



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**Influencia del potasio en la producción y calidad del  
cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)  
variedad Floradade**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. BRUNO RICARDO JIMÉNEZ MORE**

**TUMBES, PERÚ**

**2018**

## CERTIFICACION

Dr. Ramón García Seminario, docente ordinario de la Universidad Nacional de Tumbes, adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento Académico de Agronomía.

### CERTIFICA:

Que la Tesis:**Influencia del potasio en la producción y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade**, ejecutada por el Bach. Bruno Ricardo Jiménez More, ha sido asesorada y revisada por mi persona, por tanto queda autorizado para su presentación y defensa en la Universidad Nacional de Tumbes con mira a obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Tumbes, 05 de septiembre 2018.

---

Dr. Ramón García Seminario  
Asesor Proyecto Tesis

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Yo, Bruno Ricardo Jiménez More, declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

---

Bach. Bruno Ricardo Jiménez More

## **ACTA DE REVISIÓN Y DEFENSA DE TESIS**

## **RESPONSABLES**

**Bach. Bruno Ricardo Jiménez More**

---

**Ejecutor**

**Dr. Ramón García Seminario**

---

**Asesor**

## **JURADO DICTAMINADOR**

**M.Sc. Néstor Delfín Díaz Castillo**

---

**Presidente**

**Mg. Clever Antonio Alemán González**

---

**Secretario**

**M.Sc. Jalmer Fidel Campaña Olaya**

---

**Vocal**

## CONTENIDO

|                                                                             |          |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| RESUMEN.....                                                                | xiv      |
| ABSTRACT .....                                                              | xv       |
| 1. Introducción .....                                                       | 1        |
| 2. Marco referencial del problema.....                                      | 3        |
| 2.1.Antecedentes .....                                                      | 3        |
| 2.2.Bases                                                                   | teóricas |
| científicas.....                                                            | 5        |
| 2.2.1. Clasificación taxonómica, sinonimia y origen .....                   | 5        |
| 2.2.2. Características botánicas del tomate .....                           | 6        |
| 2.2.3. Valor Nutricional .....                                              | 8        |
| 2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos .....                                 | 9        |
| 2.2.5. Etapas fenológicas del cultivo de tomate .....                       | 11       |
| 2.2.6. Características de la variedad Floradade.....                        | 12       |
| 2.2.7. Características del sulfato de potasio .....                         | 13       |
| 2.2.8. Fertilización .....                                                  | 15       |
| 2.2.9. El potasio en el suelo.....                                          | 17       |
| 2.2.10. Factores que limitan la disponibilidad del elemento<br>potasio..... | 20       |
| 2.2.11. Rol del elemento potasio en la planta .....                         | 21       |
| 2.2.12. Deficiencia de potasio.....                                         | 25       |
| 2.2.13. Exceso de potasio .....                                             | 26       |
| 2.3.Definición                                                              | de       |
| básicos.....                                                                | 26       |
| 2.3.1. Tomate variedad Floradade .....                                      | 26       |
| 2.3.2. Rendimiento .....                                                    | 27       |
| 2.3.3. Producción.....                                                      | 27       |
| 2.3.4. Calidad .....                                                        | 27       |
| 2.3.5. Fertilización .....                                                  | 27       |
| 2.3.6. Nutrición mineral.....                                               | 28       |
| 3. Materiales y Métodos.....                                                | 29       |
| 3.1. Tipo de estudio.....                                                   | 29       |
| 3.2. Materiales.....                                                        | 29       |
| 3.3. Población y muestra.....                                               | 29       |
| 3.4. Método de investigación.....                                           | 29       |
| 3.4.1. Lugar de ejecución.....                                              | 29       |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.2. Fase preliminar .....                                   | 30 |
| 3.4.3. Fase de campo .....                                     | 30 |
| 3.4.4. Observaciones experimentales .....                      | 38 |
| 3.5. Diseño experimental .....                                 | 40 |
| 3.6. Procesamiento y análisis de datos .....                   | 40 |
| 3.7. Fase de comunicación .....                                | 40 |
| 4. Resultados.....                                             | 41 |
| 4.1. Componentes del rendimiento en el cultivo de tomate ..... | 43 |
| 4.2. Número de lóculos .....                                   | 48 |
| 4.3. Calidad del fruto de tomate .....                         | 49 |
| 4.4. Parámetro de semillas .....                               | 52 |
| 5. Discusión .....                                             | 55 |
| 5. Conclusiones .....                                          | 58 |
| 6. Recomendaciones .....                                       | 58 |
| 7. Referencias bibliográficas .....                            | 59 |
| ANEXOS.....                                                    | 69 |

## INDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Composición nutricional del tomate (100 gramos de tomate fresco) .....                                                                                                     | 9  |
| <b>Tabla 2.</b> Determinación de las características físico-químicas del suelo.....                                                                                                        | 31 |
| <b>Tabla 3.</b> Momento de aplicación y fuente de fertilizante en tomate variedad Floradade.....                                                                                           | 35 |
| <b>Tabla 4.</b> Momento de aplicación de los tratamientos en tomate variedad Floradade ..                                                                                                  | 35 |
| <b>Tabla 5.</b> Dosificación de los tratamientos por unidad experimental en cultivo de tomate .....                                                                                        | 36 |
| <b>Tabla 6.</b> Dosificación de fertilizante foliares, enmienda agrícola y fitoregulador en.....                                                                                           | 36 |
| <b>Tabla 7.</b> Clasificación comercial de los frutos de tomate, según su calibre .....                                                                                                    | 39 |
| <b>Tabla 8.</b> Análisis físico químico del suelo .....                                                                                                                                    | 42 |
| <b>Tabla 9.</b> Número de frutos por planta de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....                                 | 43 |
| <b>Tabla 10.</b> Correlación para número de frutos por planta de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....              | 44 |
| <b>Tabla 11.</b> Diámetro ecuatorial del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                             | 44 |
| <b>Tabla 12.</b> Diámetro polar del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....                                   | 45 |
| <b>Tabla 13.</b> Correlación para el diámetro ecuatorial y polar del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio ..... | 45 |
| <b>Tabla 14.</b> Peso de fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....                                              | 47 |
| <b>Tabla 15.</b> Correlación para el peso de fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                         | 47 |
| <b>Tabla 16.</b> Rendimiento del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                                   | 48 |
| <b>Tabla 17.</b> Correlación para el rendimiento de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                           | 48 |
| <b>Tabla 18.</b> Número de lóculos del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                               | 49 |
| <b>Tabla 19.</b> Correlación para el número de lóculos de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....                      | 49 |

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 20.</b> Sólidos solubles totales del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                           | 50 |
| <b>Tabla 21.</b> Correlación para sólidos solubles totales en el fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....        | 52 |
| <b>Tabla 22.</b> Efecto del potasio en los parámetros de semilla en frutos de tomate.....                                                                                                     | 52 |
| <b>Tabla 23.</b> Correlación para los parámetros de semilla en el fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....       | 53 |
| <b>Tabla 24.</b> Registro de datos meteorológicos.....                                                                                                                                        | 53 |
| <b>Tabla 25.</b> Rentabilidad de la Inversión.....                                                                                                                                            | 54 |
| <b>Tabla 26.</b> Costos de Producción 200 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate.....                                                                                     | 72 |
| <b>Tabla 27.</b> Costos de Producción 250 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate.....                                                                                     | 73 |
| <b>Tabla 28.</b> Costos de Producción 300 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate.....                                                                                     | 74 |
| <b>Tabla 29.</b> Costos de Producción 350 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate.....                                                                                     | 75 |
| <b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza para el peso del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....                   | 78 |
| <b>Tabla 31.</b> Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....   | 78 |
| <b>Tabla 32.</b> Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....         | 78 |
| <b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza para el número de frutos por planta de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....     | 78 |
| <b>Tabla 34.</b> Análisis de varianza para el rendimiento de del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio.....         | 79 |
| <b>Tabla 35.</b> Análisis de varianza para el número de lóculos del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....     | 79 |
| <b>Tabla 36.</b> Análisis de varianza para sólidos solubles totales del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio ..... | 79 |

|                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 37.</b> Análisis de varianza para número de semillas del fruto de<br>tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto<br>de cuatro dosis de potasio .....     | 79 |
| <b>Tabla 38.</b> Número de semillas del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)<br>variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                                  | 80 |
| <b>Tabla 39.</b> Análisis de varianza peso de 100 semillas del fruto de tomate<br>( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro<br>dosis de potasio .....        | 80 |
| <b>Tabla 40.</b> Peso de 100 semillas del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)<br>variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                                | 80 |
| <b>Tabla 41.</b> Análisis de varianza para el diámetro de semilla del fruto de<br>tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) variedad Floradade por efecto<br>de cuatro dosis de potasio ..... | 80 |
| <b>Tabla 42.</b> Diámetro de semilla del fruto de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)<br>variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio .....                                 | 82 |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Campus de la Facultad de Ciencias Agrarias.....                                                                                                                                                                                                                     | 30 |
| <b>Figura 2.</b> Ubicación satelital del centro de investigación. ....                                                                                                                                                                                                               | 30 |
| <b>Figura 3.</b> Distribución de tratamientos y bloques.....                                                                                                                                                                                                                         | 33 |
| <b>Figura 4.</b> Efecto de las dosis de potasio en el número de frutos por planta. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan $p<0,05$ . ....                                                                                      | 43 |
| <b>Figura 5.</b> Efecto de las dosis de potasio en el diámetro ecuatorial y polar del fruto de tomate. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan $p<0,05$ . ....                                                                  | 45 |
| <b>Figura 6.</b> Efecto de las dosis de potasio en el peso del fruto de tomate. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan $p<0,05$ . ....                                                                                         | 47 |
| <b>Figura 7.</b> Efecto de las dosis de potasio en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Floradade. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan $p<0,05$ . ....                                                             | 48 |
| <b>Figura 8.</b> Número de lóculos en frutos de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. $T_1$ (200 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_2$ (250 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_3$ (300 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ) y $T_4$ (350 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ). ....                          | 49 |
| <b>Figura 9.</b> Clasificación de los frutos de tomate por efecto del potasio .....                                                                                                                                                                                                  | 51 |
| <b>Figura 10.</b> Variación en el tamaño de los frutos de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. $T_1$ (200 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_2$ (250 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_3$ (300 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ) y $T_4$ (350 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ). ....                | 51 |
| <b>Figura 11.</b> Efecto del potasio en la concentración de sólidos solubles totales en frutos de tomate. Las barras representan el promedio de tres repeticiones. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una $p<0,05$ ..... | 51 |
| <b>Figura 12.</b> Semilla de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. $T_1$ (200 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_2$ (250 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ), $T_3$ (300 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ) y $T_4$ (350 Kg $K_2O\ ha^{-1}$ ). ....                                             | 53 |
| <b>Figura 13.</b> Gusanos perforadores de fruto y tallo: <i>Heliothis virescens</i> (a), <i>Spodoptera</i> sp 76                                                                                                                                                                     |    |
| <b>Figura 14.</b> <i>Bemisia tabaci</i> “Mosca Blanca”, estadio adulto (a) y estadio ninfal y exuvias(b) .....                                                                                                                                                                       | 76 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 15.</b> Daños causados por nematodo del género <i>Meloydogine</i> sp. .... | 77 |
| <b>Figura 16.</b> Síntomas de <i>Phytophthora capsici</i> en planta de tomate .....  | 77 |

## RESUMEN

El potasio es un elemento esencial que influye directamente en crecimiento y desarrollo del tomate, una hortaliza rica en vitaminas y licopeno, carotenoide con gran poder antioxidante utilizado en prevenir enfermedades degenerativas. La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del potasio en el rendimiento y calidad del tomate var. Floradade. Se estudiaron tres dosis de  $K_2O$  (250, 300 y 350 kg ha<sup>-1</sup>) más un testigo, 200 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> (que correspondió a lo que contenía el suelo) en un diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. Se determinaron parámetros correspondientes al rendimiento y calidad del producto. Los resultados mostraron que la mejor dosis fue 250 kg $K_2O$  ha<sup>-1</sup> que produjo un rendimiento de 17,77 Tn ha<sup>-1</sup> en relación al testigo referencial 200 kg ha<sup>-1</sup> con 13,20 t ha<sup>-1</sup>; mientras que en la dosis más alta, 350 kg ha<sup>-1</sup> fue de 6,49Tn ha<sup>-1</sup>. Los tratamientos dos y tres presentan los mejores calibres de los frutos; así como el contenido de solidos solubles.

Palabras clave: Rendimiento, solidos solubles, tomate, calibre

## ABSTRACT

Potassium is an essential element that directly influences the growth and development of tomato, a vegetable rich in vitamins and lycopene, carotenoid with great antioxidant power used to prevent degenerative diseases. The research was carried out with the objective of evaluating the effect of potassium on tomato yield and quality var. Floradade Three doses of  $K_2O$  (250, 300 and 350 kg ha<sup>-1</sup>) plus a control, 200 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> (which corresponded to what the soil contained) were studied in a Design of Random Complete Blocks with three repetitions. Parameters corresponding to the performance and quality of the product were determined. The results showed that the best dose was 250 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> which produced a yield of 17,77 t ha<sup>-1</sup> in relation to the reference control 200 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> with 13,20 Tn ha<sup>-1</sup>; while in the highest dose, 350 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> was 6,49 t ha<sup>-1</sup>. The treatments two and three present the best calibres of the fruits; as well as the content of soluble solids.

Key words: Yield, soluble solids, tomato, caliber

## **a. Introducción**

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es una planta hortícola, cuyo origen se encuentra en la región Andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde se cultiva desde tiempos muy antiguos, difundándose a casi todo el mundo. Su fruto es muy consumido como producto fresco en la preparación de ensaladas y alimento deshidratado en la industria conservera; además, de la extracción de pigmentos naturales. También, posee Licopeno, un carotenoide con gran poder antioxidante que se viene utilizando en productos cosméticos y en la prevención de diversas enfermedades degenerativas, causadas por las especies reactivas de oxígeno y los componentes tóxicos del medio.

Según datos de la FAOSTAT (2016), el tomate se ubica en el quinto lugar, después del grupo de raíces y tubérculos. En el Perú, el tomate ocupa el puesto número 22 de los cultivos producidos; registrándose 6 070 hectáreas con una producción de 232 898 t, destacando las regiones con más superficie cultivada, Ica, Lima y Arequipa. En Tumbes, su cultivo está restringido a pequeñas áreas con un nivel de tecnología de bajo a medio, por lo que los rendimientos no son auspiciosos.

Uno de los factores más importantes que incide en la producción de tomate, es la dosis y fuentes de fertilizantes, la cual actualmente no obedece a un programa establecido, que esté de acuerdo con los requerimientos en las distintas fases fenológicas del desarrollo de la planta, lo que hace que en la práctica sea ineficiente.

El potasio es un elemento esencial que se asocia con las relaciones hídricas, manteniendo el potencial osmótico de las células y juega un rol importante en la estimulación de muchas enzimas y en los procesos metabólicos de la planta (Castellanos y Ojodeagua, 2009). Influye directamente en la producción y calidad del tomate (Tjalling, 2006) y en la acumulación de azúcares en el fruto (Pérez, *et al.*, 2002).

Sin embargo, una deficiencia del elemento potasio puede ocasionar la muerte de células y tejidos, promoviendo la susceptibilidad al ataque de hongos, debido a la disminución de la presión osmótica de las células (Flórez, 2009; Castellanos y Ojodeagua, 2009; Torres, 2009; INTAGRI, 2017); además, de necrosis en el ápice de hojas, muerte de las ramas y un menor número de frutos maduros (Domínguez, 2004). Por otro lado, un exceso de potasio muestra antagonismo con la absorción de calcio (Adams y Ho, 1993), sodio, fósforo, azufre y Cloro (Scherer, 1999) y Mg (Azcón-Bieto y Talón, 2008), induciendo sus deficiencias.

Diversos autores, concluyen que el potasio tienen efecto significativo en las variables, diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso, número de lóculos y rendimiento total (Cuadra y Ramos, 2002; Cardoza *et al.*, 2000); además del contenido de sólidos solubles (Hernández, 2014). En ese contexto, y para comprender mejor el papel del potasio, se realizó esta investigación con el objetivo de determinar el efecto de este elemento en el rendimiento y calidad de los frutos del tomate.

## **b. Marco referencial del problema**

### **2.1. Antecedentes**

El tomate es una hortaliza que requiere grandes cantidades de nutrientes para un óptimo crecimiento, cuyas dosis dependen de varios factores. Diversos investigadores han realizado estudios concernientes a la nutrición del tomate.

Juana Pérez, *et al.*, (s/f) y Pérez, *et al.*, (2002), indican que la demanda de potasio está influenciada por la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo; sin embargo, como regla general, propone que la extracción de potasio es de 275 kg  $K_2Oha^{-1}$  (Kilogramos de potasio por hectárea). Bolaños (2001), realizó ensayos en cultivares de crecimiento determinado, plantados en suelos con concentraciones menores de 80 ppm de potasio, recomendando que a la siembra se debe aplicar entre 60 y 112 kg  $K_2Oha^{-1}$  y si la concentración es mayor a 120 ppm de potasio no se requiere aplicar. En tanto, que Thompsom (1999), sugiere que en suelos de textura arenosa, franco arenoso con una baja fertilidad, se debe aplicar entre 60 - 120 kg  $K_2O ha^{-1}$ .

