientes (Laughli y Restad 1964) o en todo caso la generación de un bajo contenido proteico tuvo relación directa en la disminución de la fotosíntesis de la planta, debido a la reducción del área foliar (Huber, 1985) y la fijación neta de CO_2 (Ozbun *et al.*, 1965). También Rauthan y Schnitzer (1981) mencionan que las concentraciones elevadas de sustancias húmicas normalmente resultan inhibitorias en el desarrollo del cultivo.

La valoración efectuada, son razones fundamentales para indicar porque el tratamiento 4 obtuvo la menor altura de planta.

3.2.2. Del número de racimos florales

El análisis de varianza (tabla 9) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 92.1% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de racimos florales, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 3.58% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 2) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde los tratamientos T2 (1.0 l.ha^{-1}), T1 (0.5 l.ha^{-1}) y T3 (1.5 l.ha^{-1}) con promedios estadísticamente iguales entre sí de 20.43 racimos, 18.92 racimos y 18.4 racimos florales, superaron estadísticamente al T4 (2.0 l.ha^{-1}) quien obtuvo un promedio de 12.01 racimos florales. Al parecer dosis superiores a 1.5 l.ha^{-1} de Citrato de K afectaron no solamente a la altura de planta sino a la formación de racimos florales.

Todos los tratamientos estudiados fueron abonados con 30 t.ha^{-1} de gallinaza de postura, se prevé que, como consecuencia de la mineralización de la materia orgánica, se produjo incremento en la disponibilidad de macro y micro nutrientes en el suelo (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T, 2013). Con la aplicación de 1 l.ha^{-1} de Citrato de K, se obtuvo el mayor número de racimos florales, permitiendo inferir que la dosis de Citrato de K fue el complemento necesario que corrigió las deficiencias nutricionales del cultivo, aunado a los efectos de la gallinaza de postura, fomentaron un equilibrio nutricional dentro de la fisiología de la planta, incrementando el número de racimos florales. A pesar de que el nitrógeno fue bajo, según el análisis de suelo, resulta evidente, que la escasez en el abastecimiento de nitrógeno a la planta, aunque sea ligera, tiene una notable incidencia en el desarrollo y crecimiento de las plantas (Domínguez, 1989 y Figueroa, 1998). El nitrógeno fue un componente clave en enzimas, vitaminas, clorofila y otros constituyentes de las células. El fósforo tuvo un valor alto y fue un componente de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) y fue esencial para la

transferencia de energía dentro de la planta. Así que tiene un efecto directo en el rendimiento y la calidad (Figueroa, 1998). El potasio fue medio y fue el que mantuvo el equilibrio iónico y el estatus hídrico dentro de la planta. Está involucrado en la producción y transporte de azúcares, activación enzimática, fotosíntesis y síntesis de proteínas (Takahashi, 1960; Laughli y Restad, 1964; Tisdale, 1967; Sham, 1968 y; Malvota, 1970).

Si bien es cierto que dosis desde 0.5 hasta 1.5 l.ha⁻¹ de Citrato de K han influenciado en el número de racimos florales en el cultivo de tomate, es necesario indicar que el balance y cantidad absoluta de nutrientes en suelo puede afectar su disponibilidad y por ende afecta el crecimiento y desarrollo de los cultivos, en tal sentido. El azufre (S) y el potasio (K) son dos de los nutrientes para las plantas más ligados a la calidad de los cultivos hortícolas.

La absorción del ión sulfato (SO₄⁼) y del catión K⁺ por la planta se ve influida por otros iones como son el ión amonio (NH₄⁺). Así, la fertilización con S y K está en correspondencia con los niveles de otros elementos nutritivos para las plantas; de ahí la importancia del balance y la cantidad absoluta de estos que se apliquen como fertilizante (Allway and Thomson 1966; Amberger 1979). Por lo que la aplicación de 2 l.ha⁻¹ de Citrato de K ha generado un desbalance nutricional en el cultivo afectando el desarrollo del número de racimos florales.

En resumen, el mayor número de racimos florales ocurridas en las plantas crecidas en el tratamiento 2 tuvo directa relación con el contenido de potasio y las sustancias húmicas del Citrato de K más la adición del efecto de 30 t.ha⁻¹ de gallinaza de postura.

3.2.3. Del número de flores por racimo

El análisis de varianza (tabla 10) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para tratamientos. El coeficiente de determinación (R²) explica en un 65.0% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de flores por racimo, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 5.72% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 3) si ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 6.12 flores por racimo, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T1 (0.5 l.ha⁻¹) y T2 (1l.ha⁻¹) con promedios de 5.38 flores y 5.32 flores por racimo respectivamente, superando estadísticamente solo a los tratamientos T0 (testigo) y T4 (2.0 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 4.78 flores y 4.42 flores por racimo respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l.ha⁻¹ de citrato de K, afectan el desarrollo o formación del número de flores por racimo.

La mayor cantidad de flores registradas en el tratamiento T3, estuvo relacionado por las incidencias de las condiciones edafoclimáticas (Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA – UNSM – T, 2013 y SENAMHI, 2013) y por la aplicación de Citrato de K (http://www.plmlatina.com.pe/deaq/src/productos/5188_28.htm). La evaluación de esta variable, contribuyó a fortalecer la tasa fotosintética, a producir mayor producción de fotosintatos y por consiguiente sirvió para incrementar la mayor cantidad de flores, coincidiendo las afirmaciones con Ozbun *et al.*, (1965); Huber (1985); Deliparthy *et al.*, (1994) y Marchner (1997).

El potasio es absorbido como ion potásico K⁺ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico magnésico (Tisdale y Nelson, 1982). Llega a las raíces de las plantas por transporte en la solución del suelo y su concentración determina cuanto potasio alcanza las raíces en un momento dado. Se debe conocer que los niveles de potasio soluble del suelo son solamente indicadores de disponibilidad momentánea. Para la exitosa producción de cultivos es más importante que se mantenga la concentración de potasio en la solución del suelo a un nivel satisfactorio a través del ciclo de cultivo (Ramírez, 1991).

