

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL**

**ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE  
MICRO ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE TOMATE  
(*Lycopersicum esculentum*) HÍBRIDO WSX 2205 F-1,  
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**EDSON ROSBELTH TORRES LLATAS**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO  
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum  
esculentum*) HIBRIDO WSX 2205 F-1, EN LA PROVINCIA DE  
LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
EDSON ROSBELTH TORRES LLATAS**

**TARAPOTO – PERÚ  
2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL  
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

**TESIS**

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO  
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicum  
esculentum*) HIBRIDO WSX 2205 F-1, EN LA PROVINCIA DE  
LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
EDSON ROSBELTH TORRES LLATAS**

**MIEMBROS DE JURADO**



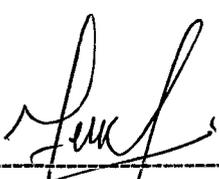
---

**Ing. M Sc. Luis Alberto Leveau Guerra**  
Presidente



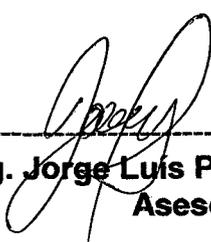
---

**Ing. Elias Torres Flores**  
Secretario



---

**Ing. M Sc. Tedy Castillo Díaz**  
Miembro



---

**Ing. Jorge Luis Peláez Rivera**  
Asesor

## DEDICATORIA

A mis padres, Asunción Torres Alarcón y María Reina Llatas Regalado, por el gran esfuerzo realizado día a día a pesar de las dificultades económicas y familiares, lograron mi formación como persona y profesional; estaré eternamente agradecido por cumplir uno de mis sueños y el más grande para ellos, todo este sacrificio y metas cumplidas se los dedico a ellos.

A mis hermanos Lelith, Lisbeth y Yamil; que siempre me brindan su apoyo moral, el cariño y las ganas para seguir a delante.

A mis tíos Julián Torres y Herlinda Carbajal, por el apoyo moral y económico en los momentos que siempre necesité de ellos, sus conocimientos, consejos y todo lo inculcó de ellos me sirvió para ser profesional.

A las personas que siempre influyen en mi vida, principalmente María, y también mis amigos y familiares, Joel, Edson Esmith, Edwin, Placido, Juan Alejandro, Juan Arturo, Danny, Ana Silvia, Gina Paola, Ronald, Jorge, Elías, Elmer y muchos más que no me es posible mencionarles en esta dedicatoria, quiero decirlos que los tengo en mente y los he tenido siempre; A todos ellos va dedicado este trabajo por el aliento constante para llegar a la meta.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios en primer lugar, por las fuerzas, la vida y la salud; a mis padres por sus consejos, su apoyo moral y económico durante toda mi vida, a mis hermanas, tíos y demás familiares que de una u otra manera contribuyeron con mi formación.
  
- A mi asesor Ing. JORGE LUIS PELAEZ RIVERA, propietario del fundo “El Pacífico”, por su apoyo incondicional, sabia orientación y por haberme permitido desarrollar este proyecto bajo su dirección.
  
- A la estudiante María Robledo Alverca, por su constante apoyo en las diferentes evaluaciones de la tesis ejecutada. A mis promociones de estudio y demás amigos que me apoyaron siempre durante mi carrera universitaria, de quienes estoy muy agradecido y lo estaré toda la vida.
  
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por haber contribuido exitosamente a mi formación como persona y profesional.

## INDICE

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	4
3.1. Generalidades del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> )	4
3.2. Enfermedades fungosas que atacan al cultivo de tomate	10
3.3. Fertilización de micronutrientes	13
3.4. Experiencias relacionadas a la aplicación de micronutrientes	24
<b>IV. MATERIALES Y METODOS</b>	25
4.1. Materiales	25
4.2. Metodología	26
<b>V. RESULTADOS</b>	32
5.1. Altura de planta	32
5.2. Número de racimos florales por planta	32
5.3. Número de flores por racimo	33
5.4. Diámetro del fruto	34
5.5. Longitud del fruto	34
5.6. Peso del fruto	35
5.7. Número de frutos cosechados	36
5.8. Rendimiento	37
5.9. Análisis económico	37

<b>VI. DISCUSIONES</b>	<b>38</b>
6.1. De la altura de planta	38
6.2. Del número de racimos florales por planta	40
6.3. Del número de flores por racimo	42
6.4. Del diámetro del fruto	44
6.5. De la longitud del fruto	46
6.6. Del peso del fruto	47
6.7. Del número de frutos cosechados por planta	49
6.8. Del rendimiento	50
6.9. Análisis económico de los tratamientos estudiados	53
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>57</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>62</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>63</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La base para una buena productividad agrícola es la preparación fertilizada del suelo, donde tienen que estar presentes los macro y micro elementos nutricionales; sin embargo la no presencia de uno de ellos causa desordenes fisiológicos en el cultivo lo que se refleja finalmente en los bajos rendimientos obtenidos.