Muchos estudios han establecido la cantidad de potasio relacionado con la producción de frutos. Bugarín (2002) realizó un experimento para determinar la cantidad de potasio que necesita el cultivo tomate, concluyendo que para obtener altos rendimientos y excelente calidad de frutos, la demanda de potasio puede estimarse de manera satisfactoria, empleando un RIK (Requerimiento interno de Potasio) de 4,11%, lo que equivale a 3,27 kg de potasio por cada tonelada de fruto fresco producido.

La Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia (1990), menciona, para obtener un rendimiento de 26t/ha de fruto, el tomate extrae en promedio 120 kg  $K_2Oha^{-1}$ . Otros autores indican que en promedio el cultivo de tomate extrae entre 3 y 7,0 kg  $K_2Oha^{-1}$  para producir una tonelada de fruta (Ward, 2000; OMAFRA, 2001; Castilla y Fereres, 2000; Cardoza *et al.*,

2000; INIA, 2017). Lesur (2006), señala que se están realizando aplicaciones excesivas de nitrógeno y niveles cada vez más bajos de potasio, como consecuencia, se está disminuyendo la calidad del tomate, Asimismo, indica que el cultivo de tomate extrae alrededor de 400 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

En cuanto a rendimiento, investigaciones realizadas sobre las características morfo-productivas, diversos ensayos reflejan variadas respuestas. Maynor (2015), evaluó tres dosis de potasio 168, 204 y 240 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, en el cultivar híbrido Shanty, utilizando un sistema de bloques completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Tomó como muestra quince plantas por repetición, con un distanciamiento entre planta de 0,35m y 1,2 m entre surco. En las variables, altura de planta, número de flores y número de frutos inmaduros, encontró que los mejores promedios se obtuvieron con la dosis 240 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, mientras que en el diámetro del tallo fue con la dosis 204 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Al evaluar los atributos del fruto (número y peso de frutos), para la categoría grandes (de mayor valor comercial), se obtuvo con la dosis 204 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, en la categoría mediano y pequeño fue el tratamiento 240 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. El tratamiento 240 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> presentó el más alto rendimiento con 590.02 cajillas.

Juan Gonzales (2016), estudió la influencia de tres dosis de potasio, utilizando Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Con la dosis de 220 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, los rendimientos obtenidos tienden a mantenerse o disminuir, en suelos que contienen 0,079 meq/100 g de potasio.

Cuadra y Ramos (2002), evaluaron el efecto de trece diferentes fórmulas de abonamiento en el cultivo de tomate, utilizando un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 3 x 3; encontrando que, la dosis de 80 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> muestra rendimientos significativos mayores de 52 t/ha en suelos que contienen 0,41/100 meq de potasio.

Mamani y Machaca (2015), compararon la aplicación de dos fuentes de potasio, cloruro de potasio y sulfato de potasio en el cultivo de tomate variedad rio grande, los resultados indicaron que ambas fuentes tiene un efecto positivo en el peso y rendimiento del fruto y los rendimientos de semilla. La dosis de 180 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> produjo los mejores resultados en cuanto al peso de fruto y rendimiento del cultivo de tomate.

Por su parte, Arellano *et al.*, (2006), evaluó el efecto de la interacción nutrimental de nueve diferentes esquemas de nutrición de N, P, K, Ca y Mg aplicados al suelo y el rendimiento y vida poscosecha del fruto, encontraron que con las dosis 200, 150, 150, 25, 25 respectivamente de estos elementos, se obtienen buenos resultados en cuanto a rendimiento, sin afectar la firmeza, pérdida de peso y sabor de frutos, sugiriendo su utilización a nivel comercial.

Por otro lado, Alvarado (1986), señala que el nivel crítico de potasio que aporta el suelo es de 78 ppm, lo cual va a generar deficiencias de este nutriente y por lo tanto, afectar el crecimiento de las plantas; sin embargo, este nutriente es antagonista del Ca con respecto a la movilidad a la fruta, por lo cual se debe aplicar correctamente, ya que un exceso de potasio en la fertilización afectaría negativamente en los contenidos de Ca en la fruta, produciendo problemas en poscosecha.

## **2.2. Bases teóricas científicas**

### **2.2.1. Clasificación taxonómica, sinonimia y origen**

#### **a. Clasificación taxonómica**

De acuerdo a Arderline (1990), menciona que la taxonomía generalmente aceptada para el tomate es:

|          |   |                |
|----------|---|----------------|
| División | : | Angiospermae   |
| Clase    | : | Dicotyledoneas |

|         |   |                     |
|---------|---|---------------------|
| Orden   | : | Solanales           |
| Familia | : | Solanáceae          |
| Género  | : | <i>Lycopersicon</i> |
| Especie | : | <i>esculentum</i>   |

#### **b. Sinonimia**

ITIS (2014), manifiesta que el tomate, también es conocido como, *Solanumlycopersicum*.

#### **c. Origen**

Jaramillo *et al.*, (2007), sostienen que tomate tiene como origen América del Sur, entre los países de Colombia, Ecuador y Chile, pero, en cuanto a su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala.

### **2.2.2. Características botánicas del tomate**

#### **A. Planta**

Chamarro (2001), señala que el tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el tipo de crecimiento se presenta básicamente de dos formas, limitado en variedades determinadas e indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m de altura en 12 meses.

#### **B. Sistema radical**

Chamarro (2001), menciona que el sistema radical de la planta de tomate, tiene funciones como la absorción y el transporte de nutrientes, así como sostén o anclaje de la planta al suelo.

Muñoz (2009), manifiesta que el sistema radical está conformado por una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 30 cm de la capa de suelo se concentra el 70% de la biomasa radical. Bajo condiciones de suelo la raíz principal crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad.

### **C. Tallo principal**

Chamarro (2001), indica que el tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la parte basal y está rodeado por pelos glandulares y no glandulares que provienen de la epidermis.

Jaramillo, *et al.*, (2007), mencionan que sobre el tallo se desarrollan progresivamente hojas, tallos secundarios e inflorescencias, señala también que tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta.

### **D. Hojas**

La hoja de tomate es compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares y las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Chamarro, 2001).

### **E. Flor**

Muñoz (2009), detalla que las flores se encuentran en racimos, siendo sencillas en la parte baja y después más divididas y ramificadas. Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene 5 sépalos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues

esta soldada inferiormente, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos.

## **F. Fruto**

Jaramillo, *et al.*, (2007), señalan que el fruto es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según el cultivo que se trate. Está constituido por la epidermis, la pulpa, el tejido placentario y las semillas y está dividido en lóculos.

Muñoz (2009), pormenoriza que la forma, tamaño y peso de los frutos, está influenciada directamente por la variedad y del manejo, aspectos importantes al momento de definir que variedad plantar.

### **2.2.3. Valor Nutricional**

Jaramillo,*et al.*, (2007), refieren que el tomate es una fuente rica de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fosforo, potasio, magnesio, zinc, sodio, hierro y calcio (Tabla1). El tomate es rico en licopeno, que es el más potente de los antioxidantes, que puede prevenir y combatir el cáncer o enfermedades degenerativa, porque protege las células de los efectos de oxidación. El tomate posee también glutatión, antioxidante que ayuda a depurar productos tóxicos del organismo. Su consumo estimula el sistema inmune, disminuye el riesgo de desarrollar cáncer, es remineralizante y desintoxicante.

**Tabla 1.** Composición nutricional del tomate (100 gramos de tomate fresco)

| Componente    | Cantidad |
|---------------|----------|
| Agua          | 93,50%   |
| Proteína      | 0,9 g    |
| Grasa         | 0,1 g    |
| Calorías      | 23       |
| Carbohidratos | 3,3 g    |
| Fibra         | 0,8 g    |
| Fosforo       | 19 mg    |
| Calcio        | 7 mg     |
| Hierro        | 0,7 mg   |
| Vitamina A    | 1,100 ul |
| Vitamina B1   | 0,05 mg  |
| Vitamina B2   | 0,02 mg  |
| Vitamina C    | 20 mg    |
| Niacina       | 0,6 mg   |

Fuente: Jaramillo *et al.* (2007).

#### **2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

##### **A. Altitud**

Bakker (1990), indica que se puede cultivar tomate desde 0 a 1800 “m s. n. m.”.

##### **B. Luminosidad o radiación**

Calvert (1980), menciona que poca luminosidad influye en el proceso de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. La luminosidad mínima permitida que no afecte negativamente el desarrollo del fruto de tomate es de 1500 horas luz/ año. El fotoperiodo no afecta el cultivo siendo su necesidad de luz de 8 – 16 horas de luz.

### **C. Temperatura**

Jaramillo *et al.* (2007), establece las temperaturas óptimas para cada etapa fenológica, cuando las temperaturas son mayores a 25°C y menores de 12°C la fecundación es defectuosa o nula, porque se disminuye la cantidad y calidad del polen, lo que produce caída de flores y deformación de frutos. Con temperaturas menores de 12°C se produce ramificaciones en las inflorescencias. En cuanto al fruto, éste se torna amarillo, si se presentan temperaturas mayores de 30°C y menores de 10°C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10°C.

Rojas y Robles (2001), mencionan que las flores pueden caer por dos razones: falta de nutrientes causado por las altas temperaturas, debido al incremento de la intensidad respiratoria y también por falta de la luz y de polinización, debido a que la alta temperatura causa infertilidad.

### **D. Luz**

Jaramillo, *et al.*, (2007), puntualizan que el tomate necesita de días soleados para un buen desarrollo de la planta y lograr una coloración uniforme en el fruto. Mencionan que la baja luminosidad afecta algunas etapas de desarrollo y algunos procesos fisiológicos de la planta (floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta y reduce la absorción de agua y nutrientes).

### **E. Humedad relativa**

Jaramillo, *et al.*, (2007), señalan brevemente que la humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe

oscilar entre un 65% y un 75% para su óptimo crecimiento y fertilidad.

#### **F. Suelos**

Corpeño (2004), manifiesta que el tomate requiere suelos sueltos, de textura arcillosa y rico en materia orgánica, con un pH entre 5,5 y 7,02. No tolera riegos en exceso. Lo más importante en cuanto a suelo es que se trata de una especie con cierta tolerancia a la salinidad, de ahí, que admita el cultivo en suelos ligeramente salinos o el riego con agua con contenido relativamente alto de sales.

#### **G. Requerimiento de agua**

Castilla (1985), establece que los requerimientos de agua varían entre 300 -1000 mm<sup>3</sup> dependiendo de la variedad.

### **2.2.5. Etapas fenológicas del cultivo de tomate**

Chamarro (2000), reporta que, los estados fenológicos se dividen en tres fases. Puntualizando la importancia de conocer cada una de ellas por los requerimientos nutricionales e hídricos.

#### **A. Fase inicial**

Abarca desde la germinación de la semilla, caracterizándose por el rápido aumento en la materia seca, la planta utiliza su energía en la síntesis de nuevos meristemas.

## **B. Fase vegetativa**

Comprende aproximadamente a partir de los 21 días después de la germinación y su duración oscila entre 25 a 30 días antes de la floración. En esta fase los requerimientos nutricionales su demanda aumenta y es importante suplir para obtener rendimientos óptimos.

## **C. Fase reproductiva**

Se inicia a partir del desarrollo de los botones flores, su duración se estima entre 30 o 40 días, en esta fase el crecimiento vegetativo de la plantase detiene y los frutos absorben los nutrientes necesarios para su desarrollo.

### **2.2.6. Características de la variedad Floradade**

Agrosad (S/f), indica que el tomate variedad Floradade es de ciclo medio, frutos de buen tamaño, redondos de un peso promedio de 260 - 300 g, pulpa rojo y consistente, resistente a enfermedades.

Trópica (S/f), menciona que esta variedad es de pleno campo, rústica y productiva que da frutos redondos de calibre medio (140 – 150 g). Asimismo, alude que la variedad Floradade es muy apreciada por su buena adaptación a los diferentes tipos de climas, resistente a *Verticillium*, *Fusarium* y *Stemphylium*. La cosecha se realiza a partir de los 75 días después de la siembra.

Esta variedad se destaca por sus múltiples cualidades, su planta es grande, determinada y adaptable a climas húmedos. A nivel nacional e internacional Floradade es muy conocido en el mercado fresco, es muy bueno para el transporte a largas distancias. Su fruto de tamaño grande tiene forma aglobada y color rojo, y es de

temporada mediana a tardía, garantizado para siembra(Criboseed, s/f).

### 2.2.7. Características del sulfato de potasio

Según Molinos y CIA (2009), indica las siguientes características:

|                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| Composición                | : $K_2SO_4$                    |
| Aspecto                    | : Gránulos Blanquecinos        |
| Solubilidad aprox. (20°C): | 10 kg en 100 litros de agua    |
| Potasio                    | : 50 %                         |
| Azufre                     | : 18%                          |
| Presentación               | : Saco de polietileno de 50 kg |
| Uso                        | : Directo al suelo             |

IPNA (s/f), indica las siguientes características:

El fertilizante potásico es comúnmente utilizado para mejorar el rendimiento y la calidad de las plantas creciendo en suelos sin una adecuada oferta de este nutriente esencial. La mayoría de los fertilizantes potásicos provienen de antiguos depósitos de sal localizados alrededor del mundo. La palabra “potasa” es un término general que más frecuentemente se refiere al cloruro de potasio (KCl), pero es también aplicado a todos los demás fertilizantes potásicos, como el sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ , comúnmente denominado como sulfato de potasa o SOP).

#### A. Propiedades químicas

|                             |   |           |
|-----------------------------|---|-----------|
| Fórmula química             | : | $K_2SO_4$ |
| Contenido de $K_2O$         | : | 48 a 53%  |
| Contenido de S              | : | 17 a 18%  |
| Solubilidad en agua (25 °C) | : | 120 g/l   |
| pH solución                 | : | aprox.7   |

Las concentraciones de K en el suelo son generalmente demasiado bajas para permitir un saludable crecimiento vegetal. El K es necesario para cumplir con muchas funciones esenciales en las plantas tales como activar reacciones enzimáticas, sintetizar proteínas, formar sacarosa y otros azúcares, y regular el flujo de agua en las células y hojas. (IPNA, s/f)

El  $K_2SO_4$  es una excelente fuente para la nutrición de las plantas. La porción potásica del  $K_2SO_4$  no es diferente a la de otras fuentes de fertilizantes potásicos. Sin embargo, también aporta una fuente valiosa de azufre (S), que es a veces deficiente para el crecimiento vegetal. El azufre es requerido para la síntesis de proteínas y el funcionamiento enzimático. Hay ciertos suelos y cultivos donde la aplicación de  $Cl^-$  debe ser restringida. En estos casos, el  $K_2SO_4$  es una fuente de K muy aconsejable.

Varios tamaños de partículas se encuentran comúnmente disponibles. Las partículas finas ( $<0.015$  mm) son utilizadas para realizar soluciones para riego o aplicaciones foliares ya que se disuelven más rápidamente. Las aplicaciones foliares de  $K_2SO_4$  son una opción conveniente para aplicaciones adicionales de K y S para las plantas, complementando a los nutrientes tomados desde el suelo. Puede ocurrir daño foliar si la concentración es muy elevada.

## **B. Prácticas de manejo**

El  $K_2SO_4$  es frecuentemente utilizado para cultivos donde el  $Cl^-$  que posee el KCl no es deseable. El índice salino del  $K_2SO_4$  es menor comparado con otras fuentes comunes de K, es decir que incrementa menos la salinidad total por unidad de K. El valor de salinidad (Conductividad Eléctrica, CE) de una

solución de  $K_2SO_4$  es menor a un tercio de la CE para concentraciones similares de soluciones de KCl (10 mmol/L). Donde son necesarias altas dosis de  $K_2SO_4$ , generalmente se recomienda fraccionar la aplicación en dosis múltiples. Esto ayuda a evitar la acumulación de excedentes de K por la planta y también minimiza cualquier daño salino potencial (IPNA, s/f).

#### **2.2.8. Fertilización**

Saravia, 2004 y Torres, 2009, mencionan que el potasio por su importancia en la regulación hídrica dentro de la planta está presente en todo su ciclo productivo, concentrando las aplicaciones en el período de mayor demanda de la fruta, que es desde inicio de cuaja hasta inicio de cosecha y disminuye en la etapa de maduración. Asimismo, indica que en cuanto a fuentes se recomienda utilizar el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) y el sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ).

Bolaños (2001), indica que la cantidad de nutrientes absorbidos por las plantas de tomate, varían según la fase fenológica en que se encuentren. Esta información nos sirve para planificar cuando se deben aplicar los fertilizantes y que dicha aplicación concuerde con la época de mayor demanda.

Sancho (2001), reporta que, conociendo el comportamiento de las curvas de absorción se determinan las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. Esto a su vez permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización.

Castilla (1985), indica que las diferencias están influidas por el tipo de poda y especialmente, por el momento de eliminación de brotes axilares; es recomendable que el destalle se efectúe lo antes posible para evitar extracciones poco útiles del cultivo.

Morin y Holle (1997), sostiene que el departamento de agrotécnicos de la fábrica de abonos completos S.A., señala que para la costa peruana, el abono debe ser aplicado en dos partes: un primer abonamiento debe ser aplicado al momento de la siembra. El segundo abonamiento hecho solo a base de nitrógeno, que puede ser aplicado en el momento de la floración.

Para calcular la demanda total de un cultivo diferentes autores como Galvis,*et al.*, (1994), sugirieron hacerla a través de la meta del rendimiento en materia seca total y o el requerimiento interno del nutrimento de interés, teniendo en cuenta la distribución de la materia seca entre varias partes de la planta como un equilibrio funcional.