3.2.4. Del diámetro del fruto

El análisis de varianza (tabla 11) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P<0.05$) para tratamientos. El coeficiente de

determinación (R^2) explica en un 76.6% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el diámetro del fruto, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 4.81% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 4) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l.ha^{-1}) obtuvo el mayor promedio con 4.6 cm de diámetro del fruto, siendo estadísticamente igual al tratamiento T2 (1 l.ha^{-1}) quien alcanzó un promedio de 4,27 cm de diámetro promedio del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T1 (0.5 l.ha^{-1}), T0 (testigo) y T4 (2.0 l.ha^{-1}) quienes alcanzaron promedios de 4.13 cm, 3.92 cm y 3.87 cm de diámetro promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l.ha^{-1} de citrato de K, afectan el desarrollo del diámetro del fruto.

El mayor diámetro del fruto ocurridas en las plantas crecidas en el tratamiento T3 estuvo relacionado por los roles esenciales que tiene el potasio en la síntesis de proteínas, en el proceso fotosintético y en el transporte de azúcares desde las hojas a los frutos y en la producción (SQM, 2006). Un adecuado suministro de potasio permite mantener la función de las hojas a lo largo del desarrollo de los frutos y contribuir al aumento del rendimiento y acumulación de sólidos solubles en frutos (principalmente azúcares) en el período de cosecha (SQM, 2006). El potasio contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y, por consiguiente, a su presión de turgencia. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, de tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a los órganos de almacenamiento (Marschner, 1995). Respuestas contundentes para inferir porque en el tratamiento T3, se obtuvo mayor diámetro del fruto.

Sin embargo, a partir de la respuesta del cultivo a la combinación de nutrientes (aplicados y los encontrados dentro del suelo) ha generado una interacción negativa, presentado antagonismo cuando se aplicó dosis mayores.

3.2.5. De la longitud del fruto

El análisis de varianza (tabla 12) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 90.96% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre la longitud del fruto, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 4.94% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 5) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l. ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 7.3 cm de longitud promedio del fruto, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T2 (1.0 l. ha⁻¹), T1 (0.5 l. ha⁻¹), T0 (testigo) y T4 (2.0 l. ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 6.1 cm, 5.9 cm, 5.6 cm y 5.3 cm de longitud promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l. ha⁻¹ de citrato de K, afectan el desarrollo en longitud del fruto.

De hecho, cultivos con un alto contenido de potasio muestran generalmente una mejor eficiencia de uso del agua, es decir, consumen relativamente menos agua que cultivos con menores contenidos de potasio para producir la misma biomasa. Adicionalmente el potasio está involucrado en el proceso de maduración de frutos, así como en la síntesis de pigmentos como el licopeno, el que es el responsable del color rojo en los frutos de tomate. El potasio además promueve altos contenidos de ácidos, lo que es esencial para el buen sabor de los frutos (SQM, 2006).

3.2.6. Del peso del fruto

El análisis de varianza (tabla 13) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 98.9% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el peso del fruto, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.) con 5.93% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo (Calzada, 1982).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 6) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l.ha^{-1}) obtuvo el mayor promedio con 164.17 g de peso promedio del fruto, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T2 (1.0 l.ha^{-1}), T1 (0.5 l.ha^{-1}), T4 (2.0 l.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes alcanzaron promedios de 92.53 g, 82.43 g, 62.18 g y 58.07 g de peso promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l.ha^{-1} de citrato de K, afectaron el desarrollo en peso del fruto.

3.2.7. Del número de frutos cosechados por planta

El análisis de varianza (tabla 14) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P<0.05$) para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 94.6% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el número de frutos cosechados por planta, por otro lado, el Coeficiente de variación (C.V.) con 3.57% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 7) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l.ha^{-1}) obtuvo el mayor promedio con 26.87 frutos promedio cosechados por planta, siendo estadísticamente igual al T2 (1.0 l.ha^{-1}), quien obtuvo un promedio de 23,85 frutos cosechados por planta y superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T1 (0.5 l.ha^{-1}), T0 (testigo) y T4 (2.0 l.ha^{-1}) quienes alcanzaron promedios de 21.59 frutos, 21.28 frutos y 13.62 frutos promedio cosechados por planta respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l.ha^{-1} de citrato de K, afectaron la formación de frutos por planta.

3.2.8. Del rendimiento

El análisis de varianza (tabla 15) ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas ($P<0.05$) para tratamientos. El coeficiente de determinación (R^2) explica en un 98.9% el efecto que han tenido los tratamientos estudiados sobre el rendimiento, por otro lado, el coeficiente de variación (C.V.)

con 8.83% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de campo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para los promedios de tratamientos (figura 8) ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el tratamiento T3 (1.5 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor promedio con 61 320.85 kg.ha⁻¹ de rendimiento promedio, superando estadísticamente a los tratamientos T2 (1.0 l.ha⁻¹), T1 (0.5 l.ha⁻¹), T0 (testigo) y T4 (2.0 l.ha⁻¹) quienes alcanzaron promedios de 30 699.74 kg.ha⁻¹, 24 779.67 kg.ha⁻¹, 1 197.81 kg.ha⁻¹ y 11 744.51 kg.ha⁻¹ de rendimiento promedio respectivamente. La evaluación de esta variable también detectó que dosis superiores a 1.5 l. ha⁻¹ de citrato de K, afectaron el rendimiento en kg. ha⁻¹.