Dentro de las hortalizas de fruto, los tomates presentan una amplia aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas, constituyendo una de las principales hortalizas que se cultivan en el mundo. En la actualidad existe una tendencia casi generalizada en buscar constantemente alternativas a los sistemas de producción que se emplean en el campo de la agricultura con el fin loable de elevar los rendimientos de los cultivos y generar un aumento en la disponibilidad de alimentos para la población creciente de la humanidad.

Mientras la población mundial crece, las tierras fértiles y el agua de buena calidad continúan disminuyendo y con la migración de la población rural a las grandes ciudades, la hidroponía con sus altos rendimientos y productos de alta calidad, se convierte en una actividad económica importante presentándose como uno de los mejores sistemas para el cultivo de especies hortícolas.

En el presente trabajo se estudia el efecto, de la fertilización con micronutrientes granulados y conducción del cultivo de tomate, utilizando productos orgánicos y

fertilizantes foliares, con lo que se pretende aportar las técnicas apropiadas para un buen manejo y conducción del cultivo de tomate bajo este sistema, así mismo ayudará a la población a producir sus hortalizas saludables todos los días.

Motivo por la cual en la presente tesis se evaluó el efecto de cuatro dosis de micronutrientes (Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu, Micromate Calcium Fortified) en el rendimiento del cultivo de tomate en la zona de Lamas.

## II. OBJETIVO

- 2.1. Determinar el tratamiento de fertilizante granulado a base de micro elementos, (Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu, de Micromate Calcium Fortified) con mejor efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de Tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 f-1, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas.
- 2.2. Evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 f-1 frente a cuatro (04) dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos (Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu, de Micromate Calcium Fortified).
- 2.3. Realizar el análisis económico para cada tratamiento.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Generalidades del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*)

##### 3.1.1. Origen

El tomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el tomate se cultivaba solo como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. El tomate se cultiva en las zonas templadas y cálidas. Existen notables diferencias en cuanto a los sistemas y técnicas culturales empleadas por los horticultores Von Haeff, (1983). Actualmente el tomate se cultiva en casi la totalidad de países en el mundo.

##### 3.1.2. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Hunziker (1979), la taxonomía generalmente aceptada del tomate es:

Reino	:	Vegetales
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Solanales (Personatae)
Familia	:	Solanaceae
Subfamilia	:	Solanoideae
Tribu	:	Solanae
Género	:	<i>Lycopersicum</i>
Especie	:	<i>esculentum</i>

### **3.1.3. Etapas fenológicas del cultivo**

Von Haeff (1983); menciona que los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del tomate dependen de las condiciones del clima; del suelo y de las características genéticas de la variedad.

- ✓ Desde el momento de la siembra hasta la emergencia transcurren entre 6 y 12 días.
- ✓ Desde la emergencia hasta el momento del trasplante ocurre entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero dependen de la variedad, de la técnica de cultivo y de los requisitos de crecimiento.
- ✓ Se obtiene la cosecha de una variedad precoz a los 70 días después del trasplante, y 100 días después del trasplante.

### **3.1.4. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de tomate**

Cáceres (1984), menciona:

#### **❖ Temperatura**

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos.

Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30° C durante el día y 15 - 18° C durante la noche. Temperaturas de más de 35° C y menos de 10° C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre

cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas.

#### ❖ **Humedad relativa**

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (- de 45%) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor.

#### ❖ **Suelo**

Las plantas en su ambiente natural tienen que vivir, sin casi ninguna excepción en asociación con el suelo, una asociación conocida como relación suelo-planta. El suelo provee cuatro necesidades básicas de las plantas: agua, nutrientes, oxígeno y soporte.

Se considera que un suelo ideal debe de tener las siguientes condiciones: 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire o espacio poroso.

Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen.

### 3.1.5. Requerimientos Nutricionales del cultivo

Calderón (2 002), reporta que el consumo de nutrientes de una planta de tomate para producir 6,34 Kg de fruto es el siguiente:

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>
Nitrógeno -----	14, 0 g
Fósforo -----	1,5 g
Potasio -----	23,8 g
Calcio -----	7,01 g
Magnesio -----	2,86 g
Azufre -----	2,22 g
Hierro -----	85 mg
Manganeso -----	99 mg
Cobre -----	4 mg
Zinc -----	55 mg
Boro -----	30 mg
Sodio -----	274 mg

### **3.1.6. Funciones generales de los elementos nutritivos**

Los elementos carbono, oxígeno, hidrógeno y azufre son constituyentes de compuestos orgánicos básicos en el metabolismo de la planta. A continuación examinaremos brevemente las funciones específicas de los más importantes elementos nutritivos:

#### **3.1.6.1. Nitrógeno (N).**

Es un constituyente de los más importantes compuestos y complejos orgánicos minerales de la planta. Es absorbida por la planta, tanto en forma nítrica (ión nitrato  $\text{NO}_3$ ), como en forma amoniacal (ión amonio  $\text{NH}_4$ ), siendo ambos metabolizados por la misma.