Blanco,*et al.*, (2006), mencionan que el contar con una composición nutrimental de referencia, asociada a rendimientos, facilita los procesos para diagnosticar correctamente el estado nutrimental y recomendar la aplicación adecuada de fertilizantes para no sub o sobre fertilizar en detrimento, tanto del fin empresarial en parcelas comerciales, como del ambiente dado el efecto, a veces negativo de los productos agroquímicos.

Castellanos,*et al.*,(2000), definen la dosis de fertilización, en primer lugar, es necesario definir la meta de rendimiento que es posible alcanzar por el producto según el agro ecosistema en el que se encuentra. A partir de ahí se define la demanda neta de nutrientes. En la definición de la meta de rendimiento entra en consideración la experiencia del productor y el historial del rendimiento del cultivo en el terreno, las condiciones físicas y químicas del suelo (compactación, conductividad hidráulica, la presencia de sales y/o sodio) o físico. Esto es lo que permite definir una meta realista de rendimiento y con ello una demanda real del nutrimento.

Parra, *et al.*, (2002), mencionan que en la disolución del suelo están presentes, a la vez, distintos nutrientes en forma y concentraciones muy diferentes, puede esperarse que entre ellos se den diversas interacciones que afecten su absorción. La interacción entre dos nutrientes puede implicar antagonismo o, por el contrario, sinergismo, según un aumento de la concentración de uno de ellos en el suelo de lugar a una disminución o a un aumento, respectivamente, de absorción del otro por la planta.

Fageria (2001), señala que la interacción entre nutrientes en las plantas cultivadas ocurre cuando al abastecimiento de uno de los nutrientes afecta la absorción y utilización de otros nutrientes, este tipo de interacción es muy común cuando un nutriente tiene un exceso de concentración en el medio de cultivo, éstas interacciones pueden ocurrir en la superficie de la raíz o dentro de la planta y pueden ser clasificadas en dos categorías principales; en la primera están los precipitados o complejos que ocurren entre iones por su capacidad de formar vínculos químicos; en la segunda es entre iones con propiedades tan similares que compiten por el sitio de, absorción, transporte y función en la raíz de las plantas o dentro de sus tejidos, estas interacciones son comunes entre nutrientes de similar tamaño, carga, geometría de coordinación y configuración electrónica, este tipo de interacción es común entre Ca, Mg, K, y Na.

#### **2.2.9. El potasio en el suelo**

Torres (2009), indica que la forma general en que se encuentra el potasio en el suelo es como ion  $K^+$ , el cual se mueve principalmente por difusión. Esta forma se encuentra en equilibrio dinámico con el K adsorbido en las arcillas, denominado K intercambiable y con las formas de escasa accesibilidad: Fijado al complejo arcilloso (5 – 10 %) y K estructural o de reserva (90 – 98 %).

Navarro y Navarro (2003), establecen que el potasio se encuentra en el suelo bajo la forma de potasio no asimilable, potasio lentamente asimilable y potasio rápidamente asimilable. Para el caso del potasio no asimilable estos autores indican que hace referencia a la mayor parte del potasio total del suelo, estando en formas que las plantas no puede hacer uso de él, dicho de otra manera, bajo la forma en que la planta no puede aprovecharlo, generalmente se encuentra formando parte de las estructuras y redes cristalinas de minerales primarios, como los feldespatos y las micas, Bajo estas formas el potasio solo es ligeramente soluble.

Asimismo, señalan para el caso del potasio rápidamente asimilable se puede tomar como referencia entre el 1 al 2% de la cantidad total de este elemento en un suelo mineral. Bajo este contexto se encuentra en la disolución del suelo o como intercambiable a los coloides del suelo, y solo un 10% en la disolución. Entonces cuando las raíces absorben este el potasio el equilibrio existente se rompe, y para su restablecimiento, parte del potasio intercambiable se desplaza a la disolución, y el equilibrio se restablece de nuevo. En otro contexto existe la probabilidad que al agregar fertilizantes potásicos solubles se incremente el contenido de potasio en la disolución, generando así un efecto inverso, dicho de otra manera, aumenta la retención coloidal.

Finalmente, estos autores señalan que, en el caso de potasio lentamente asimilable, puede ser retenido temporalmente por determinadas arcillas, quedando así atrapado entre láminas cristalinas de algunas minerales de tal forma que no pueda ser utilizado por la planta, en el mismo contexto el potasio no puede ser reemplazado por un proceso ordinario de cambio y en consecuencia se considera como potasio no cambiante, quedando como un depósito de potasio lentamente aprovechable, ya que con el pasar del tiempo o por la acción de determinadas condiciones puede liberarse situándose en posición de intercambiable.

Ruiz y Sadzawka(2005), García y Quinke(2012), establecen que el potasio se puede encontrar en el suelo bajo cuatro formas:

1. Potasio en las estructuras cristalinas de minerales primarios.
2. Potasio no intercambiable en minerales secundarios.
3. Potasio intercambiable en la superficie de los coloides.
4. Potasio en la solución del suelo.

El potasio estructural de minerales primarios, constituye la principal forma en que se encuentra el potasio en el suelo y generalmente varía entre el 90 % y 99 % del potasio total. (Ruiz y Sadzawka, 2005 y García y Quinke, 2012).

El potasio no intercambiable constituye alrededor del 1-10 % del potasio total y corresponde al potasio que se encuentra fijado. Bajo esta forma no se encuentra disponible y las plantas no lo pueden asimilar, por lo tanto, no forma parte de los procesos normales de intercambio catiónico. Sin embargo, constituye un reservorio de potasio muy importante, pues está en equilibrio con las formas más disponibles de potasio. El potasio intercambiable, se encuentra en la superficie de los coloides del suelo y es absorbido por estas, su presencia es regida por las leyes de los procesos de intercambio de cationes.

El potasio de la solución del suelo, es el que únicamente se encuentra bajo de catión cargado positivamente. Bajo esta forma el potasio, las plantas pueden absorberlo rápidamente, sin embargo, es más susceptible a perderse por lixiviación. La ecuación, potasio intercambiable más potasio en la solución de suelo, dan como resultado una proporción disponible del potasio en el suelo y constituye alrededor del 0,2 – 5 % del potasio total. Teniendo en cuenta a estas relaciones, un suelo de textura arenosa, cuya capacidad de intercambio catiónico sea deficiente, no podrá

proveer la cantidad de potasio que las plantas demanden durante todo su ciclo de crecimiento y desarrollo en la solución del suelo. En contra partida, un suelo con una capacidad de intercambio catiónico elevada, puede ser capaz de mantener un suministro de potasio relativamente constante de potasio en la solución del suelo. (Ruiz y Sadzawka, 2005 y García y Quinke, 2012).

#### **2.2.10. Factores que limitan la disponibilidad del elemento potasio en el suelo.**

López, *et al.*, (1998), señala que, algunos de los factores que influyen son: la lixiviación, cantidad y tipo de arcilla, el pH del suelo y encalado, la estructura del suelo, contenido de agua y temperatura del suelo. Para el tipo de suelo la condición más importante a tener en cuenta es la lixiviación.

Sanabria (2005), manifiesta que, es fundamental para garantizar la absorción del potasio, asegurarse que el mismo entra a formar parte del Complejo arcilloso Húmico (complejo de cambio) y que esté disponible cuando la planta lo requiera, para que se asegure su disponibilidad en suelo debe de tener entre 5 y 10 % de materia orgánica humificable, de lo contrario hay que aplicar enmiendas húmicas. De no hacer así el elemento quedará fijado en las arcillas del suelo.

Navarro y Navarro (2003), indican que, en contraste con la presencia de fósforo en el suelo, el elemento potasio se encuentra en la mayoría de los suelos en cantidades relativamente grandes. Su contenido como  $K_2O$  se encuentra entre 0,5 a 3%, y depende de su textura. Las arcillas presentan un contenido mayor potasio, por lo que los suelos arcillosos y limo – arcilloso son más ricos que los suelos de textura limo – arenosos y arenosos. Sin embargo esta variación en el contenido de potasio está también influenciada por la intensidad de las pérdidas: Extracción de potasio por cultivos,

lixiviación y erosión. En los suelos agrícolas dependerá de los aportes que se realicen, principalmente bajo la forma de fertilizante.

#### **2.2.11. Rol del elemento potasio en la planta**

Ruiz y Sadzawka(2005), manifiestan que, el potasio interviene en diversas funciones en la nutrición vegetal, no forma parte de las estructuras de los diferentes compuestos orgánicos. Por el contrario, permanece bajo la forma iónica en la solución de las células, también ejerce la función de un activador de enzimas celulares. Se tiene como registro un aproximado de 80 enzimas que necesitan del potasio y en ausencia de este no puede ejercer su funcionamiento, en procesos como: metabolismo energético, síntesis de almidón, reducción de nitrato, fotosíntesis y degradación de azúcares. El potasio ejerce un rol importante en la administración del agua, regulando el potencial osmótico celular, reduciendo así la pérdida de agua por las hojas y aumentando la eficacia de la raíz para absorber el agua del suelo. Se destaca en la introducción y adaptación de las plantas ante las condiciones medio ambientales (estrés hídrico, heladas, enfermedades, etc.). También la calidad de los frutos está sujeta a la influencia del potasio.

INTAGRI,(2017),mencionalos procesos donde el potasio es indispensable se da en la fotosíntesis, donde ejerce una función de activación de enzimas e interviene en la glucólisis produciendo adenosíntrifosfato (ATP). Además, el balance de carga eléctrica en el sitio de producción de ATP se mantiene con iones de  $K^+$ . Cuando las plantas no cuentan con la disponibilidad de potasio, la tasa de fotosíntesis y la tasa de producción de ATP se ven afectadas, así como todos los procesos dependientes del ATP. También su influencia en la presión osmótica y la turgencia de las células, el potasio tiene un rol importante en la apertura y cierre de los estomas que regulan la transpiración y la absorción de  $CO_2$ .

El potasio interviene en el transporte de azúcares en el floema elaborados por las hojas mediante la fotosíntesis, y a través de este proceso se producen fotoasimilados que posteriormente son transportados por el canal del floema hasta los órganos sumideros (flores, frutos, raíces, etc.). La carga de los fotoasimilados en el floema es impulsado por la ATPasa, y el potasio es el elemento encargado de activar esta enzima. Al limitar la llegada de carbohidratos a los órganos demanda, estas no logran la longitud o el tamaño adecuado. (INTAGRI, 2017).

El potasio bajo la forma  $K^+$  interviene en más de 60 enzimas en los vegetales, entre ellas la enzima ATPasa. El potasio es un catión monovalente que interactúa con las enzimas; activándolas induciendo cambios en la conformación de la proteína enzimática. En general, este cambio inducido por el potasio favorece la velocidad de las reacciones catalíticas. También se ha demostrado que la cantidad de este nutriente presente en la célula, determina cuántas reacciones impulsadas por enzimas puede activarse en cualquier momento. (INTAGRI, 2017).

El potasio desempeña un papel fundamental en la síntesis y activación de la enzima nitrato reductasa (NR), y esta a su vez es considerada una enzima clave del proceso de asimilación del N. El potasio mantiene una relación estrecha en la absorción, translocación y asimilación de los  $NO^3^-$  en las plantas, siendo estos la materia prima para la formación de las proteínas (INTAGRI, 2017).

Uno de los requisitos para la elongación celular es la acumulación de soluto para crear el potencial osmótico interno necesario para la presión de turgencia. El potasio es el principal soluto requerido en las vacuolas para la elongación de las células debido a que aumenta el potencial osmótico favoreciendo la entrada de agua.

Por lo tanto, el potasio es un nutriente fundamental para la elongación celular, principalmente para el crecimiento de las raíces. El potasio se ha asociado como el nutriente que determina la calidad para la producción de cultivos. Debido a su papel fundamental en la fotosíntesis, la respiración y la activación de enzimas, el potasio tiene una influencia significativa tanto en el crecimiento como en la calidad de frutas y hortalizas. Además, al tener cultivos con buen sistema radicular, los vegetales pueden absorber agua y nutrientes que posteriormente favorecen al desarrollo del cultivo. (INTAGRI, 2017).

Durante la evolución de las plantas se han desarrollado una gama de mecanismos para tolerar a las condiciones de estrés biótico y abiótico. Actualmente se sabe que los nutrientes juegan un papel esencial en la resistencia del estrés de las plantas, pero de los 17 elementos esenciales en la nutrición de los cultivos, el potasio desempeña una función fundamental en la resistencia de las plantas al estrés. (INTAGRI, 2017).

Domínguez (2004), menciona que, el potasio promueve la acumulación y la rápida translocación de los carbohidratos elaborados recientemente. Asimismo, Tjalling (2006) señala que este elemento influye directamente en la producción y calidad del tomate; mientras que, para Pérez *et al.* (2002) el elemento potasio también influye en la acumulación de azúcares en el fruto.

Bidwell, (2002), señala que el potasio se enlaza iónicamente a la piruvato quinasa, que es esencial en los procesos fisiológicos de la respiración y el metabolismo de carbohidratos; de manera que este elemento es muy importante en todo el metabolismo de las plantas.

Samperio (2004), menciona que el elemento potasio tiene la propiedad de activar diferentes enzimas que están involucradas en la función de los carbohidratos en el metabolismo de la planta y

facilita un movimiento adecuado de los iones entre el agua y las membranas. Asimismo, indica que este mineral interviene en la síntesis del almidón activando la enzima sintetasa y también ayuda al control de la transpiración, apertura y cierre de los estomas, incidiendo en la calidad de la planta, por lo que resulta altamente necesario para lograr una buena floración, el aumento de este elemento cuando comienza a desarrollarse el fruto, fortalece el proceso de fructificación

Torres (2009), señala que en el proceso de la fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de estomas, y por lo tanto regula la absorción de  $\text{CO}_2$ . En las plantas, el potasio desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosintrifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta. Asimismo, el agregado de potasio vía fertilizante incrementa rápidamente el nivel de este nutriente inmediatamente disponible.

Melgar (2011), indica que el potasio reduce la incidencia de desórdenes fisiológicos que afectan la calidad comercial del tomate como locus vacío (complejo de manchas en la madurez, paredes grisáceas, aéreas doradas, y reverdecimiento en la base).

Torres (2009) y Flórez (2009), refieren que el elemento potasio cumple funciones vitales en la fisiología vegetal y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento y/o calidad de los cultivos. Interviene en la regulación del agua en las plantas (osmo-regulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, puesto que regula el mecanismo de apertura y cierre de las células oclusivas, mejorando la tolerancia de la planta al estrés hídrico. Favorece la formación de hidratos de carbono (azúcar, almidón, etc.). Aumenta la consistencia y dureza de los tejidos de las plantas, lo que da

lugar a mayor resistencia a ciertas enfermedades, aumenta el peso, la coloración y el sabor de los frutos, favorece la conservación de los productos, hace disminuir el riesgo de helada, al aumentar el contenido de sales disueltas en la savia disminuyen el punto de congelación de agua.

Tjilling(2006), manifiesta 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.

#### **2.2.12. Deficiencia de potasio**

INTAGRI(2017), señala que, ante una falta de potasio, además de afectar el crecimiento radicular, también limita la absorción de agua y otros nutrientes al tener menor cantidad de pelos absorbentes. Lo anterior se acrecienta en suelos con contenidos bajos de nutrientes y bajo contenido de agua disponible en el suelo.

Domínguez (2004), indica que, 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.

Azcón-Bieto y Talón (2008), mencionan que en las plantas dicotiledóneas, los primeros síntomas de clorosis aparecen en las hojas adultas, que posteriormente se hacen necróticas; el crecimiento se retrasa y se produce pérdida de turgencia y marchitamiento, mucho más acusados cuando existe un déficit hídrico.

Flórez (2009), manifiesta que una deficiencia del potasio causa disturbios en el metabolismo de las proteínas, indicando el relativo

incremento del nitrógeno en forma de aminoácidos y disminuyendo el nivel de proteína en los tallos y hojas son responsables de manchas necróticas. En la mayoría de los cultivos aparecen hojas viejas. Las plantas crecen lentamente, tiene un sistema radicular mal desarrollado y los tallos débiles. Las semillas y los frutos son pequeños y deformes, así como las plantas tienen menor resistencia a enfermedades así como los estomas no abren completamente y son más rápidos en cerrarse.

### **2.2.13. Exceso de potasio**

Adams y Ho (1993); Azcón-Bieto y Talón (2008) y Scherer (1999), mencionan que, generalmente la adición de potasio no produce efectos específicos de toxicidad en las plantas, bajo condiciones de exceso, su consumo se incrementa, salvo en las semillas, sin embargo, interfiere en la absorción y disponibilidad fisiológica de Ca, Mg, Na, P, Z y Cl. De hecho las aplicaciones en exceso de potasio, algunas veces reduce tan fuertemente la absorción de Ca que induce a su deficiencia.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Tomate variedad Floradade**

Planta solanácea que fue desarrollada por la Universidad de Florida se adapta muy bien a climas cálidos y húmedos ([www.guasch.com.ar/](http://www.guasch.com.ar/)).

El genotipo es una variedad, presenta un hábito de crecimiento determinado y el fruto es en forma de bola, el rendimiento promedio es de 4,15 kg/planta, puede llegar a 66 frutos, peso de fruto de 63,1 gr, el número de cortes es de 15, y tiene que transcurrir 116,0 días

para el primer corte, 88,0 días en cosecha y finalmente el contenido de sólidos solubles totales es de 3,9 °Brix.(Josafad,*et al.*, 1998).

#### **2.3.2. Rendimiento**

Es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficacia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad y el manejo del cultivo; por lo tanto es el resultado de la interrelación de los factores biológicos, ambientales y de manejo del cultivo. La interrelación de estos factores se expresa en kg/ha.(Alvarado 2000).