Se ha evidenciado que la aplicación de citrato de Potasio resultó en efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de tomate cuando se aplicó entre 0.5 y 1.5 l.ha⁻¹ de Citrato de K, sin embargo, el incremento de las dosis de Citrato de Potasio no han reflejado un incremento secuencial y lógico del incremento del rendimiento cuando se aplicó 2.0 l.ha⁻¹, por lo que este resultado también se explica debido a la compleja naturaleza de las relaciones entre el crecimiento, las concentraciones de potasio en la planta y en el suelo y su potencial de asimilación y su balance nutricional con otros nutrientes. Los resultados también pudieron deberse a la acción de la materia orgánica (gallinaza) aplicada a razón de 30 tn.ha⁻¹, puesto que Kalmás y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), quienes señalan que la materia orgánica actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica, siendo este último un indicador de mejoramiento de la fertilidad natural de los suelos a través del incremento de la población y respiración microbiana, incrementándose así la eficiencia de los fertilizantes minerales, tal como lo indica Guerra *et al.*, (1995).

Sin embargo, no podemos dejar de indicar que la materia orgánica aplicada al suelo pasa por un proceso de mineralización y humificación, la cual es una función de la humedad y temperatura del suelo, estas condiciones generan la producción de ácidos húmicos, los cuales incrementan la permeabilidad de la membrana,

favoreciendo la asimilación radical de los nutrientes, favoreciendo además la translocación de los macro y microelementos dentro de la planta mejorando la nutrición de esta, acelerando el proceso fotosintético e incrementando la clorofila por lo que la producción aumenta favorablemente, Flores (1993) citado por Pimienta (2004), sostiene que las sustancias húmicas influyen directamente en el crecimiento de las plantas, así que podríamos sostener también que los ácidos húmicos también contribuyeron a incrementar el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate en la solución nutritiva.

La importancia en la producción de cultivos de las interacciones nutrimentales, es un reflejo indirecto de su contribución al rendimiento, investigaciones al respecto muestran que los más altos rendimientos han sido obtenidos donde los nutrientes y otros factores del crecimiento están favorablemente balanceados, cuando uno se aleja de ese estado los antagonismos se reflejan en reducción del rendimiento; las interacciones antagonistas y sinergistas están determinadas por el nivel de cada nutriente en el suelo y la especie de la planta y algunas veces entre cultivares de la misma especie, en suma, la física, química y las propiedades biológicas del suelo también cambian los patrones de las interacciones de nutrientes en las plantas. El mejor entendimiento de esas propiedades del suelo nos puede conducir a reducir las interacciones negativas y a hacer más eficiente la producción de los cultivos. Aunque han sido reportados muchos estudios, las interacciones no están completamente caracterizadas. Las interacciones entre macro y micronutrientes necesitan más estudio y caracterización, especialmente bajo condiciones de campo (Fageria y Baligar, 1999).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas más importantes del mundo en superficie cultivada y volumen de producción (FAO, 2011). Su cultivo ha tenido una gran evolución tecnológica, tanto en sistemas de producción como en mejoramiento genético (Grandillo et al., 1999). La producción de tomates representa cerca del 33% de la producción hortícola mundial. En el año 2000, alcanzó un volumen total de 107.316.000 toneladas y en el año 2007 fue de 129 942.416 toneladas; el área de cultivo se ha incrementado en 18.8%, al pasar de 3 892.820 hectáreas a 4 643.957 hectáreas en el periodo anteriormente mencionado. Los mayores productores son China, Estados Unidos, India y Turquía. En sur

América se cultivan aproximadamente 137.991 hectáreas (FAOSTAT, 2009). Estas características definen el potencial genético del cultivo de tomata a nivel mundial, pasando por diversos procesos de manejo agronómico en pos de mejorar su rendimiento y productividad, mejoramiento genético y adaptación los diferentes ecosistemas globales.

3.2.9. Del análisis económico

El análisis económico de los tratamientos (tabla 16), está construido sobre el rendimiento obtenido, el costo de producción y el precio de venta calculado en S/ 500.00 y S/. 600.00 nuevos soles por tonelada para frutos pequeños y grandes respectivamente, de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda.

El tratamiento que obtuvo una mayor relación beneficio – costo (B/C) y por ende mayor beneficio neto es el T₃ (1.5 l.ha⁻¹), es decir que por cada sol invertido se genera una ganancia de 0.97 Nuevos soles cuyo beneficio neto es de S/ 18 084.42 nuevos soles; seguido del T₂ (1 l.ha⁻¹) con 0.48 N.S. un beneficio neto de S/ 5 974.87 nuevos soles y el T₁ (0.5 l.ha⁻¹) con 0.32 N.S. obteniendo un beneficio neto de 3 624.84; finalmente el tratamiento con menor relación beneficio – costo (B/C) es el T₄ (2 l.ha⁻¹) es decir que por cada sol que se invierte, solo se recupera 0.68 N. S obteniendo un beneficio neto negativo de -2 702.19 seguido del T₀ (testigo) con 0.89 N.S. también con un beneficio neto negativo de S/ -1 050.88 respectivamente.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y las discusiones de las mismas bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 7.1.** El tratamiento T₃ (1.5.0 l.ha⁻¹) obtuvo el mayor rendimiento promedio con 61, 328.85 kg.ha⁻¹; un promedio de frutos cosechados por planta de 26.87; peso promedio del fruto por planta de 164.16 g; diámetro promedio de frutos de 4.60 cm y una longitud promedio del fruto de 7.3 cm respectivamente, superando estadísticamente a los demás tratamientos.

- 7.2.** Dosis superiores a 1.5 l.ha⁻¹ de citrato de K, afectaron el rendimiento en kg.ha⁻¹, la formación de frutos por planta, peso, longitud y diámetro del fruto, numero de racimos, número de flores por racimo y altura de planta.