#### **2.3.3. Producción**

Se refiere a las operaciones que se llevan a cabo para suministrar productos agrícolas en el estado en que se dan en la finca, incluido el envasado inicial y etiquetado del producto([www.glosario.net](http://www.glosario.net)).

#### **2.3.4. Calidad**

Producto que es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.(Kader, *et al.*, 1985).

#### **2.3.5. Fertilización**

Proceso por el cual se provee a la planta de los nutrientes suficientes y en las dosis adecuadas para un crecimiento y desarrollo. Además, junto con un buen clima y manejo adecuado del cultivo permitirá la explotación o expresión del máximo potencial genético de esa planta en particular (Lazcano, 2006).

#### **2.3.6. Nutrición mineral**

El estudio del modelo de asimilación de los nutrientes minerales por parte de las plantas se denomina nutrición mineral (Loomis y Connor, 1992).

## **d. Materiales y Métodos**

### **3.1. Tipo de estudio**

La presente investigación, de acuerdo al objetivo es aplicada y por la técnica de contrastación se considera experimental.

### **3.2. Materiales**

#### **3.2.1. Material de estudio**

Plantas del cultivo de tomate de la variedad Floradade.

### **3.3. Población y muestra**

La población estuvo constituida por el total de plantas de tomate de la variedad floradade (240), distribuidas en todo el campo experimental. El tamaño de la muestra para las variables cuantitativas evaluadas, fue de cinco plantas tomada al azar y ubicadas en las líneas centrales de cada parcela experimental, evitando el efecto de bordo.

### **3.4. Método de investigación**

#### **3.4.1. Lugar de ejecución**

El ensayo se realizó en el Campus de la Facultad der Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes (Fig. 1), cuyas coordenadas geódesicas son: 9603698 m, al norte, 555295 m al este, Zona 17, proyección, Datum horizontal: transversal Mecator provisional la canoa (Venezuela) y Datum vertical: nivel medio del mar (mareógrafo) (Fig. 2).



**Figura 1.** Campus de la Facultad de Ciencias Agrarias.



**Figura 2.** Ubicación satelital del experimento.

### **3.4.2. Fase preliminar**

Comprendió la elaboración, presentación y aprobación del proyecto de investigación.

### **3.4.3. Fase de campo**

#### **A. Muestreo del suelo**

Se utilizó la metodología establecida por Fertilab (s/f), la toma de muestras en el campo, se realizó mediante el método de Zigzag, extrayendo 5 submuestras del campo experimental; a partir de ella se tomó una muestra representativa de 1 kg. La muestra rotulada se envió al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Piura para la determinación Físico-mecánica y química (Tabla 2).

**Tabla 2.** Determinación de las características físico-químicas del suelo

| Determinaciones                            | Unidades      | Método                                   |
|--------------------------------------------|---------------|------------------------------------------|
| Textura                                    | %             | Bouyoucus                                |
| pH (1:2,5)                                 |               | Potenciómetro                            |
| Materia orgánica                           | %             | Colorímetro de Zaffanella                |
| Nitrógeno total                            | %             | Estimado a partir de la materia orgánica |
| Carbonato de calcio                        | %             | Volumétrico                              |
| Capacidad de cambio                        | meq/100 gr    | Acefato de Amonio                        |
| Bases cambiables                           | meq/100 gr    |                                          |
| Na                                         |               | Fotómetro de llama                       |
| K                                          |               | Fotómetro de llama                       |
| Ca                                         |               | Versenato                                |
| Mg                                         |               | Versenato                                |
| Conductividad eléctrica                    | Mmhos/cm/25°C | Conductivímetro                          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (disponible) | ppm           | Olsen                                    |

## B. Instalación del almácigo

Según el protocolo del módulo hidropónico de la escuela profesional de agronomía de la facultad de ciencias agrarias, se forraron dos camas de maderade 1 m x 1 m x 0,14 m, forrándose interiormente con un plástico de color negro de 8 micras y en las cuales se colocaron las bandejas almacigueras que contenían el sustrato especial para almácigos (proporcionado por la Empres 4 Estaciones)humedecidohasta su capacidad de campo.

### a. Siembra de semillas

Se realizó un hoyo de 3 cm de profundidad en cada alveolo de las bandejas (72 alveolos), se colocaron dos semillas de tomate variedad Floradade; posteriormente, se cubrió con sustratocuatro estaciones y finalmente se realizó un riego ligero.

## **C. Instalación en campo definitivo**

### **a. Limpieza del terreno**

Se tuvo en cuenta la situación de terreno, malezas ya sean de hábitos herbáceos, arbustivos o arbóreos. Estas dos últimas se extrajeron del campo de forma mecánica con el uso de una cadena adherida al tractor agrícola. Para malezas herbáceas se utilizó el arado de discos.

### **b. Labranza**

Se realizó en capacidad de campo mediante el arado de discos y tracción mecánica (tractor) y a una profundidad de 20 cm. Se realizaron 3 pases del tractor.

### **c. Parcelación y aleatorización del campo**

Se confeccionaron acequias, surcos y bordos correspondientes. Los surcos tuvieron un distanciamiento de 0,70 m. Las unidades experimentales fueron distribuidas en tratamientos y repeticiones, teniendo en cuenta el diseño experimental (Figura 3).

Características del campo experimental

#### **Unidad Experimental**

|       |   |                     |
|-------|---|---------------------|
| Largo | : | 4 m.                |
| Ancho | : | 3 m.                |
| Área  | : | 12 m <sup>2</sup> . |

## Bloque

Largo : 18.20 m.  
Ancho : 3 m.  
Área : 54.60 m<sup>2</sup>.

## Campo experimental

Largo : 18.20 m.  
Ancho : 9 m.  
Área : 163.8 m<sup>2</sup>.

Distribución de las unidades experimentales para la influencia del potasio en el rendimiento y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade. Ver figura 3.

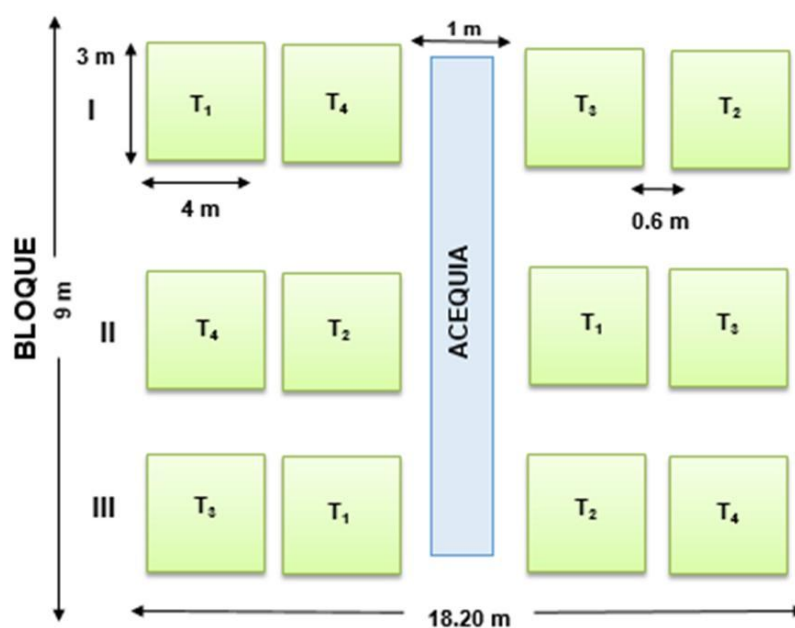


Figura 3. Distribución de tratamientos y bloques

#### **d. Trasplante**

Se realizó a los 30 días de la siembra en almácigo y en hoyos de 30 x 30 x 10 cm. Las plántulas con champa fueron colocadas en dichos hoyos cada 0,80 m. y acondicionándose, de modo que el cuello quedó al nivel de la superficie del terreno. Luego se apisonó la “Champa” con el pie a fin de que tenga un mejor contacto con el terreno; finalmente, se dio un pase ligero de agua con el propósito de facilitar el contacto del suelo y sus partículas con el sistema radicular.

#### **e. Repique**

Se realizó a los cinco días después del trasplante, y consistió en reemplazar a las plantas que no sobrevivieron por diversos motivos.

#### **f. Aporque**

Esta labor se hizo a los 37 días después del trasplante, donde se acumuló tierra agrícola en el pie de la planta.

#### **g. Tutorado**

Se colocaron estacas de 2 m de longitud a un distanciamiento de 4 m. y alambre de amarre a manera de espaldera. Para el amarre se utilizó rafia.

#### **h. Poda**

Se eliminaron los brotes axilares cuando tuvieron un tamaño pequeño y hojas que se encontraban en la parte basal.

### i. Fertilización edáfica y aplicación de los tratamientos

Para la fertilización se tuvo en cuenta el análisis del suelo (Tabla 8). Se realizó en dos fases: en la primera fase a los 15 días después del trasplante, en donde se aplicó el 50% de Nitrógeno (Nitrato de Amonio 33% N<sub>2</sub>3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 100 % de Fósforo (MicroEssentials SZ 12% N<sub>2</sub> 40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>S10% Zn 1%) y 50% de Potasio(Sulfato de Potasio 50% K<sub>2</sub>O18% S). La segunda fase fue a los 30 días después de la primera aplicación con el 50% restante del nitrógeno y potasio (Tabla 4 y 5).

**Tabla 3.** Momento de aplicación y fuente de fertilizante en tomate variedad Floradade

| Elemento                      | Fuente             | Dosis de aplicación<br>kg/ha | Primera fase<br>15 ddt* | Segunda fase<br>45ddt* |
|-------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------|
| N <sub>2</sub>                | Nitrato de amonio  | 200                          | 100                     | 100                    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MicroEssentials SZ | 100                          | 100                     | -----                  |
| K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Sulfato de potasio | 250                          | 125                     | 125                    |

\* ddt: después del trasplante

**Tabla 4.** Momento de aplicación de los tratamientos en tomate variedad Floradade

| Tratamiento | Dosis de aplicación<br>K <sub>2</sub> O kg/ha | Primera fase<br>15 ddt* | Segunda fase<br>45ddt* |
|-------------|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| T0          | 0                                             | 0                       | 0                      |
| T1          | 250                                           | 50%                     | 50%                    |
| T2          | 300                                           | 50%                     | 50%                    |
| T3          | 350                                           | 50%                     | 50%                    |

\* ddt: después del trasplante

**Tabla 5.** Dosificación de los tratamientos por unidad experimental en cultivo de tomate

| <b>N<sub>2</sub><br/>kg/ha</b> | <b>Kg N<br/>Parcela 12m<sup>2</sup></b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><br/>kg/ha</b> | <b>kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub><br/>Parcela 12m<sup>2</sup></b> | <b>K<sub>2</sub>O<br/>kg/ha</b> | <b>kg K<sub>2</sub>O<br/>Parcela 12m<sup>2</sup></b> |
|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| 200                            | 0,34                                    | 100                                         | 1,39                                                             | 0                               | 0                                                    |
| 200                            | 0,34                                    | 100                                         | 1,39                                                             | 250                             | 0,20                                                 |
| 200                            | 0,34                                    | 100                                         | 1,39                                                             | 300                             | 0,40                                                 |
| 200                            | 0,34                                    | 100                                         | 1,39                                                             | 350                             | 0,61                                                 |

#### j. Fertilización foliar y regulador de crecimiento

Se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares (Micro Total Power), enmienda orgánica (Humi Black) y fitoregulador hormonal (Hatun Rumi). En todas las aplicaciones se utilizó el coadyuvante Super penetra. Las dosis y momentos de aplicación se describen en la tabla 6.

**Tabla 6.** Dosificación de fertilizante foliares, enmienda agrícola y fitoregulador en Tomate.

| <b>Producto</b> | <b>Dosis<br/>(pulverizadora de 20 l)</b> | <b>Momento de aplicación</b>                                                        |
|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| MicrototalPower | 30 ml                                    | Antes de la floración.<br>Después del cuajado.                                      |
| HumiBlack       | 100 ml                                   | 15 y 45 días después del trasplante<br>Aplicación en drench.                        |
| Hatun Rumi      | 50 ml                                    | 30 días después del trasplante.<br>60 días después del trasplante.<br>En floración. |
| Super Penetra   | 5 ml                                     |                                                                                     |

#### **k. Riegos**

Los riegos se realizaron, de acuerdo a la necesidad del cultivo y las condiciones climáticas de la zona en estudio.

#### **l. Control de malezas**

El control de malezas se hizo de forma manual y oportuna cuando fue necesario.

#### **m. Control de plagas y enfermedades**

Se realizaron monitoreos frecuentes para detectar la presencia de plagas y enfermedades. Se observó la presencia de: *Bemisia tabaci*. L “Mosca blanca”, *Spodoptera* *pyralis* *Heliothis* *ssp.* Para su control se realizaron tres aplicaciones con un intervalo de quince días por aplicación, mezclando los insecticidas DK – PRID 35% (Imidacloprid) a una dosis de 20 ml/mochila de 20 lt y Contest (Alphacypermethrin) a una dosis de 20 gr/mochila de 20lt. Para el manejo de enfermedades se realizaron tres aplicaciones preventivas a los 15; 45 y 60 después del trasplante de fungicida BioNut, Cu Protection (Sulphato de Cobre Pentahidratado) con una dosis de 35 ml/ mochila de 20 lt. Se utilizó en todas las aplicaciones el coadyuvante BioNut SUPER PENETRA a una dosis de 5 ml/ mochila de 20 lt.

#### **n. Cosecha**

Se realizó de forma manual, cuando la planta se encontró en su madurez fisiológica.

#### **3.4.4. Observaciones experimentales**

Se determinaron los componentes del rendimiento del tomate, calidad y parámetros de semillas.

##### **a. Componentes del rendimiento**

- Número de frutos por planta

Se observó mediante el conteo de los frutos cosechados por planta, tomando cinco plantas al azar de los dos surcos centrales por unidad experimental.

- Diámetro del fruto

Se midió el diámetro de los frutos cosechados con Pie de Rey en milímetros.

- Peso del fruto por planta

Se realizó, pesando en una balanza analítica cinco frutos cosechados por planta, calculando el peso promedio en cada tratamiento.

- Rendimiento

Se determinó, multiplicando el peso promedio de fruto por el número de frutos por planta. Se expresó en t/ha.

#### **b. Número de lóculos por fruto**

Se realizó un corte transversal en cinco frutos de cinco plantas tomadas al azar de los dos surcos centrales y por unidad experimental, contándose el número de lóculos.

#### **c. Calidad del fruto de tomate**

Se determinó en base a la **clasificación comercial de los frutos y el contenido de sólidos solubles totales**.

La clasificación de los frutos se realizó, teniendo en cuenta el calibre (diámetro) de los frutos y de acuerdo a la escala establecida por Escobar y Lee (2001).

**Tabla 7.** Clasificación comercial de los frutos de tomate, según su calibre

| <b>Clasificación</b> | <b>Diámetro del fruto (mm)</b> |
|----------------------|--------------------------------|
| Calibre 1 (Extra)    | Mayor a 82                     |
| Calibre 2 (Primera)  | 67 a 82                        |
| Calibre 3 (Segunda)  | 57 a 67                        |
| Calibre 4 (Tercera)  | 47 a 57                        |
| Calibre 5 (Cuarta)   | Menor de 47                    |

El contenido de **sólidos solubles totales**, se realizó sobre la base del jugo de frutos de tomate, extrayéndoles algunas gotas y colocándolas sobre el lente del refractómetro. Se determinó en grados Brix.

#### **d. Parámetros de semillas**

- Número de semillas por fruto

Se determinó cinco frutos tomados al azar por cada unidad experimental, a los cuales se les extrajo todas las semillas y se procedió a su conteo.

- Peso de 100 semillas

Se determinó en tres grupos de 100 semillas por unidad experimental.

- Diámetro de semilla

Del lote de 100 semillas pesadas, se escogieron 20 semillas por unidad experimental y se les midió su diámetro con un Pie de Rey.

### **3.5. Diseño experimental**

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones y cuatro tratamientos, incluyendo el testigo. La disposición de los tratamientos se describe en la figura 3.

### **3.6. Procesamiento y análisis de datos**

Los datos se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza y para comparar las medias se utilizó la prueba de significación de Duncan al 5%. Los resultados se presentan en tablas y figuras.

### **3.7. Fase de comunicación**

Consistió en la redacción y presentación del informe final.

## **4. Resultados**

### **4.1. Análisis físico químico del suelo**

Los resultados del análisis físico químico del suelo en estudio se reportan en la tabla 8.

#### **a. Textura**

Según el análisis físico mecánico resultó una clase textural franco arenoso con un promedio de 65% arena, 24% de limo y 11% arcilla; Corpeño, 2004, menciona que, el cultivo de tomate requiere de suelos de textura arcillosa.

#### **b. pH**

Con respecto a la reacción del suelo, éste tuvo un promedio de 8,30 considerándose como un suelo moderadamente alcalino; Según Corpeño, 2004, manifiesta que, el cultivo de tomate requiere suelos cuyo pH oscile entre 5,5 y 7,02

#### **c. Materia orgánica**

El contenido en el suelo fue un promedio de 0,38% nivel considerado muy bajo.

#### **d. Nitrógeno total**

Es un suelo pobre en este elemento con un 0,019, nivel considerado muy bajo.

#### **e. Contenido de fósforo y Potasio**

El nivel de fósforo y potasio encontrado fue de 8 y 90 ppm respectivamente considerado muy bajo para fósforo y bajo para potasio.

#### **f. Conductividad eléctrica y Calcáreo**

El suelo presentó un promedio de 0,51 dS/m y 1,86 CaCO<sub>3</sub>, considerando bajo, tratándose de un suelo sin problemas de sales.

**Tabla 8. Análisis físico químico del suelo**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Departamento Académico de Suelos**

**ANÁLISIS DE SUELOS**

REMITE: BRUNO JIMÉNEZ MORE

PROCEDENCIA: TUMBES

|                                  |      |                        |
|----------------------------------|------|------------------------|
| Conductividad eléctrica (dS/m)   | 0.51 | Baja                   |
| p H ( suelo / agua ; 1 : 2.5 )   | 8.30 | Moderadamente Alcalino |
| Calcáreo ( CaCO <sub>3</sub> % ) | 1.86 | Bajo                   |
| Materia Orgánica ( % )           | 0.38 | Muy Bajo               |
| Nitrógeno Total ( % )            | 0.02 | Muy Bajo               |
| Fósforo ( ppm P )                | 8    | Muy Bajo               |
| Potasio ( ppm K )                | 90   | Bajo                   |

|                |                |        |
|----------------|----------------|--------|
| Clase Textural | Franco arenoso | Grueso |
| % Arena        | 65             |        |
| % Limo         | 24             |        |
| % Arcilla      | 11             |        |

|                              |      |      |
|------------------------------|------|------|
| C. I. C. meq/100 gr de suelo | 6.36 | Bajo |
|------------------------------|------|------|

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Ca <sup>++</sup> meq/100 gr de suelo | 5.20 |
| Mg <sup>++</sup> meq/100 gr de suelo | 0.70 |
| K <sup>+</sup> meq/100 gr de suelo   | 0.26 |
| Na <sup>+</sup> meq/100 gr de suelo  | 0.20 |

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Da ( gr / cm <sup>3</sup> ) | 1.54 |
|-----------------------------|------|

**N - P - K  
ASIMILABLES kg/ha /año  
( 30 cm Prof.)**

**N<sub>2</sub> = 6.00**

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 25.00**

**K<sub>2</sub>O = 200.00**

Piura, 12 de enero del 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE SUELOS  
*Victor Manuel Requena Sullón*  
Ing. Victor Manuel Requena Sullón  
JEFE DE LABORATORIO

## 4.1. Componentes del rendimiento en el cultivo de tomate

### 4.1.1. Número de frutos por planta

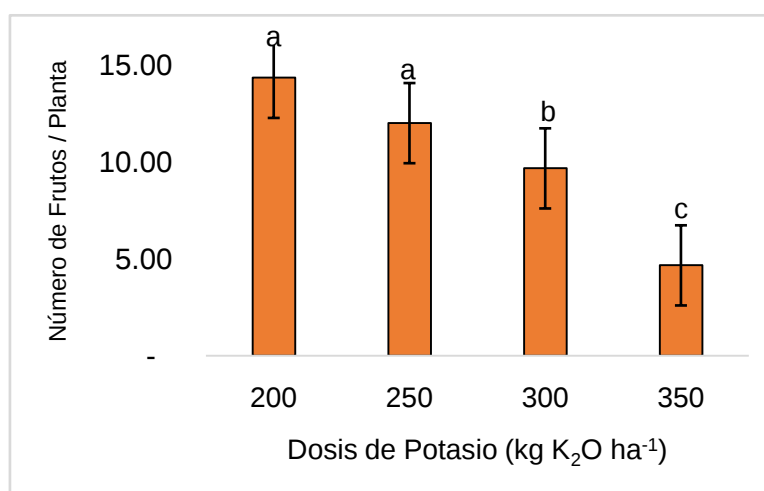
A medida que se incrementa la dosis disminuye la cantidad de frutos (Fig 4). Según la prueba de Duncan al 5% (Tabla 9), con la dosis de 200 (testigo comercial) y 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> son estadísticamente similares y a su vez, superiores a las dosis de 300 y 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

El coeficiente de correlación (Tabla 10), tuvo un valor de 0,9588; Esto quiere decir, cuanto más cerca se encuentra el coeficiente de correlación del valor 1, los datos tienen correlación positiva.

**Tabla 9.** Número de frutos por planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Número de Frutos por Planta | Duncan (1) 0,05 |
|--------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| T1     | Testigo                              | 14,33                       | a               |
| T2     | 250                                  | 12,00                       | a               |
| T3     | 300                                  | 9,67                        | b               |
| T4     | 350                                  | 4,67                        | c               |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 4.** Efecto de las dosis de potasio en el número de frutos por planta. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan 5%.

**Tabla 10.** Correlación para número de frutos por planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,9588 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 91,92% |
| Dosis de potasio                            | 4,00   |

#### 4.1.2. Diámetro ecuatorial y polar de fruto

Los resultados para diámetro ecuatorial y polar se resumen en la figura 5. Según la prueba de Duncan al 5%, el diámetro ecuatorial (Tabla 11) con la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obtuvo diferencia estadística en comparación con los demás tratamientos con un diámetro de 52,47 mm, la dosis de 350 y 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> fueron similares, pero a su vez, superiores a la dosis de 200 (testigo comercial); El diámetro polar (Tabla 12), se encontró diferencia estadística en todos los tratamientos, siendo superior la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> con un diámetro de 49,27 mm. El coeficiente de correlación para el diámetro ecuatorial y polar fue de 0,4283 y 0,4749 respectivamente, demostrando correlación positiva para ambos diámetros.

**Tabla 11.** Diámetro ecuatorial del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

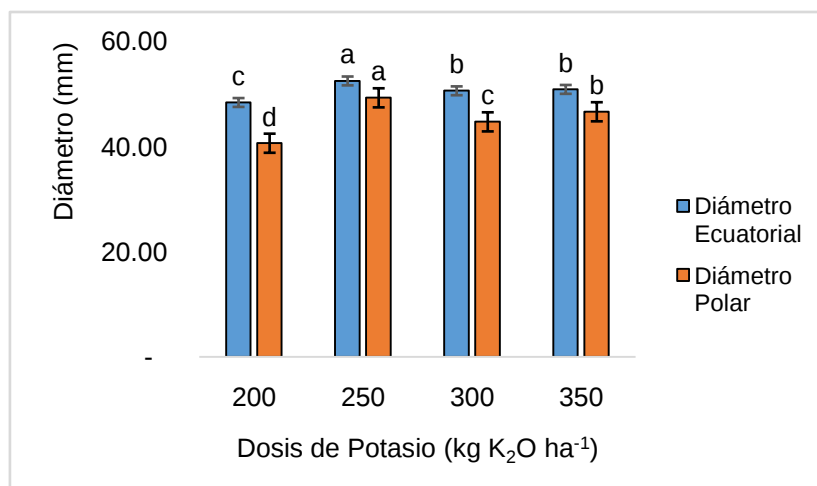
| Código | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Diámetro Ecuatorial | Diámetro Polar | Duncan (1) 0,05 |
|--------|--------------------------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| T2     | 250                                  | 52,47 a             | 49,27 a        | a               |
| T4     | 350                                  | 50,87 b             | 46,61 b        | b               |
| T3     | 300                                  | 50,60 b             | 44,70 c        | b               |
| T1     | Testigo                              | 48,38 b             | 40,64 d        | c               |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.

**Tabla 12.** Diámetro polar del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg $K_2O$ ha <sup>-1</sup> | Diámetro Polar | Duncan (1) 0,05 |
|--------|----------------------------|----------------|-----------------|
| T2     | 250                        | 49,27          | a               |
| T4     | 350                        | 46,61          | b               |
| T3     | 300                        | 44,70          | c               |
| T1     | Testigo                    | 40,64          | d               |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 5.** Efecto de las dosis de potasio en el diámetro ecuatorial y polar del fruto de tomate. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan 5%.

**Tabla 13.** Correlación para el diámetro ecuatorial y polar del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                              | Diámetro ecuatorial | Diámetro polar |
|----------------------------------------------|---------------------|----------------|
| Coefficiente de correlación R                | 0,4283              | 0,4749         |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 18,34%              | 22,55%         |
| Dosis de potasio                             | 4,00                |                |

#### 4.1.3. Peso de fruto de tomate

Para el peso de los frutos se detallan en la tabla 14 y figura 6, la dosis de 300 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup>; resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos, las dosis de 250 y 350 kg  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> resultaron no significativas, pero a su vez fueron superiores a la dosis de 200 (Testigo comercial).

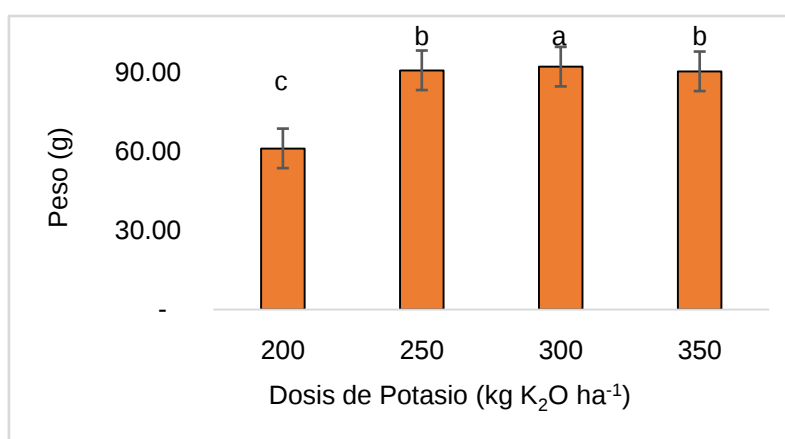


El coeficiente de correlación (Tabla 15) calculado fue de 0,7671; indicando una correlación positiva entre las medias de las dosis.

**Tabla 14.** Peso de fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Peso g | Duncan (1) 0,05 |
|--------|--------------------------------------|--------|-----------------|
| T3     | 300                                  | 91,92  | a               |
| T2     | 250                                  | 90,54  | b               |
| T4     | 350                                  | 90,15  | b               |
| T1     | Testigo                              | 60,97  | c               |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 6.** Efecto de las dosis de potasio en el peso del fruto de tomate. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan 5%.

**Tabla 15.** Correlación para el peso de fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,7671 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 58,83% |
| Dosis de potasio                            | 4,00   |

#### 4.1.4. Rendimiento del cultivo de tomate variedad Florada de

Los resultados del rendimiento del fruto del tomate se resumen en la tabla 16 y figura 7; Con la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> superó estadísticamente a los demás tratamientos, alcanzando un valor de 17,68 t ha<sup>-1</sup>, la dosis de 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> y 200 (Testigo comercial), tuvieron un comportamiento similar cuyos valores fueron de 13,60 y

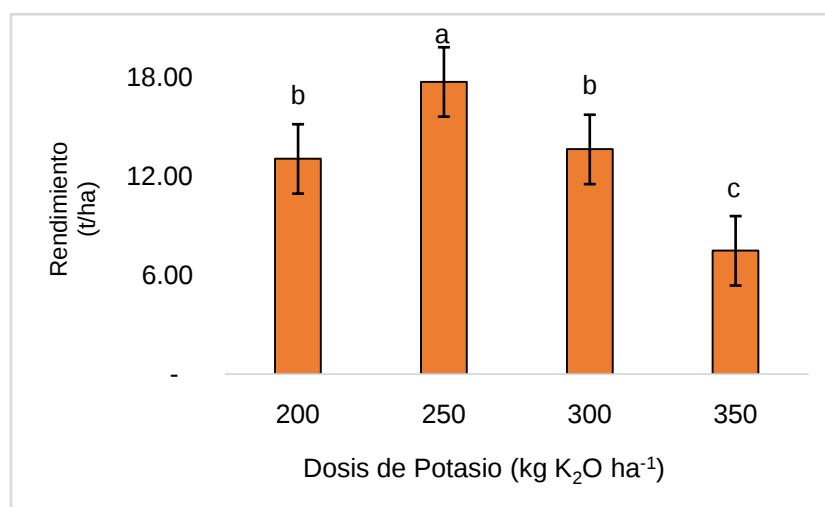
13,02 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, pero a su vez superiores a la dosis de 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> cuyo valor fue de 7,47 t ha<sup>-1</sup> evidenciando un efecto decreciente.

El coeficiente de correlación (Tabla 17) fue 0,6832; corroborando una correlación positiva para las medias en estudio.

**Tabla 16.** Rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Rendimiento | Duncan (1)<br>0,05 |
|--------|--------------------------------------|-------------|--------------------|
| T2     | 250                                  | 17,68       | a                  |
| T3     | 300                                  | 13,60       | b                  |
| T1     | Testigo                              | 13,02       | b                  |
| T4     | 360                                  | 7,47        | c                  |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 7.** Efecto de las dosis de potasio en el rendimiento del cultivo de tomate variedad Floradade. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan 5%.

**Tabla 17.** Correlación para el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,6832 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 40,74% |
| Dosis de potasio                            | 4,00   |

## 4.2. Número de lóculos

Según la prueba Duncan (Tabla 18), se encontraron diferencias estadísticas en todos los tratamientos; El mayor número de lóculos se obtuvo con la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> que presentó 6 lóculos por fruto, mientras que con el resto de dosis presentaron entre 3 a 4 lóculos (Fig8). El coeficiente de correlación (Tabla 19) fue de 0,4446.

**Tabla 18.** Número de lóculos del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Nº de lóculos | Duncan (1)<br>0,05 |
|--------|--------------------------------------|---------------|--------------------|
| T2     | 250                                  | 6,00          | a                  |
| T3     | 300                                  | 4,67          | b                  |
| T1     | Testigo                              | 4,00          | c                  |
| T4     | 360                                  | 3,00          | d                  |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 8.** Número de lóculos en frutos de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. T<sub>1</sub> (200 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>2</sub> (250 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>3</sub> (300 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) y T<sub>4</sub> (350 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>).

**Tabla 19.** Correlación para el número de lóculos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,4446 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 19,77% |
| Dosis de potasio                            | 4,00   |

### 4.3. Calidad del fruto de tomate

Se hizo una clasificación comercial de los frutos del tomate (Fig9 y 10), tomando en cuenta su calibre; así como el contenido de sólidos solubles totales. Los resultados muestran que los tratamientos dos y tres presentan los mejores calibres, siendo el más comercial el calibre 4. El tratamiento cuatro presenta frutos con menor calibre y son los menos comerciales.

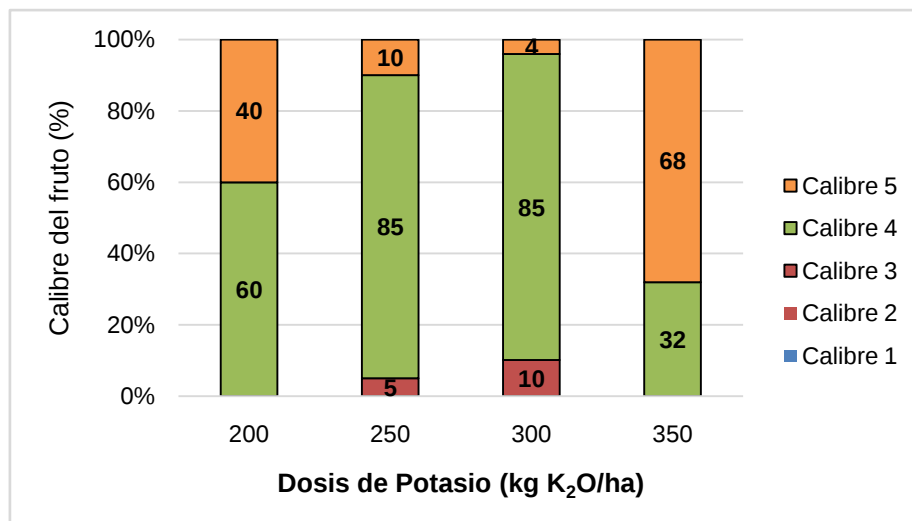
En cuanto a sólidos solubles totales (Fig 11), los tratamientos tuvieron valores que oscilaban entre 4 y 5 °Brix. Las dosis de 250 y 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> alcanzaron los más altos valores, en relación a la dosis de 200 (testigo comercial) y 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Según la prueba de Duncan al 5% (Tabla 20), no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos de 300 y 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, a su vez son superiores a las demás dosis en estudio, pero si hubo significancia para los tratamientos de 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> y 200 (testigo comercial). El coeficiente de correlación (Tabla 21) calculado fue de 0,3242; Mostrando una correlación positiva para las medias de los tratamientos.

**Tabla 20.** Sólidos solubles totales del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Sólidos Solubles °Brix | Duncan (1) 0,05 |
|--------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|
| T3     | 300                                  | 5,23 a                 |                 |
| T2     | 250                                  | 5,07 a                 |                 |
| T4     | 350                                  | 4,50 b                 |                 |
| T1     | Testigo                              | 4,13 c                 |                 |

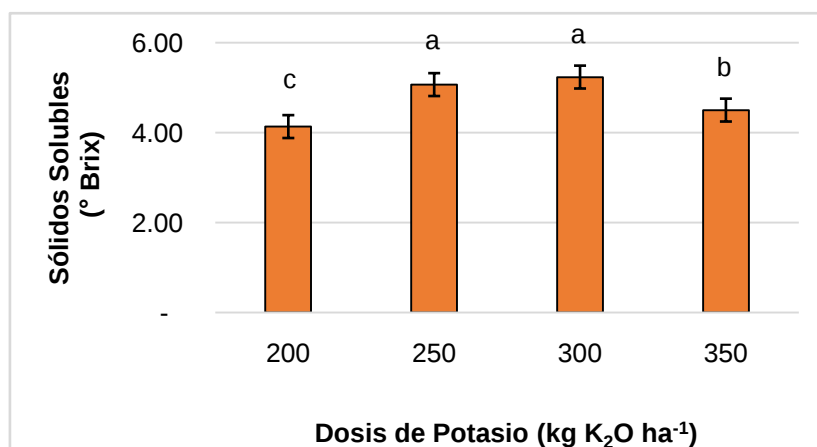
(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 9.** Clasificación de los frutos de tomate por efecto del potasio.