- 7.1.** Con la aplicación de 1.5 l.ha⁻¹ (T₃) de Citrato de Potasio se obtuvo el mayor B/C con 1.97 y un beneficio neto de S/. 18 084.42 nuevos soles por hectárea, seguido de los tratamientos T₂ (1 l.ha⁻¹), T₁ (0.5 l.ha⁻¹) quienes obtuvieron valores B/C de 1.48; 1.32 con beneficios netos de S/. 5 974.87; S/. 3 624.84 nuevos soles respectivamente. El tratamiento T₄ (2.0 l.ha⁻¹) reportó un valor de B/C de 0.68 con un beneficio neto negativo de S/ - 2 702.19 nuevos soles, finalmente el T₀ (testigo) reporto un valor de B/C de 0.89 N. S con un beneficio neto negativo de S/ -1 050.88.

RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio y el cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum*) HIBRIDO WSX 2205 F-1 y dado los resultados obtenidos, se recomienda:

- 8.1.** La aplicación de 1.5 l.ha⁻¹ de Citrato de K por haberse obtenido un promedio de 61 320.85 kg. ha⁻¹ de rendimiento, hasta 26.87 frutos por planta y 164.16 g de peso promedio del fruto.

- 8.2.** La primera recomendación se respalda mejor debido al valor B/C obtenido con 1.97 y un beneficio neto de S/. 18 084.42 nuevos soles por hectárea y campaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arteaga, Mayra; Garcés, N.; Guridi, F.; Pino, J. A.; López, A.; Menéndez, J. L.; Cartaya, O.; (2006). Evaluación de las Aplicaciones Foliars de Humus Líquido en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Var. Amalia en condiciones de producción. cultivos tropicales, sin mes, 95-101. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215825015.pdf>
2. Casseres, E. (1980). Producción de Hortalizas, Tercera Edición, Editorial IICA, Costa Rica, 387 pp. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9249e/A9249e.pdf>
3. Centa (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). (1996). Guía Técnica Programa de Hortalizas y Frutales, Cultivo de Tomate, San Andrés, La Libertad El Salvador, C.A. Recuperado de: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>
4. Ciampitti I.A. y García, F. O. (2007). Requerimientos nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II. Hortalizas, Frutales Y Forrajeras. Archivo Agronómico N° 12, Marzo 2007. Recuperado de: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/\\$FILE/AA%2012.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B0EE369040F863003257967004A1A41/$FILE/AA%2012.pdf)
5. Reyes Tigse, Colón Alfredo (2009). Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon Esculentum* mill.) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar. Tesis. En el Cantón La Libertad". Recuperado de: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/963/1/P-SENESCYT-0032.pdf>
6. Corporación Misti, (2012). Requerimientos nutricionales de cereales, tuberosas y raíces, oleaginosas, tropicales, frutales y hortalizas. Recuperado de: www.misti.com.pe

7. Escalona C. V.; Alvarado V. P.; Monardes M. H; Urbina Z. C y Martin B. A. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). Recuperado de: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf
8. Inpofos, (2002). Archivo Agronómico No. 3. Requerimientos Nutricionales de los Cultivos. Recuperado de: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf)
9. Meléndez, G. y Molina, E. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. centro de investigaciones agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliare. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilización%20Foliar.pdf>
10. Meléndez y Molina, E. (2003). Fertilizantes: Características y Manejo. San José, Costa Rica, 139 p.
11. Menezes, J. (1992). “Producción de Tomate en América Latina y El Caribe. FAO. Santiago-Chile.
12. Pérez S, R. P. y Pelaez R, J. L. (2016). Dosis de tri hormona orgánico con micro nutrientes (auxicrop) en el rendimiento del cultivo de un ecotipo de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill.), en el distrito de lamas - región San Martín. Tesis de pregrado FCA UNSM-T. 43 p.
13. Saravia, F. (2004). “Elaboración de Curvas de Absorción de Nutrientes para la Variedad de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) Alboran Bajo Condiciones de Invernadero en Zamorano, Honduras”. Honduras.
14. Quesada Roldán, Gustavo; Bertsch Hernández Floria, (2013). Obtención de la curva de extracción nutrimental del híbrido de tomate FB-17 Terra Latinoamericana, vol. 31, núm. 1, enero-marzo, 2013, pp. 1-7 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Recuperado De: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57327411001.pdf>

15. Hernández Díaz, M.I.; Chailloux Laffita, M; Moreno Placeres, V. y Ojeda Velóz, A. (2011). Caracterización del crecimiento y la absorción de Macronutrientes en el cultivo protegido del tomate (Hibrido HA 3019). Recuperado de: <http://www.buscagro.com/biblioteca/Maria-Isabel-Hernandez-Diaz/Cultivo-de-tomate-hibrido-protegido.pdf>
16. Jaramillo N. J. E.; Rodríguez, V. P.; Guzmán A, M; Zapata C. M. A. (2006). El Cultivo De Tomate Bajo Invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mili). Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro De Investigación "La Selva", Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia. Boletín Técnico 21. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural. 48 Páginas. Recuperado De: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3824/1/022.pdf>.
17. González, Víctor y Pomares, F. (2008). La Fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Recuperado de: <https://www.agroecologia.net/recursos/documentos/manuales/manual-fertilizacion-fpomares.pdf>
18. Harmen Tjalling Holwerda (M.Sc.), (2006). Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad. tomate. SQM S.A. Recuperado De: http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf
19. Rodríguez Ortiz, J.C. (1998). Efecto del nitrógeno, fosforo y potasio en el crecimiento KY producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentun* Mili) Var. Floradade. Tesis, Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/6389/1/1080098287.PDF>
20. Gloria Meléndez y Eloy Molina, (2003). Fertilizantes: características y manejo. Centro De Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf>