**Figura 10.** Variación en el tamaño de los frutos de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. T<sub>1</sub> (200 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>2</sub> (250 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>3</sub> (300 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) y T<sub>4</sub> (350 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>).



**Figura 11.** Efecto del potasio en la concentración de sólidos solubles totales en frutos de tomate. Las barras representan el promedio de tres repeticiones. Valores con la misma letra dentro de cada serie son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una p < 0,05.

**Tabla 21.** Correlación para sólidos solubles totales en el fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             |        |
|---------------------------------------------|--------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,3242 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 10,51% |
| Dosis de potasio                            | 4,00   |

#### 4.4. Parámetro de semillas

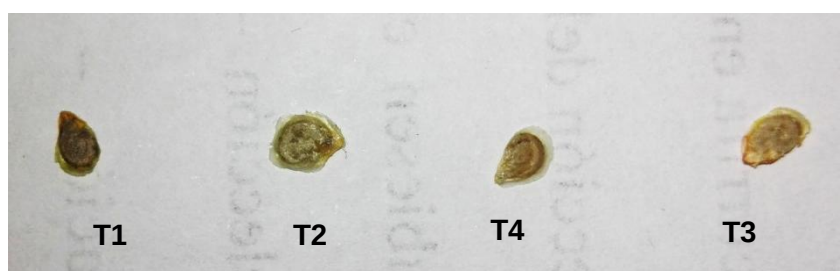
En la tabla 22 y figura 12, se muestra la influencia del potasio en los parámetros evaluados en las semillas de tomate variedad Floradade. Los resultados para el número de semillas por fruto de tomate, muestran una diferencia significativa en todos los tratamientos, siendo la dosis de 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> superior a las demás con un valor promedio de 206,60 semillas por fruto, el tratamiento de 200 (testigo comercial) presentó el valor más bajo con 152,13 semillas por fruto.

El peso de 100 semillas obtuvo una diferencia estadística con las dosis de 250 y 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> con valores de 0,34 y 0,42 g respectivamente, las dosis de 200 y 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> no hubo un comportamiento significativo; En cuanto al diámetro de semilla, se observa que las dosis de 200 y 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> son estadísticamente similares, pero diferentes a las dosis de 300 y 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> las cuales tienen un comportamiento significativo. El coeficiente de correlación (Tabla 23) para el número de semilla fue 0,8367; diámetro de semilla 0,9668 y peso de 100 semillas 0,0273, en todos los casos se mostró una correlación positiva.

**Tabla 22.** Efecto del potasio en los parámetros de semilla en frutos de tomate

| Dosis kg de K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Número de semillas(1) | Peso (g) de 100 semilla (1) | Diámetro (mm) de semilla (1) |
|-----------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 200                                           | 152,13 a              | 0,24 c                      | 0,40 a                       |
| 250                                           | 154,53 b              | 0,34 b                      | 0,39 a                       |
| 300                                           | 158,80 c              | 0,42 a                      | 0,35 b                       |
| 350                                           | 206,60 d              | 0,22 c                      | 0,30 c                       |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.



**Figura 12.** Semilla de tomate variedad Floradade en respuesta a cuatro dosis de potasio. T<sub>1</sub> (200 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>2</sub> (250 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), T<sub>4</sub> (350 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) y T<sub>3</sub> (300 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>)

**Tabla 23.** Correlación para los parámetros de semilla en el fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Floradade por efecto de cuatro dosis de potasio

|                                             | Número de semillas | Diámetro de semilla | Peso de 100 semillas |
|---------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| Coeficiente de correlación R                | 0,8367             | 0,9668              | 0,0273               |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 70,01%             | 93,48%              | 0,074%               |
| Dosis de potasio                            | 4,00               |                     |                      |

#### 4.5. Observaciones complementarias

**Tabla 24.** Registro de datos meteorológicos

Las características climáticas durante el ensayo se resumen en la tabla 17. Se calculó una temperatura promedio de 25,37 °C, llegando a 31,15 °C y de 21,35 °C, siendo los meses de enero hasta abril de mayor aumento de temperatura y desde mayo hasta agosto comienza a disminuir, se tuvo una humedad relativa del 74,87 % y la precipitación fue de 0,45 mm. Estas condiciones de temperatura y humedad relativa son apropiadas para el desarrollo del cultivo de tomate, según lo indicado por Jaramillo *et al.*, 2007.

| Meses           | Temperatura promedio (°C) | Temperatura máxima (°C) | Temperatura mínima (°C) | Humedad (%)  | Precipitación (mm) |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------------|
| Enero           | 26,47                     | 32,63                   | 21,95                   | 70,96        | 0,98               |
| Febrero         | 26,06                     | 31,93                   | 22,32                   | 81,09        | 2,19               |
| Marzo           | 26,77                     | 32,72                   | 22,60                   | 72,37        | 0,12               |
| Abril           | 27,22                     | 33,30                   | 22,68                   | 66,27        | 0,02               |
| Mayo            | 25,74                     | 31,34                   | 22,17                   | 78,95        | 0,39               |
| Junio           | 24,37                     | 29,96                   | 20,38                   | 74,01        | -                  |
| Julio           | 23,20                     | 28,74                   | 19,37                   | 77,88        | -                  |
| Agosto          | 23,10                     | 28,57                   | 19,37                   | 77,46        | -                  |
| <b>Promedio</b> | <b>25,37</b>              | <b>31,15</b>            | <b>21,35</b>            | <b>74,87</b> | <b>0,46</b>        |
| <b>Máximo</b>   | <b>27,22</b>              | <b>33,30</b>            | <b>22,68</b>            | <b>81,09</b> | <b>2,19</b>        |
| <b>Mínimo</b>   | <b>23,10</b>              | <b>28,57</b>            | <b>19,37</b>            | <b>66,27</b> | <b>-</b>           |

Fuente: SENAMHI 2018 - Oficina de estadística.

**Tabla 25.**Rentabilidad de la Inversión

En el aspecto económico, la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> se calculó una rentabilidad de la inversión de 107,09%, esto demuestra que en una dosis adecuada de potasio, se obtienen óptimos rendimientos y por ende una rentabilidad positiva; Sin embargo, con la dosis de 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> la rentabilidad es de 42,74 %. Mediante la elaboración de un buen plan de fertilización, tomando en cuenta el momento en que la planta aumenta su demanda y en dosis adecuadas, se obtendrá una mayor rentabilidad.

| Dosis Kg ha <sup>-1</sup> | Rendimiento kg ha <sup>-1</sup> | Precio en Chacra S/ kg | Ganancia Bruta S/ ha <sup>-1</sup> | Costos de Producción S/ ha <sup>-1</sup> | Rentabilidad de la Inversión (%) |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>200</b>                | 13,021.81                       | 0,91                   | 11,849.85                          | 15,020.78                                | 78,89                            |
| <b>250</b>                | 17,676.75                       | 0,91                   | 16,085.84                          | 15,020.78                                | 107,09                           |
| <b>300</b>                | 13,596.26                       | 0,91                   | 12,372.60                          | 15,395.63                                | 80,36                            |
| <b>350</b>                | 7,465.89                        | 0,91                   | 6,793.96                           | 15,895.43                                | 42,74                            |

## 5. Discusión

Según los resultados del análisis físico mecánico del suelo, la textura encontrada fue Franco Arenoso y el pH tuvo un valor de 8,30; Estos resultados no concuerdan con lo expuesto por Corpeño, 2004, quien manifiesta que, el cultivo de tomate requiere de suelo con textura Arcillosa y pH que oscile entre 5,5 y 7,02 para obtener una producción óptima.

Los resultados encontrados en esta investigación muestran valores diversos en los parámetros evaluados en tomate, por un lado determinadas dosis favorecen los rendimientos y la calidad del tomate y con otras afectan estas características. Esta planta requiere cantidades altas de potasio y en forma frecuente y el aporte del suelo de este macro nutriente no es suficiente, para incrementar las características morfológicas, tales como mayor crecimiento y vigor de plantas, mejor desarrollo de flores, frutos y semillas, y en una deficiencia origina mermas significativas en el rendimiento y calidad (INTAGRI, 2017; Torres 2009; Ruiz y Sadzawka, 2005).

Con las dosis de 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> se pudo observar síntomas de deficiencia de Ca en los frutos de tomate, posiblemente por un exceso de potasio, que incide en la menor absorción de Ca, manifestándose con la ruptura de la epidermis del fruto y la aparición de puntos amarillentos (Fig. 9). Similares síntomas han sido reportados por otros investigadores (Azcón-Bieto y Talón, 2008; INTAGRI, 2017; Parra, *et al.*, 2002; Maldonado, 2002; Alcántar y Trejo, 2007).



**Figura 9.** Síntomas de deficiencia de Ca en plantas de tomate con la dosis de 350 kg ha<sup>-1</sup> de potasio.

El potasio incrementó el peso del fruto en todas las dosis ensayadas, siendo ligeramente superior con 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Mayrno, 2015, quién obtuvo frutos de mayor peso con dosis de 204 y de 240 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, por lo tanto, la demanda de potasio, está influenciada por la variedad, tal y como lo mencionan Juana, *et al.*, (s/f) y Pérez, *et al.*, (2002). Diversos autores concuerdan en que una variación de potasio en la fertilización influye en el peso de los frutos de tomate (INTAGRI, 2017; Flórez, 2009; Jaramillo *et al.*, 2012). Por otro lado, en este estudio se ha encontrado una diferencia en el número de lóculos que varía de 3 a 6, confirmando investigaciones que han demostrado el efecto del potasio en la formación de lóculos (Melgar 2011).

La deficiencia de potasio ocasiona un menor tamaño de los frutos de tomate y con frecuencia produce frutos deformes (INTAGRI, 2017 y Flórez, 2009). Nuestros resultados indican que el potasio incrementa el diámetro polar y ecuatorial de los frutos; aunque a dosis excesivas originan tomates pequeños.

En cuanto al rendimiento, se obtuvieron valores cercanos a 18 t/ha con la dosis de 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, un 30% más que el testigo referencial (200 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, con la dosis más alta (350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), el rendimiento fue de 70% menos. Una de las funciones del potasio es intervenir en la absorción de otros nutrientes y en el desplazamiento de los mismos dentro de planta, lo cual influye en el proceso de la fotosíntesis, favoreciendo la producción de sustancias orgánicas y por ende mejora las características del fruto (INTAGRI, 2017).

Los valores de sólidos solubles totales, pueden ser utilizados como criterios para definir la calidad del fruto (Santiaguillo-Hernández *et al.*, 2004). En nuestro caso, encontramos una mayor concentración de sólidos solubles con dosis medias de potasio, pero a una dosis alta los valores fueron menores. Ello estaría relacionado con la actuación del potasio en el mecanismo fisiológico de la síntesis de azúcar, promoción de la acumulación y rápida translocación de los carbohidratos elaborados por las plantas (INTAGRI 2017; Domínguez,

2004; Flórez 2009 y Samperio 2004 y Flórez, 2009; Santiaguillo– Hernández, *et al.*, 2004 y Jaramillo, *et al.*, 2012).

Los parámetros evaluados en la semilla, muestran un incremento del número y peso de semillas con una mayor cantidad de potasio, pero con diámetros pequeños. Una dosis excesiva ocasiona menores valores de estas medidas; lo cual implicaría una menor absorción de potasio, generando su deficiencia y por lo consiguiente menores atributos de la semilla. Algunos investigadores reportan la implicancia del elemento potasio en el desarrollo de semillas (Flórez, 2009; Cuadra y Ramos, 2002; Cardoza *et al.*, 2000 y Melgar, 2011).

## **5. Conclusiones**

Con esta investigación se confirma que el potasio en dosis adecuadas favorece el rendimiento y calidad del fruto del tomate y en cantidades excesivas afectan estos parámetros. La dosis ensayada de  $250 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  para el cultivo de tomate variedad Floradade se obtuvieron los mejores resultados para el tamaño, peso, número de frutos por planta, rendimiento, número de lóculos, sólidos solubles totales, clasificación comercial y rendimiento del cultivo.

## **6. Recomendaciones**

Realizar estudios con otras variedades y dosis inferiores a los  $200 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  para determinar las características morfológicas de la planta y nutraceuticas que influyen en los atributos del fruto.

Investigar la influencia del potasio en tomate, bajo condiciones de invernadero y compararlos a nivel de campo.

## 7. Referencias bibliográficas

- Adams, P., Ho, L.C. 1993. Effects of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant Soil* 154: 127-132.
- Alcántar González Gabriel., Libia I. Trejo Téllez. 2007. *Nutrición de Cultivos*. Editorial Mundi Prensa. Primera Edición. México. 131.
- Alvarado, N. 2000. Efecto de diferentes plantas por nido sobre el tamaño del fruto de la sandía (*Citrullus vulgaris* Schard). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Alvarado, P. 1986. Recomendaciones de abonado para cultivos hortícolas. Curso sobre Ferti-Riego. CORPREX. El Salvador, C.A. 251.
- Arellano-Gil, M., y M. A. Gutiérrez-Coronado. 2006. "Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo". *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA* 12 (1): 113-118
- Anderlini R. 1990. "El cultivo del tomate". Ediciones Mundi Prensa, Primera edición. Madrid España.
- Agrosad. Tomate floradade. Disponible en: <https://www.agrosad.com.ec/index.php/productos/semillas/hortalizas-agrosad-seeds/tomate-floradade-detail>. Acceso el 30 de noviembre del 2017.
- Azcón-Bieto, J. y Talón M. 2008. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Capítulo 29: Fisiología de las plantas y el estrés. Segunda edición. Interamericana-Mc Graw Hill. Madrid. España, 597-597.
- Bakker, J.C. 1990. Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glass house tomatoes. *J.Hart.Sci.* 65: 323 – 331.

- Bidwell R. G. S. 2002. Fisiología vegetal. Primera edición. AGT EDITOR, S.A, 354-356.
- Bolaños Herrera Alfredo. 2001. Introducción a la Olericultura. Primera Edición. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José Costa rica, 70-76.
- Bugarin M.R.; Galvin S.A.; Sánchez G.P.; García P.D. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. TERRA Latinoamericana 4(20):391-399.
- Blanco-Macías, F. Lara-Herrera, A.; Valdez-Cepeda, R. D.; Cortés-Bañuelos, J. O.; Luna-Flores, M.; Salas-Luevano, M. A. 2006. Interacciones nutrimentales y normas de la técnica de nutrimento compuesto en nopal (*Opuntia ficus-indica* L. Miller). Revista Chapingo. Serie Horticultura, julio-diciembre, año /vol. 12, número 002. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo México. 166.
- Calvert, A. 1980. Environmental responses. In: "Kingham, H.G (Ed). The V.K. Tomato manual Grower Books, London", 23 – 34.
- Cardoza, H. Chailloux, M y Nuñez, A. 2000. Consumos y dinámica de la absorción de los nutrientes NPK en tomate Campbell. 28. II Seminario Científico Técnico Estación Experimental de Nutrición Vegetal. La renee. La Habana – Cuba.
- Castilla, N. 1985. Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería. Necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Castilla, N.; Elías, F.; Fereres, E. 2000. Evapotranspiración de cultivos hortícolas en Invernadero en Almería. Investigación Agraria: Producción y Protección vegetal 5(1): 117-125.

- Castellanos, J.Z y J.L Ojodeagua. 2009. Formulación de Solución Nutritiva. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI-México, 131 – 156.
- Castellanos. J.Z., J.X. Uvalle Bueno., A. Aguilar Santelises. 2000. Manual Segunda Edición. Colección INCAPA. México, 72-166.
- Corpeño, Boris. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de inversión, desarrollo y exportación de agronegocios. El Salvador.
- Cuadra C, Sergio A, Ramos P, Norvin J. 2002. "Efecto de diferentes niveles de NPK en el comportamiento Agronómico del Tomate, en el Valle de Sebaco. Nicaragua". Tesis. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Chamarro, J. 2001. Anatomía y Fisiología de la Planta Pp. 43-91 En: Nuez, F. El Cultivo del Tomate. Ediciones mundi-prensa. Primera Edición, 1995. Reimpresión 2001. España, 793.
- Chamarro-lapueta, J. 2000. Anatomía y Fisiología de la Planta. In El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa.
- Criboseed. Tomate flordade. Disponible en: <http://semillascriboseeds.blogspot.pe/2009/05/tomate-floradade.html>. Acceso 30 de noviembre del 2017.
- Domínguez, A. 2004. "Tratado de fertilización". 2° edición revisada y ampliada - Madrid.
- Escobar, H. y R. Lee. 2001. Producción de tomate bajo invernadero. Cuaderno del centro de investigaciones y asesorías agroindustriales CIIA. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

Fageria, V.D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition, 24(8):1269-1290.

Faostat. Cultivos. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acceso el 01 de noviembre del 2017.

Federación Nacional de Cafetaleros De Colombia (FNCC). 1990. "El cultivo del tomate". Colombia.

Fenología del tomate. México. Disponible en: [www.Diegoarmandoc.blogspot.com](http://www.Diegoarmandoc.blogspot.com). Acceso el 10 de noviembre del 2017.

Fertilab. (s/f). Manual de Muestreo Suelo, Planta y Agua. México, Celaya, Guanajuato.

Flores Serrano Javier. 2009. Agricultura Ecológica. Editorial Mundi prensa, España, 64.