21. Villegas Torres, O.G.; Sánchez García, P.; Baca Castillo, G.A.; Rodríguez Mendoza, M.N.; Trejo, C.; Sandoval Villa, M.; Cárdenas-Soriano, E., (2005). Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico. *Terra Latinoamericana*, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 49-56 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57323107.pdf>
22. Sabino Prates, H., J. Lavres Junior E. M. Ferreira De Moraes. 2006. Azufre Como Nutriente Y Agente De Defensa Contra Plagas Y Enfermedades. *Informaciones Agronómicas* 115:8-9. IPNI, Brasil.
23. Juan Pablo Horna Gutiérrez, (2013). Tesis: "Aplicación Foliar De Potasio En Sandía (Citrullus Lanatus) Cv. Black Fire Bajo Las Condiciones Del Valle De Cañete". Recuperado: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1998/F04.H67-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. García, K.K, (2015). Tesis: "Efecto de cuatro dosis de citrato de potasio en el cultivo de pepinillo (Cucumis Sativus L.) Torneo 143 Hyb MoS F-1. En el Distrito de Lamas". Recuperado De: Http://Repositorio.Unsm.Edu.Pe/Bitstream/Handle/11458/611/Tfca_145.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y
25. Hidalgo González, Julio César; Alcántar González, Gabriel; Baca Castillo, Gustavo A.; Sánchez García, Prometeo; Escalante Estrada, J. Alberto; (1998). Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad en tomate. *Terra Latinoamericana*, abril-junio, 143-148. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/573/57316205/>
26. José Cosme Guerrero Ruiz, (2012). Efectos de la utilización de ácidos húmicos en calidad y rendimiento. Recuperado de: http://www.infofrut.com.ar/index.php?view=article&catid=3&id=1582%3AAcidos-humicos-en-tomate-pimiento-y-pepino&format=pdf&option=com_content

27. Terry Alfonso, Elein; Leyva Galán, Angel; Ruiz Padrón, Josefa; Díaz de Armas, María Margarita; (2009). Biostan. Un producto natural con efectividad biológica en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon* L.). Revista CENIC. Ciencias Biológicas, Mayo-Agosto, 89-92. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221568002>
28. Miguel Antonio Piña Alva, (2013). "Influencia de cuatro dosis de gallinaza de postura en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus Vulgaris*) Variedad Huasca Poroto Huallaguino empleando el sistema de espaldera en el distrito de Lamas". Recuperado De: Http://Repositorio.Unsm.Edu.Pe/Bitstream/Handle/11458/556/Tfca_09.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y
29. Willy Rojas Montoya, (2013). "Cuatro dosis de materia orgánica (Gallinaza De Postura), en el cultivo de cebolla china (Var. Roja Chiclayana). En la Provincia de Lamas". Recuperado De: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/677/TFCA_75.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. (1986). Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science*, 66:731-736.
31. Ayuso, M., Hernández, T., García, C. (1996). Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. *J. Sci. Food Agric.*, 72:461-468.
32. Azabache, L. A. (2003). "Fertilidad de suelo para una agricultura sostenible". Lima – Perú, Pág. 167.
33. Bertsch F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, ACCS-Universidad de Costa Rica-CIA. pág. 62-105.10.
34. Canarutto, S., Pera, A., La Marca, M., Vallini, G. (1996). Effects of humic acids from compost-stabilized green waste or leonardite on soil shrinkage and microaggregation. *Compost Science and Utilization*. 4(4):40-46.

35. Conti, M. (2000). Dinámica de la Liberación y fijación de Potasio en el Suelo. Archivo Agronómico No 4, Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N° 8. INPOFOS. Acassuso, Buenos Aires, Argentina.
36. Daliparthi, J.; Barker, A. V. and Mondal, S. S. (1994). Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. *J. Plant Nutr.* 17:1859–1886.
37. Díaz-Romeu, R., y Balerdi, F. (1967). Determinación de la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Turrialba, IICA, 1967. 3 P.
38. Dhindsa, R, C., C. A. Beasley and I. P. Ting. (1975). Osmoregulation in cotton fiber. *Plant Physiology* 56:394-398.
39. Evans, H. J. and G. J. Sorger. (1966). Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 17: 47-86.
40. FAO. (2007). Manual Técnico. “Buenas Prácticas Agrícolas. La producción de tomate bajo condiciones protegidas”. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>.
41. Gallardo, J. F. (1980). El Humus. *Investigación y ciencia.* 46:8-16.
42. Guminsky, S., Sulej, J., Glabiszewski, J. (1983). Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae.* 52:149-164.
43. International Plant Nutrition Institute (IPNI 2007). Requerimientos Nutricionales Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes secundarios. Hortalizas, Frutales y Forrajeras. Recuperado de: [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/3971cbcc1d02f416032573fb0063aa92/\\$FILE/Ciampitti-Garcia%20- Requerimientos.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/3971cbcc1d02f416032573fb0063aa92/$FILE/Ciampitti-Garcia%20- Requerimientos.pdf)
44. Kaiser, W. M. (1982). Correlaiion between changes in photosyntheic activity and changes in total protoplast volume in leaf tissue from hygromeso-, and xerophytes under osmotic stress. *Planta.*154:538–545.

45. Larios, R. M. C. García. (1999). Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y fertilizante mineral en el cultivo del maíz. Tesis Ing. Agron. U.N.A. Pág. 28.
46. Liebhardt, W. C. (1969). Effect of potassium on carbohydrate metabolism and translocation. In: *The Role of Potassium in Agriculture*. Ed. By V. J. Kilmer, S. E. Younts and N. C. Brady Amer. Soc. of Agron. 147-163 p.
47. Lizarazo, L. M. (2001). Incidencia de sustancias húmicas comerciales sobre microorganismos del suelo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
48. Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2a edición. Editorial Academic Press Limited. London. pp. 21-40.
49. Marshall, W., Reyes, R., Uña, F., Corchado, A. & Delgado, A. (1998). Ceba ovina sobre la base de heno, miel-urea y suplementación con gallinaza. Digestibilidad y balance de nitrógeno. *Rev. Prod. Anim.* 10:33.
50. Menguel, K. and Kirkby. (1980). Potassium in crop production. *Adv. Agron* 3: 59-110.
51. Moguel, Y., Cantón, J.G., Sauri, E. & Castellanos, A.F. (1995). Contenido de algunos macro y micro minerales en las deyecciones avícolas en Yucatán. *Téc. Pec. Méx.* 33:100.
52. Opazo, A. J. D. y Razeto M. B. (2000). Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de fruta en naranjo cv. Valencia. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Casilla 104. Santiago, Chile. *Agricultura Técnica*. ISSN 0365-2907.
53. Osaki, M., Shinano and T. Tadano. (1993). Effect of nitrogen, phosphorus, or potassium deficiency on the accumulation of ribulose-1,5-biphosphate carboxylase/oxigenase and chlorophyll in several field crops. *Soil Sci. Plant Nutr.* 39: 417-425.

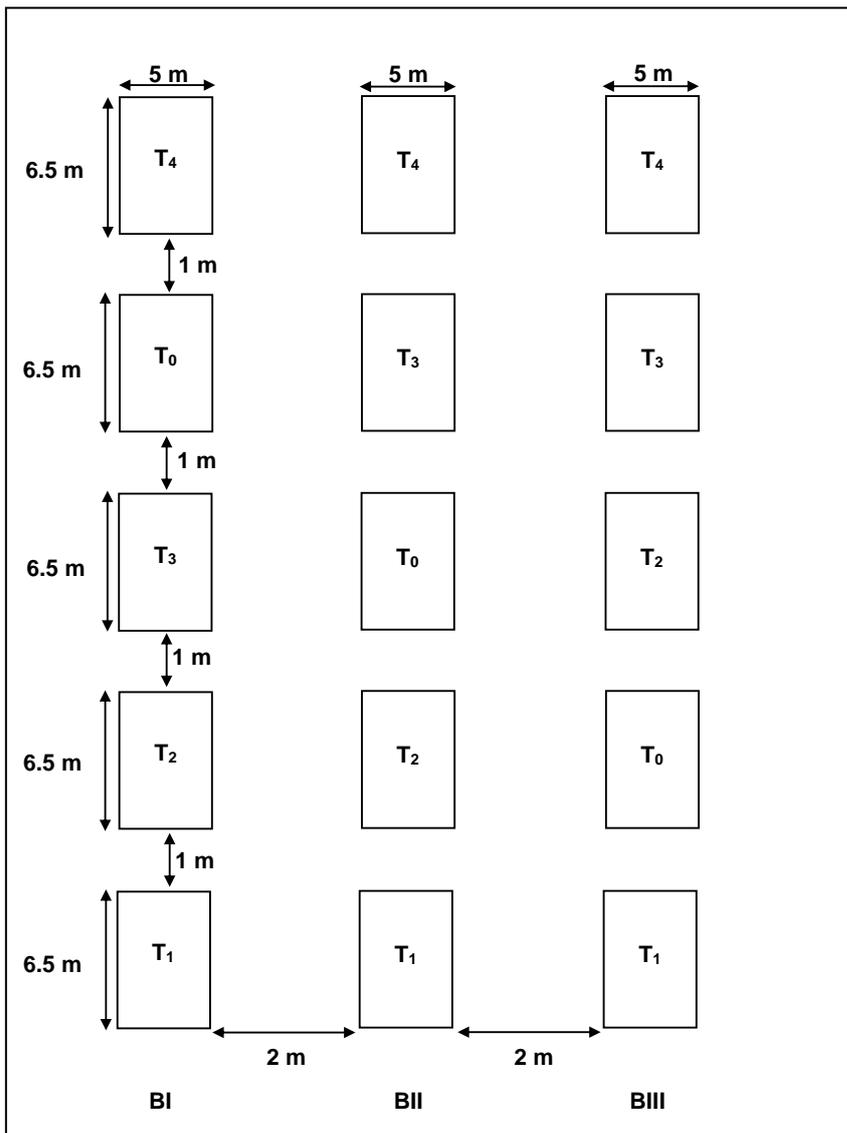
54. Pérez, G. M.; Márquez, S. F. y Peña, L. A. (1997). Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 380 p.
55. Ramos, R. (2000). Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
56. Rincón, S. L. (2003). La fertilización del tomate y del pimiento grueso. Centro de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CIDA). Estación Ciricícola, p 40.
57. Rodríguez, H.; Muñoz, S. & Alcorta, E. (2006). El Tomate Rojo: Sistema Hidropónico. México D.F.: Trillas.
58. Sendra, J. B. (1996). Fertilización del arroz. Horticultura. Agric. Vergel. N° 12: 244.
59. Stevens, M. A.; Rick, C. M. (1986). Genetics and Breeding. En <<Atherton, J.G. And SQM. (2006). SQM Crop Kit Tomato.
60. Vallejo, F.A. (1999). Mejoramiento genético y producción de tomate en Colombia. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 216 p.

ANEXOS

Anexo 2: Presupuesto y financiamiento

Variedad : Tomate Híbrido wsx 22055
 Densidad De Siembra : 1.20 m x 0.60 m
 Época De Siembra : Todo el Año.
 Periodo Vegetativo : 100 - 120 días.