Galvis, S. A., J. Etchevers y J. Rodríguez. 1994. A system approach for determining NP fertiltzer recommendations for annual crops, II Nutrient demand. In: 15 thWorldCongress of SoilScience.

García, L. A.; Quinke, A. 2012. El Potasio (K) en la Producción de Cultivos de Invierno. Serie Actividad de Difusion No. 677. INIA. Argentina, 9-14.

Guasch, Tomate Floradade. Disponible en: <http://guasch.com.ar/GuaschSemillas%C2%AE/Hortalizas/TomatesOPRedondo/Tomate/FloraDade/Caracteristicas/350/Especies/323/1/>. Acceso el 14 de diciembre del 2017.

Glosario.net. 2017, glosario.término. Disponible en: <http://ciencia.glosario.net/agricultura/rendimiento-agr%EDcola-11578.html>. Acceso el 14 de noviembre del 2017.

Hernández Pastrana, F.J. 2014. Evaluación de la fertilización potásica en tomate tipo bola (*Solanum lycopersicum* L.) Bajo condiciones de invernadero. Torreón, coahuila, México

INTAGRI. 2017. Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal. Serie Nutrición Vegetal Núm. 100. Artículos Técnicos de Intagri. México.

INIA. 2017. Manual del cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín INIA N°12. Santiago, Chile.

ITIS. Integrated Taxonomic Information System. 2014. Disponible en: [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=521671](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671). Acceso el 01 de octubre del 2017.

International PlantNutritionInstitute. Fuentes de Nutrientes Específicos. Disponible en: <http://nla.ipni.net/article/NLA-3078>. Acceso el 01 de enero del 2018.

Jaramillo, J., Sánchez, G., Rodríguez, V., Aguilar, P., Gil, L., Hío, J., Pinzón, L., García M., Quevedo, D., Zapata, M., Restrepo, J. y Guzmán, M. 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Bogotá: Corpoica, 482.

Jaramillo, J.; Rodríguez, V. P.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. 2007. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO-. Gobernación de las Naciones Unidas seccional de salud de Antioquia-Mana-, Convenio Fao-Mana: proyecto de seguridad alimentaria y buenas Prácticas Agrícolas Para el Sector Rural en Antioquia proyectos UTF/COL/027,TCP/COL/3101. Corporacion Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Medellín, Colombia, 313.

- Josafad S., Mendoza, M., y Borrego, F. 1998. "evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos". *Agronomía Mesoamericana* 9(1): 59-65.
- Juana Pérez; Guillermo Hurtado; Víctor Aparicio; Quirino Argueta y Marcos A. Larín, (s/f). Guía técnica del cultivo de tomate. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. El Salvador.
- Juan Ali Gonzales Becerra. 2016. Respuesta De La Fertilización De Npk En El Cultivo Del Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Var. "Rio Grande", En Función Al Rendimiento en La Provincia De Lamas - San Martín – Perú. Universidad Nacional De San Martín. Tarapoto.
- Kader, A. A. 1985. Postharvestbiology and technology: an overview. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Kader, A. A.; R. F. Kasmire; F. G. Mitchel; M. S. Reid; N. F. Sommer and J. F. Thompson. 2: 3-7.
- Lazcano-Ferrat, I. 2006. El potasio y el concepto de la fertilización balanceada. Extracto de la ponencia presentada en la conferencia regional para México y el Caribe de la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Inpofos-PPI. México, 5.
- Lesur, A. 2006. Tesis "Efecto del ácido giberelico y la relación potasio-nitrógeno en fresaas de la variedad camarrosa. Cultivadas por hidroponía".
- López, I., L. Nieves, E. Elizalde y W. Avilán. 1998. Respuesta del cultivo del maíz a la fertilización potásica en suelos ácidos en función de algunas propiedades que afectan su disponibilidad. *Agronomía Tropical*. Vol. 48. No. 4. Fondo Int. De Investigaciones Agropecuarias. Venezuela, 515-539.
- Loomis, R.S. & D.J. Connor. 1992. *Crop Ecology: Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Maldonado T.R. 2002. Diagnostico nutrimental para la producción de aguacate has. Informe de investigación. UACH. Texcoco. México, 167.
- Mamani R., Machaca, E. 2015 Efecto de dos fertilizantes potásicos en la producción de semilla de tomate cv. Río Grande. InfoINIAF. Disponible en:[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-250X2015000100008&lng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-250X2015000100008&lng=es). Acceso el 17 de noviembre del 2017.
- Maynor Ramón Rivera Espinoza. 2015. Evaluación de tres niveles de fertilización química en el cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum*), CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León en el periodo de mayo a agosto del 2011. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Unan-León. León, Nicaragua.
- Melgar R., Magen H, Imas P. 2011. El Rol del Potasio en la Producción Agrícola. International PlantNutritionInstitute.
- Morin Ch. y Holle M. 1997. Cultivo de hortalizas. Imprenta Colegio Militar Leoncio Prado. Lima, 107.
- Molinos y CIA. 2009, Productos. Disponible en: [www.molinosycia.com](http://www.molinosycia.com). Acceso el 17 de noviembre del 2017.
- Muñoz, R. J. 2009. Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero. INTAGRI\_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI-México, 45-92.
- Navarro Simon y Gines Navarro. 2003. Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Mundi prensa, 251 – 269.



- OMAFRA. 2001. Growing Greenhouse Vegetables. Publication 371. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Toronto, Canadá, 116.
- Parra. M. A., R. Fernández- Escobar., C. Navarro., O. Arquero. 2002. Los Suelo y la Fertilización del Olivar Cultivado en Zonas Calcáreas. Editorial Mundi Prensa, Madrid España, 48-49.
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., Larín, M. A. 2002. Guía Técnica, Cultivo de Tomate. CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador, 49.
- Rojas, J. y Robles, A. 2001. "Aplicación de fitohormonas y herbicidas en tomate". Turrialba Costa Rica, 21, 169, 172.
- Ruiz, S. R.; Sadzawka R. A. 2005. Nutrición y Fertilización Potásica en Frutales y Vides. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, 80.
- Samperio R. G. 2004. Un poco más en la hidroponía. ANA, S A e C. Primera Edición, 125-135.
- Sancho V. Hernán. 2001. Curvas de Absorción de Nutrientes: Importancia y uso en los programas de fertilización. INFORMACIONES AGRANOMICAS No 36. Costa Rica. Apartado 5350-1000. San José, Costa Rica, 13.
- Santiaguillo-Hernández JF, Cervantes-Santana T, Peña-Lomelí A. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. Revista Fitotecnia Mexicana 27(1): 85-91.
- Sanabria, H. 2005. Solo el amor supera al Potasio. Productores de Hortalizas, 50-52.

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.

Sistema integral de estadísticas agropecuarias (SIEA). Anuarios estadísticos. Disponible en: [http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios estadísticos](http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios%20estad%C3%ADsticos). Acceso el 01 de enero del 2018.

Scherer, E. E. 1999. Respuesta de la soya a la fertilización potásica en un Latosol Húmico Distrófico en un período de 12 años. Inf. Agronómicas. No. 34. INPOFOS, 14-15.

Thompson, H.C .1999. Vegetables crops, the New Cork, 48.

Tjalling, H. 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad Tomate. Disponible en: [http://www.sqm.com/PDF/SPN/SQM-Crop\\_Kit\\_Tomato\\_L-ES.pdf](http://www.sqm.com/PDF/SPN/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf). Fecha de consulta: 01/08/2017.

Torres D. M. 2009. Ciclo del Potasio en Agroecosistemas y Reacción de los Fertilizantes Potásicos en el Suelo. Tecnoagro SRL y Comité de Fertilidad y Nutrición Vegetal-Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo (AACS).

Trópica. Tomate flordade. Disponible en: [http://www.tropicaplanet.com/es/les-produits-tropica/les potageres/tomates/tomate-floradade/](http://www.tropicaplanet.com/es/les-produits-tropica/les%20potageres/tomates/tomate-floradade/). Acceso el 30 de febrero del 2018.

Ward, G.M. 2000. Observations of root growth in the Greenhouse tomato. Can. J. Plant. Sci. 44: 492-494.

# ANEXOS

## DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios, por brindarme a mi Madre Ketherinne More Rios, a mi Padre Carlos Jiménez Zárate y mi pareja Gabriela Rodríguez Cruz. Por estar siempre a mi lado, aconsejándome en todo momento, por haber sido estrictos en mi vida, por creer siempre en mí, por apoyarme en todos mis planes, por nunca recibir un no como respuesta. Son mis tres pilares fundamentales no solo en mi vida diaria, si no, también, en mi vida profesional. Si hoy estoy culminando una etapa, lo es gracias a Dios por darme la dicha de tenerlos como familia.

Gracias madre, por ser mi fiel compañera, en la salud, en la enfermedad, en los problemas, por nunca darme la espalda a pesar de mis errores, por siempre ponerme por encima de todo.

Gracias padre, por ser la voz de la conciencia, por apoyarme en todos mis proyectos, por ser la figura paterna ideal.

Gracias Gabriela, por llegar a mi vida, a escribir una historia que lleva cinco años, por demostrarme tu amor sincero, siempre has estado a mi lado y nunca demostraste interés, ni en la riqueza ni en la pobreza, gracias por regalarme tantos momentos juntos, tantas historias, por apoyarme en mis prácticas pre profesionales y por no importarte estar bajo el sol por muchas horas, solo por estar a mi lado.

Tengo una deuda que nunca podré pagar a ustedes tres, mi mayor inspiración.

LOS AMO MUCHO.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer a Dios por permitirme culminar una tapa en mi vida profesional, al Dr. Ramón García Seminario, por su asesoría, un excelente profesional, Sr. Miguel Pulache Miranda, por su apoyo en campo, ing. Alexis Escobar Dioses, representante técnico de Molinos y CIA, Ing. Sigifredo Varona, representante técnico de Laboratorios BioNut e Ing. Luisa Milagros Castro Arrunátegui Agrotecnia Milagros. Por el apoyo en el envío de insumos agrícolas para la realización de la presente investigación.

**Tabla 26.**Costos de Producción 200 kg K<sub>2</sub>Oha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate

| N°                    | RUBRO                                           | Unidad de Medida | CANTIDAD | PRECIO    | PRECIO   | SUB           |
|-----------------------|-------------------------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|---------------|
|                       |                                                 |                  |          | UNITAR.S/ | TOTAL S/ | TOTAL S/      |
| I MANO DE OBRA        |                                                 |                  |          |           |          | Si. 3,090.00  |
|                       | Confección de bordos                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Instalación de Sistema de Riego                 | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Confección de drenes                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Riegos                                          | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Trasplante                                      | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Repique                                         | Jornal           | 2        | 30.00     | 60.00    |               |
|                       | Desmalezado                                     | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Tutorado                                        | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Aporque                                         | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Aplicación de Pesticidas                        | Jornal           | 18       | 30.00     | 540.00   |               |
|                       | 1 era cosecha                                   | Jornal           | 4        | 30.00     | 120.00   |               |
|                       | 2 da cosecha                                    | Jornal           | 8        | 30.00     | 240.00   |               |
|                       | 3 era cosecha                                   | Jornal           | 12       | 30.00     | 360.00   |               |
|                       | 4 ta cosecha                                    | Jornal           | 15       | 30.00     | 450.00   |               |
| II MAQUINARIA         |                                                 |                  |          |           |          | Si. 720.00    |
|                       | Arado/roturado                                  | H/M              | 3        | 120.00    | 360.00   |               |
|                       | Rastrado/desterronado                           | H/M              | 2        | 120.00    | 240.00   |               |
|                       | Surcado                                         | H/M              | 1        | 120.00    | 120.00   |               |
| III ANÁLISIS DE SUELO |                                                 |                  |          |           |          | Si. 90.00     |
|                       | Envío de Muestra                                | Universal        | 1        | 90.00     | 90.00    |               |
| IV INSUMOS            |                                                 |                  |          |           |          | Si. 4,651.50  |
|                       | Semilla de la variedad floradade                | Libra            | 1        | 100.00    | 100.00   |               |
|                       | Tierra de Almácigo 4 Estaciones                 | 5 kg             | 50       | 10.00     | 500.00   |               |
|                       | Nitrato de Amonio                               | Saco 50 kg       | 6        | 64.00     | 384.00   |               |
|                       | MicroessentialSZ                                | Saco 50 kg       | 25       | 100.00    | 2,500.00 |               |
|                       | Sulfato de Potasio                              | Saco 50 kg       | 4        | 119.00    | 476.00   |               |
|                       | Humi Black                                      | Lt               | 3        | 17.50     | 52.50    |               |
|                       | Super Penetra                                   | Lt               | 1        | 102.00    | 102.00   |               |
|                       | Micrototal Power                                | Lt               | 2        | 24.00     | 48.00    |               |
|                       | Hatun Rumi                                      | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
|                       | ALPHAMAX (Alfacipermetrina)                     | Lt               | 1        | 54.00     | 54.00    |               |
|                       | DK - PRID (Imidacloprid)                        | Lt               | 1        | 155.00    | 155.00   |               |
|                       | MANKOMET (Metalaxyl y Mancozeb).                | Kg               | 1        | 60.00     | 60.00    |               |
|                       | Cu Protection (Sulfato de Cobre Pentahidrtado). | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
| V MATERIALES          |                                                 |                  |          |           |          |               |
|                       | Pajarrafía                                      | Millar           | 10       | 10.00     | 100.00   |               |
|                       | Estacas                                         | Und              | 7500     | 0.50      | 3,750.00 |               |
|                       | Bolsas de almácigo                              | Millar           | 18       | 35.00     | 630.00   |               |
|                       | Tijera de Poda                                  | Und              | 20       | 20.00     | 400.00   |               |
|                       | Alambre galvanizado                             | Kg               | 4        | 6.00      | 24.00    |               |
|                       | Cuchilla Truper                                 | Und              | 1        | 10.00     | 10.00    |               |
|                       | Palana                                          | Und              | 10       | 84.00     | 840.00   |               |
| VI IMPREVISTOS ( 5%)  |                                                 |                  |          |           |          | Si. 715.28    |
| SUB TOTAL S/          |                                                 |                  |          |           |          | Si. 14,305.50 |
| TOTAL S/              |                                                 |                  |          |           |          | Si. 15,020.78 |

**Tabla 27.** Costos de Producción 250 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate

| N°                    | RUBRO                                           | Unidad de Medida | CANTIDAD | PRECIO    | PRECIO   | SUB           |
|-----------------------|-------------------------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|---------------|
|                       |                                                 |                  |          | UNITAR.S/ | TOTAL S/ | TOTAL S/      |
| I MANO DE OBRA        |                                                 |                  |          |           |          | SI. 3,090.00  |
|                       | Confección de bordos                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Instalación de Sistema de Riego                 | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Confección de drenes                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Riegos                                          | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Trasplante                                      | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Repique                                         | Jornal           | 2        | 30.00     | 60.00    |               |
|                       | Desmalezado                                     | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Tutorado                                        | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Aporque                                         | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Aplicación de Pesticidas                        | Jornal           | 18       | 30.00     | 540.00   |               |
|                       | 1 era cosecha                                   | Jornal           | 4        | 30.00     | 120.00   |               |
|                       | 2 da cosecha                                    | Jornal           | 8        | 30.00     | 240.00   |               |
|                       | 3 era cosecha                                   | Jornal           | 12       | 30.00     | 360.00   |               |
|                       | 4 ta cosecha                                    | Jornal           | 15       | 30.00     | 450.00   |               |
| II MAQUINARIA         |                                                 |                  |          |           |          | SI. 720.00    |
|                       | Arado/roturado                                  | H/M              | 3        | 120.00    | 360.00   |               |
|                       | Rastrado/desterronado                           | H/M              | 2        | 120.00    | 240.00   |               |
|                       | Surcado                                         | H/M              | 1        | 120.00    | 120.00   |               |
| III ANÁLISIS DE SUELO |                                                 |                  |          |           |          | SI. 90.00     |
|                       | Envío de Muestra                                | Universal        | 1        | 90.00     | 90.00    |               |
| IV INSUMOS            |                                                 |                  |          |           |          | SI. 4,651.50  |
|                       | Semilla de la variedad floradade                | Libra            | 1        | 100.00    | 100.00   |               |
|                       | Tierra de Almacigo 4 Estaciones                 | 5 kg             | 50       | 10.00     | 500.00   |               |
|                       | Nitrato de Amonio                               | Saco 50 kg       | 6        | 64.00     | 384.00   |               |
|                       | MicroessentialSZ                                | Saco 50 kg       | 25       | 100.00    | 2,500.00 |               |
|                       | Sulfato de Potasio                              | Saco 50 kg       | 4        | 119.00    | 476.00   |               |
|                       | Humi Black                                      | Lt               | 3        | 17.50     | 52.50    |               |
|                       | Super Penetra                                   | Lt               | 1        | 102.00    | 102.00   |               |
|                       | Micrototal Power                                | Lt               | 2        | 24.00     | 48.00    |               |
|                       | Hatun Rumi                                      | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
|                       | ALPHAMAX (Alfacipermetrina)                     | Lt               | 1        | 54.00     | 54.00    |               |
|                       | DK - PRID (Imidacloprid)                        | Lt               | 1        | 155.00    | 155.00   |               |
|                       | MANKOMET (Metalaxyl y Mancozeb).                | Kg               | 1        | 60.00     | 60.00    |               |
|                       | Cu Protection (Sulfato de Cobre Pentahidrtado). | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
| V MATERIALES          |                                                 |                  |          |           |          | SI. 5,754.00  |
|                       | Pajarrafia                                      | Millar           | 10       | 10.00     | 100.00   |               |
|                       | Estacas                                         | Und              | 7500     | 0.50      | 3,750.00 |               |
|                       | Bolsas de almacigo                              | Millar           | 18       | 35.00     | 630.00   |               |
|                       | Tijera de Poda                                  | Und              | 20       | 20.00     | 400.00   |               |
|                       | Alambre galvanizado                             | Kg               | 4        | 6.00      | 24.00    |               |
|                       | Cuchilla Truper                                 | Und              | 1        | 10.00     | 10.00    |               |
|                       | Palana                                          | Und              | 10       | 84.00     | 840.00   |               |
| VI IMPREVISTOS ( 5%)  |                                                 |                  |          |           |          | SI. 715.28    |
| SUB TOTAL S/          |                                                 |                  |          |           |          | SI. 14,305.50 |
| TOTAL S/              |                                                 |                  |          |           |          | SI. 15,020.78 |