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Preparación del Terreno					
- Limpieza	Jornal	04	20,00	80,00	680,00
- Alineamiento	Jornal	02	20,00	40,00	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	08	70,00	560,00	
3. Siembra	Jornal	08	20,00	160,00	160,00
4. Almacigo	Jornal	05	20,00	100,00	100,00
5. Labores culturales					
- Deshierbo	Jornal	20	20,00	400,00	680,00
- Abonamiento	Jornal	04	20,00	80,00	
- Riegos	Jornal	10	20,00	200,00	
6. Cosecha	Jornal	40	20,00	800,00	800,00
7. Trasp. Y comer.	kg	15000.00	0.10	1500.00	1500.00
8. insumos					
- Semillas	Kg	01	2400,00	2400,00	2400.00
9. Materiales					
- Machetes	Unidad	02/05	10,00	04,0	12.00
- Palanas	Unidad	02/05	20,00	08,0	08.00
Sub. Total					6340.00
- Imprevistos (5% del C.D)					256.50
- Leyes sociales (50% m.o)					1210.00
Costo Total					7806.50

Anexo 3: Detalle de la parcela experimental

Anexo 4: Datos de campo

Bloques	Trats	Altura de planta	N° de rac. Florales	N° Rac Florales (transformado)	N° de flo. Por rac.	N° Flores/racimo (transformado)	diametro de fruto (cm)	longitud de fruto (cm)	Peso de fruto (g)	frutos coechad.	N° Frutos cosechados (transformado)	Rdto (Kg/ha)
I	1	79,2	18.40	4,29	5.30	2,30	4,00	5,80	78.64	20.10	4.48	21953.84
II	1	105,1	20.40	4,52	6.00	2,45	4,30	6,00	82.18	21.80	4.67	24883.74
III	1	114,3	18.10	4,25	4.90	2,21	4,10	5,90	86.47	22.90	4.79	27501.43
I	2	82,3	21.30	4,62	5.10	2,26	4,50	5,90	85.23	23.40	4.84	27699.97
II	2	103,3	20.40	4,52	5.85	2,42	4,30	6,30	90.68	23.10	4.81	29093.40
III	2	113,0	19.50	4,42	5.00	2,24	4,00	6,10	101.68	25.00	5.00	35305.84
I	3	75,2	17.50	4,18	6.20	2,49	4,60	7,30	165.98	25.00	5.00	57632.41
II	3	97,3	18.60	4,31	5.40	2,32	4,40	6,90	152.73	27.80	5.27	58971.22
III	3	104,9	19.30	4,39	6.80	2,61	4,80	7,70	173.89	27.90	5.28	67382.91
I	4	65,4	10.50	3,24	4.50	2,12	3,70	5,30	57.05	12.90	3.59	10221.37
II	4	38,1	11.80	3,44	4.00	2,00	4,00	5,58	60.64	16.30	4.04	13728.33
III	4	75,5	13.90	3,73	4.80	2,19	3,90	5,13	68.85	11.80	3.44	11283.84
I	0	77,0	16.40	4,05	4.200	2,05	4,00	5,50	55.57	20.70	4.55	15976.08
II	0	100,1	16.60	4,07	5.30	2,30	3,80	5,20	61.31	22.00	4.69	18733.76
III	0	108,9	17.00	4,12	4.90	2,21	3,95	5,97	57.34	21.20	4.60	16883.58
Promedios				4,14		2,28	4,16	6,04	91,22	21,46	4,6	29030,67

Anexo 5: Costos de producción por tratamiento

T0

RUBRO	UNIDAD	CANT.	C. UNIT.	C. PARC.	C. TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1. Prep. Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
1.2. Siembra	Jornal	8	30	240	240.00
1.3. Almacigo	Jornal	5	30	150	150.00
1.4. Labores culturales					1050.00
- Deshierbo	Jornal	20	30	600	
- Abonamiento	Jornal	5	30	150	
- Riegos	Jornal	10	30	300	
1.5. Cosecha	Jornal	40	30	1200	1200.00
1.6. Trasp. Y comer.	kg	17,197.81	0.1	1719.78	1719.78
1.7. msumos					3000.00
- Semillas	Kg	1	2400	2400	
- Citrato de Potasio	Litros	0	50	0	
- Gallinaza	Tn	30	20	600	
1.8. Materiales					140.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Palanas	Unidad	4.00	25	100	
Sub. Total					8239.78
LEYES SOCIALES (50% M.O)					1410.00
COSTO TOTAL					9649.78

T1

RUBRO	UNIDAD	CANT.	C. UNIT.	C. PARC.	C. TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1. Prep. Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
1.2. Siembra	Jornal	8	30	240	240.00
1.3. Almacigo	Jornal	5	30	150	150.00
1.4. Labores culturales					1050.00
- Deshierbo	Jornal	20	30	600	
- Abonamiento	Jornal	5	30	150	
- Riegos	Jornal	10	30	300	
1.5. Cosecha	Jornal	58	30	1740	1740.00
1.6. Trasp. Y comer.	kg	24,779.67	0.1	2477.967	2477.97
1.7. msumos					3025.00
- Semillas	Kg	1	2400	2400	
- Citrato de Potasio	Litros	0.5	50	25	
- Gallinaza	Tn	30	20	600	
1.8. Materiales					140.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Palanas	Unidad	4.00	25	100	
Sub. Total					9562.97
LEYES SOCIALES (50% M.O)					1680.00
COSTO TOTAL					11242.97

T2

RUBRO	UNIDAD	CANT.	C. UNIT.	C. PARC.	C. TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1. Prep. Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
1.2. Siembra	Jornal	8	30	240	240.00
1.3. Almacigo	Jornal	5	30	150	150.00
1.4. Labores culturales					1050.00
- Deshierbo	Jornal	20	30	600	
- Abonamiento	Jornal	5	30	150	
- Riegos	Jornal	10	30	300	
1.5. Cosecha	Jornal	71	30	2130	2130.00
1.6. Trasp. Y comer.	kg	30,699.74	0.1	3069.97	3069.97
1.7. msumos					3050.00
- Semillas	Kg	1	2400	2400	
- Citrato de Potasio	Litros	1	50	50	
- Gallinaza	Tn	30	20	600	
1.8. Materiales					140.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Palanas	Unidad	4.00	25	100	
Sub. Total					10569.97
LEYES SOCIALES (50% M.O)					1875.00
COSTO TOTAL					12444.97