**Tabla 28.**Costos de Producción 300 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate

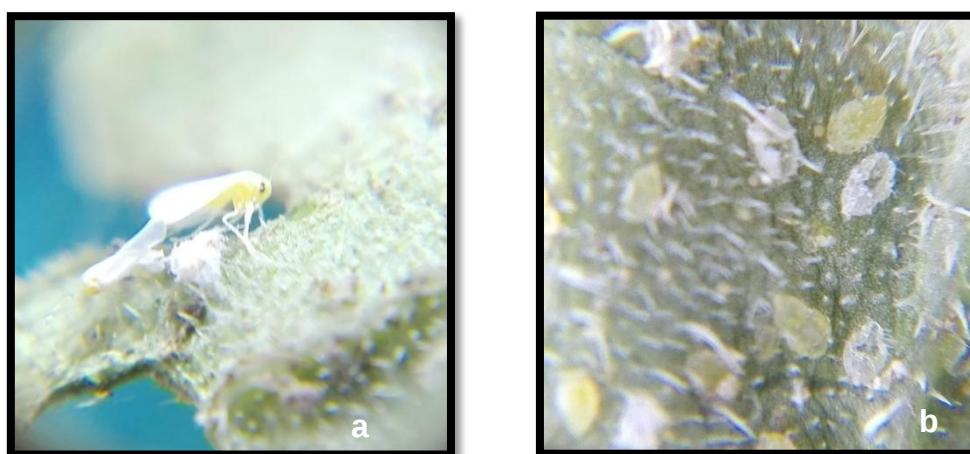
| N°                    | RUBRO                                           | Unidad de Medida | CANTIDAD | PRECIO    | PRECIO   | SUB           |
|-----------------------|-------------------------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|---------------|
|                       |                                                 |                  |          | UNITAR.S/ | TOTAL S/ | TOTAL S/      |
| I MANO DE OBRA        |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 3,090.00  |
|                       | Confección de bordos                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Instalación de Sistema de Riego                 | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Confección de drenes                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Riegos                                          | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Trasplante                                      | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Repique                                         | Jornal           | 2        | 30.00     | 60.00    |               |
|                       | Desmalezado                                     | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Tutorado                                        | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Aporque                                         | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Aplicación de Pesticidas                        | Jornal           | 18       | 30.00     | 540.00   |               |
|                       | 1 era cosecha                                   | Jornal           | 4        | 30.00     | 120.00   |               |
|                       | 2 da cosecha                                    | Jornal           | 8        | 30.00     | 240.00   |               |
|                       | 3 era cosecha                                   | Jornal           | 12       | 30.00     | 360.00   |               |
|                       | 4 ta cosecha                                    | Jornal           | 15       | 30.00     | 450.00   |               |
| II MAQUINARIA         |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 720.00    |
|                       | Arado/roturado                                  | H/M              | 3        | 120.00    | 360.00   |               |
|                       | Rastrado/desterronado                           | H/M              | 2        | 120.00    | 240.00   |               |
|                       | Surcado                                         | H/M              | 1        | 120.00    | 120.00   |               |
| III ANÁLISIS DE SUELO |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 90.00     |
|                       | Envío de Muestra                                | Universal        | 1        | 90.00     | 90.00    |               |
| IV INSUMOS            |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 5,008.50  |
|                       | Semilla de la variedad floradade                | Libra            | 1        | 100.00    | 100.00   |               |
|                       | Tierra de Almacigo 4 Estaciones                 | 5 kg             | 50       | 10.00     | 500.00   |               |
|                       | Nitrato de Amonio                               | Saco 50 kg       | 6        | 64.00     | 384.00   |               |
|                       | MicroessentialSZ                                | Saco 50 kg       | 25       | 100.00    | 2,500.00 |               |
|                       | Sulfato de Potasio                              | Saco 50 kg       | 7        | 119.00    | 833.00   |               |
|                       | Humi Black                                      | Lt               | 3        | 17.50     | 52.50    |               |
|                       | Super Penetra                                   | Lt               | 1        | 102.00    | 102.00   |               |
|                       | Micrototal Power                                | Lt               | 2        | 24.00     | 48.00    |               |
|                       | Hatun Rumi                                      | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
|                       | ALPHAMAX (Alfacipermetrina)                     | Lt               | 1        | 54.00     | 54.00    |               |
|                       | DK - PRID (Imidacloprid)                        | Lt               | 1        | 155.00    | 155.00   |               |
|                       | MANKOMET (Metalaxyl y Mancozeb).                | Kg               | 1        | 60.00     | 60.00    |               |
|                       | Cu Protection (Sulfato de Cobre Pentahidrtado). | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
| V MATERIALES          |                                                 |                  |          |           |          |               |
|                       | Pajarrafia                                      | Millar           | 10       | 10.00     | 100.00   |               |
|                       | Estacas                                         | Und              | 7500     | 0.50      | 3,750.00 |               |
|                       | Bolsas de almacigo                              | Millar           | 18       | 35.00     | 630.00   |               |
|                       | Tijera de Poda                                  | Und              | 20       | 20.00     | 400.00   |               |
|                       | Alambre galvanizado                             | Kg               | 4        | 6.00      | 24.00    |               |
|                       | Cuchilla Truper                                 | Und              | 1        | 10.00     | 10.00    |               |
|                       | Palana                                          | Und              | 10       | 84.00     | 840.00   |               |
| VI IMPREVISTOS ( 5%)  |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 733.13    |
| SUB TOTAL S/          |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 14,662.50 |
| TOTAL S/              |                                                 |                  |          |           |          | Sl. 15,395.63 |

**Tabla 29.**Costos de Producción 350 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate

| N°                    | RUBRO                                           | Unidad de Medida | CANTIDAD | PRECIO    | PRECIO   | SUB           |
|-----------------------|-------------------------------------------------|------------------|----------|-----------|----------|---------------|
|                       |                                                 |                  |          | UNITAR.S/ | TOTAL S/ | TOTAL S/      |
| I MANO DE OBRA        |                                                 |                  |          |           |          | Si. 3,090.00  |
|                       | Confección de bordos                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Instalación de Sistema de Riego                 | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Confección de drenes                            | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Riegos                                          | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Trasplante                                      | Jornal           | 3        | 30.00     | 90.00    |               |
|                       | Repique                                         | Jornal           | 2        | 30.00     | 60.00    |               |
|                       | Desmalezado                                     | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Tutorado                                        | Jornal           | 10       | 30.00     | 300.00   |               |
|                       | Aporque                                         | Jornal           | 6        | 30.00     | 180.00   |               |
|                       | Aplicación de Pesticidas                        | Jornal           | 18       | 30.00     | 540.00   |               |
|                       | 1 era cosecha                                   | Jornal           | 4        | 30.00     | 120.00   |               |
|                       | 2 da cosecha                                    | Jornal           | 8        | 30.00     | 240.00   |               |
|                       | 3 era cosecha                                   | Jornal           | 12       | 30.00     | 360.00   |               |
|                       | 4 ta cosecha                                    | Jornal           | 15       | 30.00     | 450.00   |               |
| II MAQUINARIA         |                                                 |                  |          |           |          | Si. 720.00    |
|                       | Arado/roturado                                  | H/M              | 3        | 120.00    | 360.00   |               |
|                       | Rastrado/desterronado                           | H/M              | 2        | 120.00    | 240.00   |               |
|                       | Surcado                                         | H/M              | 1        | 120.00    | 120.00   |               |
| III ANÁLISIS DE SUELO |                                                 |                  |          |           |          | Si. 90.00     |
|                       | Envío de Muestra                                | Universal        | 1        | 90.00     | 90.00    |               |
| IV INSUMOS            |                                                 |                  |          |           |          | Si. 5,484.50  |
|                       | Semilla de la variedad floradade                | Libra            | 1        | 100.00    | 100.00   |               |
|                       | Tierra de Almácigo 4 Estaciones                 | 5 kg             | 50       | 10.00     | 500.00   |               |
|                       | Nitrato de Amonio                               | Saco 50 kg       | 6        | 64.00     | 384.00   |               |
|                       | MicroessentialSZ                                | Saco 50 kg       | 25       | 100.00    | 2,500.00 |               |
|                       | Sulfato de Potasio                              | Saco 50 kg       | 11       | 119.00    | 1,309.00 |               |
|                       | Humi Black                                      | Lt               | 3        | 17.50     | 52.50    |               |
|                       | Super Penetra                                   | Lt               | 1        | 102.00    | 102.00   |               |
|                       | Micrototal Power                                | Lt               | 2        | 24.00     | 48.00    |               |
|                       | Hatun Rumi                                      | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
|                       | ALPHAMAX (Alfacipermetrina)                     | Lt               | 1        | 54.00     | 54.00    |               |
|                       | DK - PRID (Imidacloprid)                        | Lt               | 1        | 155.00    | 155.00   |               |
|                       | MANKOMET (Metalaxyl y Mancozeb).                | Kg               | 1        | 60.00     | 60.00    |               |
|                       | Cu Protection (Sulfato de Cobre Pentahidrtado). | Lt               | 1        | 110.00    | 110.00   |               |
| V MATERIALES          |                                                 |                  |          |           |          | Si. 5,754.00  |
|                       | Pajarrafia                                      | Millar           | 10       | 10.00     | 100.00   |               |
|                       | Estacas                                         | Und              | 7500     | 0.50      | 3,750.00 |               |
|                       | Bolsas de almácigo                              | Millar           | 18       | 35.00     | 630.00   |               |
|                       | Tijera de Poda                                  | Und              | 20       | 20.00     | 400.00   |               |
|                       | Alambre galvanizado                             | Kg               | 4        | 6.00      | 24.00    |               |
|                       | Cuchilla Truper                                 | Und              | 1        | 10.00     | 10.00    |               |
|                       | Palana                                          | Und              | 10       | 84.00     | 840.00   |               |
| VI IMPREVISTOS ( 5%)  |                                                 |                  |          |           |          | Si. 756.93    |
| SUB TOTAL S/          |                                                 |                  |          |           |          | Si. 15,138.50 |
| TOTAL S/              |                                                 |                  |          |           |          | Si. 15,895.43 |



**Figura 13.** Gusanos perforadores de fruto y tallo: *Heliothis virescens*(a), *Spodoptera*sp (b) y gusanos (c).



**Figura 14.** *Bemisia tabaci* “Mosca Blanca”, estadio adulto (a) y estadio ninfal y exuvias(b)



**Figura 15.** Daños causados por nematodo del género *Meloidogyne* sp.



**Figura 16.** Síntomas de *Phytophthora capsici* en planta de tomate

**Tabla 30.** Análisis de varianza para el peso del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C      | G.L  | C.M    | F        | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|----------|------|--------|----------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 2,017.32 | 3,00 | 672,44 | 2,021.91 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 0,44     | 2,00 | 0,22   | 0.66     | 5,14                 | N.S           |
| Error        | 2,00     | 6,00 | 0,33   |          |                      |               |
| C.V = 0,69%  |          |      |        |          |                      |               |

**Tabla 31.** Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C   | G.L  | C.M  | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|-------|------|------|-------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 25,52 | 3,00 | 8,51 | 26,93 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 0,34  | 2,00 | 0,17 | 0,54  | 5,14                 | N.S           |
| Error        | 1,90  | 6,00 | 0,32 |       |                      |               |
| C.V = 1,11%  |       |      |      |       |                      |               |

**Tabla 32.** Análisis de varianza para el diámetro polar del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C    | G.L  | C.M   | F      | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|--------|------|-------|--------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 118,60 | 3,00 | 39,53 | 333,28 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 1,52   | 2,00 | 0,76  | 6,40   | 5,14                 | *             |
| Error        | 0,71   | 6,00 | 0,12  |        |                      |               |
| C.V = 0,76%  |        |      |       |        |                      |               |

**Tabla 33.** Análisis de varianza para el número de frutos por planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C  | G.L  | C.M  | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|------|------|------|-------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 3,14 | 3,00 | 1,05 | 34,25 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 0,02 | 2,00 | 0,01 | 0,30  | 5,14                 | N.S           |

|       |      |      |      |  |
|-------|------|------|------|--|
| Error | 0,18 | 6,00 | 0,03 |  |
|-------|------|------|------|--|

C.V= 5,92%

**Tabla 34.** Análisis de varianza para el rendimiento de del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C    | G.L  | C.M   | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|--------|------|-------|-------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 158,52 | 3,00 | 52,84 | 25,36 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 1,20   | 2,00 | 0,60  | 0,29  | 5,14                 | N.S           |
| Error        | 12,50  | 6,00 | 2,08  |       |                      |               |

C.V = 11,15%

**Tabla 35.** Análisis de varianza para el número de lóculos del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C    | G.L | C.M    | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|--------|-----|--------|-------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 0,8097 | 3   | 0,2699 | 58,12 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 0,0093 | 2   | 0,0046 | 1,00  | 5,14                 | N.S           |
| Error        | 0,0279 | 6   | 0,0046 |       |                      |               |

C.V = 3,27%

**Tabla 36.** Análisis de varianza para sólidos solubles totales del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V          | S.C    | G.L  | C.M  | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|--------------|--------|------|------|-------|----------------------|---------------|
| Tratamientos | 2,5367 | 3,00 | 0,85 | 51,59 | 4,76                 | **            |
| Bloques      | 0,0350 | 2,00 | 0,02 | 1,07  | 5,14                 | N.S           |
| Error        | 0,0983 | 6,00 | 0,02 |       |                      |               |

C.V = 2,70%

**Tabla 37.** Análisis de varianza para número de semillas del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V | S.C | G.L | C.M | F | Valor crítico | Significancia |
|-----|-----|-----|-----|---|---------------|---------------|
|-----|-----|-----|-----|---|---------------|---------------|

| para F              |        |      |        |           |         |
|---------------------|--------|------|--------|-----------|---------|
| <b>Tratamientos</b> | 8,3865 | 3,00 | 2,7955 | 16,851.02 | 4,76 ** |
| <b>Bloques</b>      | 0,0103 | 2,00 | 0,0051 | 31.03     | 5,14 ** |
| <b>Error</b>        | 0,0010 | 6,00 | 0,0002 |           |         |

C.V= 0,10%

**Tabla 38.** Número de semillas del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código    | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Número de semillas | Duncan (1)<br>0,05 |
|-----------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>T4</b> | 350                                  | 206,60             | a                  |
| <b>T3</b> | 300                                  | 158,80             | b                  |
| <b>T2</b> | 250                                  | 154,53             | c                  |
| <b>T1</b> | Testigo                              | 152,13             | d                  |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.

**Tabla 39.** Análisis de varianza peso de 100 semillas del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V                 | S.C    | G.L  | C.M    | F     | Valor crítico para F | Significancia |
|---------------------|--------|------|--------|-------|----------------------|---------------|
| <b>Tratamientos</b> | 0,0807 | 3,00 | 0,0269 | 78,13 | 4,76                 | **            |
| <b>Bloques</b>      | 0,0009 | 2,00 | 0,0004 | 1,26  | 5,14                 | N.S           |
| <b>Error</b>        | 0,0021 | 6,00 | 0,0003 |       |                      |               |

C.V = 6,05%

**Tabla 40.** Peso de 100 semillas del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código    | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Peso (gr)<br>de 100<br>semillas | Duncan (1)<br>0,05 |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| <b>T4</b> | 350                                  | 0,34                            | a                  |
| <b>T3</b> | 300                                  | 0,42                            | b                  |
| <b>T2</b> | 250                                  | 0,22                            | c                  |
| <b>T1</b> | Testigo                              | 0,24                            | d                  |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.

**Tabla 41.** Análisis de varianza para el diámetro de semilla del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| F.V | S.C | G.L | C.M | F | Valor crítico | Significancia |
|-----|-----|-----|-----|---|---------------|---------------|
|-----|-----|-----|-----|---|---------------|---------------|

|              |        |      |        |       | para F |     |
|--------------|--------|------|--------|-------|--------|-----|
| Tratamientos | 0,0200 | 3,00 | 0,0067 | 15,31 | 4,76   | **  |
| Bloques      | 0,0011 | 2,00 | 0,0006 | 1,28  | 5,14   | N.S |
| Error        | 0,0026 | 6,00 | 0,0004 |       |        |     |
| C.V = 5,83%  |        |      |        |       |        |     |

**Tabla 42.** Diámetro de semilla del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Florada de por efecto de cuatro dosis de potasio

| Código | kg k <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> | Diámetro de Semilla | Duncan (1)<br>0,05 |
|--------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|
| T1     | Testigo                              | 0,40                | a                  |
| T2     | 250                                  | 0,39                | a                  |
| T3     | 300                                  | 0,35                | b                  |
| T4     | 350                                  | 0,30                | c                  |

(1) Promedio que aparecen con la misma letra son similares, caso contrario son significativos.