T3

RUBRO	UNIDAD	CANT.	C. UNIT.	C. PARC.	C. TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1. Prep. Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
1.2. Siembra	Jornal	8	30	240	240.00
1.3. Almacigo	Jornal	5	30	150	150.00
1.4. Labores culturales					1020.00
- Deshierbo	Jornal	20	30	600	
- Abonamiento	Jornal	4	30	120	
- Riegos	Jornal	10	30	300	
1.5. Cosecha	Jornal	142	30	4260	4260.00
1.6. Trasp. Y comer.	kg	61,328.85	0.1	6132.88467	6132.88
1.7. msumos					3105.00
- Semillas	Kg	1	2400	2400	
- Citrato de Potasio	Litros	1.5	70	105	
- Gallinaza	Tn	30	20	600	
1.8. Materiales					140.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Palanas	Unidad	4.00	25	100	
Sub. Total					15787.88
LEYES SOCIALES (50% M.O)					2925.00
COSTO TOTAL					18712.88

T4

RUBRO	UNIDAD	CANT.	C. UNIT.	C. PARC.	C. TOTAL
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1. Prep. Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
1.2. Siembra	Jornal	8	30	240	240.00
1.3. Almacigo	Jornal	5	30	150	150.00
1.4. Labores culturales					1020.00
- Deshierbo	Jornal	20	30	600	
- Abonamiento	Jornal	4	30	120	
- Riegos	Jornal	10	30	300	
1.5. Cosecha	Jornal	27	30	810	810.00
1.6. Trasp. Y comer.	kg	11,744.51	0.1	1174.45133	1174.45
1.7. msumos					3100.00
- Semillas	Kg	1	2400	2400	
- Citrato de Potasio	Litros	2	50	100	
- Gallinaza	Tn	30	20	600	
1.8. Materiales					140.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Palanas	Unidad	4.00	25	100	
Sub. Total					7374.45
LEYES SOCIALES (50% M.O)					1200.00
COSTO TOTAL					8574.45

Anexo 6: Reporte de análisis de suelos y materia orgánica (gallinaza)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
 LABORATORIO DE SUELOS



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : ALINDOR ALTAMIRANO CUBAS
 AGRICULTOR : FECHA DE REPORTE : 16/01/2013
 LUGAR : Fundo Pacífico - Lamas CULTIVO : Tomate
 FECHA DE INGRESO : 28/12/12

N° Muestra	Lugar	Análisis Físico					Análisis Químico											
		Textura			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	Elementos Disponibles			CIC	Elementos Cambiables meq/100g de Suelo					
		% Are.	% Arc.	% Lim.					N %	P ppm	K ppm		Ca ⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Acidez Activa
01	Lamas	52	31	17	Franco Arcillo Arenoso	6.23	102	2.01	0.10	72.23	112	6.32	9.75	2.12	0.67	0.28	0	0

Muestra	d.a.	Prof. m	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺
01	1,28	0.20	6.23	102	2.01	0.10	72.23	112	9.75	2.12	0.28	0
			Ligeramente ácido	No hay problemas de sales	medio	medio	Alto	Medio	bajo	Normal	Medio	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Carlos Verde Girbau
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Escuela Profesional de Agronomía
 Laboratorio de Suelos Agrícolas
 Telf. 942043298
 RPM # 510264
 Responsable: Ing. Carlos Verde Girbau



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS FCA
 ANÁLISIS DE GALLINAZA Y POLLAZA



Solicitante: Altamirano Cubas, Alindor Fecha de Ingreso: 08/01/2013
 Agricultor: ----- Fecha de Reporte: 22/01/2013
 Procedencia: Avícola Don Pollo Cultivo: Tomate

MUESTRA	% M.O	%N	%K	%P	% Ca	% Mg	% Na	Ph	C.E. dS/m
Gallinaza	58	3.21	2.3	2.6	7.21	0.89	0.28	7.54	6.23

% M.O	%N	%K	%P	% Ca	% Mg	% Na	Escala
0 - 20	0 - 1.5	0 - 1.5	0 - 1	0 - 5	0 - 0.5	0 - 0.25	Bajo
20 - 60	1.5 - 4	1.5 - 3	0 - 3	5 - 10.	0.5 - 1.5	0.25 - 0.75	Medio
> 60	> 4	> 3	> 3	> 10	> 1.5	> 1	Alto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
 Facultad de Ciencias Agrarias

Ing. Carlos Verde Girbau
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto
 Facultad de Ciencias Agrarias
 Escuela Profesional de Agronomía
 Laboratorio de Suelos Agrícolas
 Telf. 942043298
 RPM # 510264
 Responsable: Ing. Carlos Verde Girbau

Anexo 7: Fotos de la tesis**Foto 1: frutos cosechados por tratamiento****Foto 2: Recolección de frutos por tratamiento**

Foto 3: Pesado y medición del diámetro de cada fruto de tomate



Fotos 4: cosecha de frutos



Foto 5: Aplicación foliar antes de la prefloración, floración y llenado de frutos



Foto 6: Aplicación foliar en floración y llenado de frutos



Foto 7: Dosificación del producto (Citra Grow K Plus)



Foto 8: Evaluación del número de racimos florales y flores en cada plata tratada



Foto 9: Evaluación de altura de plantas



Foto 10: Evaluaciones de altura de planta en cada tratamiento



Foto 11: Conteo y marcación de racimos florales y flores en cada planta evaluada



Foto 12: Marcación a cada planta al azar, para evaluación



Foto 13: División de bloques y tratamientos



Foto 14: Plántulas de tomate de 8 días



936 923 623