**La deficiencia** de nitrógeno provoca una vegetación pobre y de escaso vigor, las hojas adultas presentan un color verde pálido a amarillo uniformes. Los frutos quedan pequeños.

El **exceso** de nitrógeno produce abundante follaje de un color verde oscuro, poco crecimiento de raíces, caída de flores y baja producción.

#### **3.1.6.2. Fósforo (P).**

El fósforo se encuentra en la planta en forma de ortofosfato y, en algunos casos, como pirofosfato. La nutrición adecuada de fósforo tiene, entre otros, los siguientes efectos favorables: acelera la madurez, mejora la calidad de frutos, aumenta la resistencia a las enfermedades, etc. Sin embargo, la escasez de este elemento tiene una fuerte influencia en el desarrollo (Domínguez, 1989).

Se encarga de la formación del sistema de raíces y flores, así como el crecimiento y la maduración de los frutos. La deficiencia de fósforo se presenta generalmente en las hojas más viejas donde se observan manchas amarillas con coloraciones rojas, mientras que las hojas nuevas (las guías) muestran menor crecimiento.

Las plantas de tomate **deficientes** en fósforo son raquílicas. En el envés de las hojas jóvenes aparecen manchas intervenales de color púrpura. La madurez de la fruta se retrasa.

No se conocen síntomas de **exceso** de fósforo, pero un exceso de fósforo puede provocar deficiencias de cobre y de zinc.

### **3.1.6.3. Potasio (K).**

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, coloración y brillantez de los frutos. Ayuda a eliminar la acción perjudicial de otros elementos, favoreciendo la asimilación de los minerales esenciales. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos. El K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C. (Domínguez, 1989).

En deficiencia del potasio se presenta pocas flores y un menor número de frutos maduros de las ramas. En casos severos las ramas comienzan a

secarse por las puntas y las hojas se desprenden con facilidad hasta ocasionar muerte de la rama.

### **3.2 Enfermedades fungosas que atacan al cultivo del tomate**

Gaber, B.; Wiebe, W. (1997), reporta las siguientes enfermedades fungosas de importancia económica en el cultivo del tomate.

#### **Tizón Temprano (*Alternaria solani*)**

Generalmente el síntoma aparece en las hojas más viejas, pero cuando el daño es más grave aparece en los pecíolos y tallos. En la hoja aparecen manchas concéntricas redondas u ovaladas de color café. En el tallo, pecíolo, pedúnculo y fruto se forman manchas concéntricas poco hundidas, alrededor de la mancha aparece un halo amarillo. Cuando la infección es fuerte, las hojas de la parte baja de la planta mueren y no se producen frutos en estas áreas. Las condiciones de temperatura favorables para su desarrollo varían entre los 26 a 28 °C con clima seco.

#### **Mancha Gris de la Hoja (*Stemphylium solani*)**

Primero aparecen lesiones foliares pequeñas en forma de pecas negro-café, las cuales crecen tornándose café plumiza, lustrosas y angulares de alrededor de 3 mm de diámetro y se rodea de un área amarilla. Posteriormente las hojas se secan y producen un resquebrajamiento en el centro.

Al desarrollarse muchas lesiones, se produce un amarillamiento de las hojas seguida por la caída de éstas y la defoliación de la planta. Los frutos

y tallos no son afectados por este hongo. Generalmente las esporas de este hongo son propagadas por el viento y salpicaduras del agua, por ello los climas templados y húmedos favorecen el desarrollo de la enfermedad.

### **Moho Gris (*Cladosporium fulvum*)**

Al principio aparecen áreas de color verde claro a amarillento en la parte superior de las hojas adultas, luego aparecen las masas de minúsculas vellosidades color verde oliva en la parte inferior de las hojas. A medida que la enfermedad avanza, las hojas inferiores se vuelven amarillas y se caen. Este hongo afecta principalmente las hojas, pero puede atacar los tallos, flores y frutos. Puede sobrevivir en el suelo y rastrojos por lo menos durante un año. La diseminación del hongo puede ser por el viento, lluvia, por el equipo y ropa de los trabajadores. La alta humedad relativa y temperatura templada favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

### **Mildiú polvoso (*Leveillula taurina*)**

Los primeros síntomas son lesiones que van de color verde pálido a amarillento brillante en la parte superior de las hojas. Posteriormente aparecen las esporulaciones polvorientas en la parte inferior de las hojas. A medida que avanza la enfermedad las lesiones se vuelven necróticas y la hoja muere.

El hongo puede sobrevivir en muchos huéspedes y ser diseminado largas distancias por el viento. Tiene capacidad de germinar en condiciones de

baja humedad relativa. Las temperaturas templadas son ideales para su desarrollo.

### **Antracnosis (*Colletotrichum phomoides*)**

Esta enfermedad afecta principalmente los frutos, pero puede atacar tallos, hojas y raíces. Aunque los frutos estén infectados cuando verdes, no presentan síntomas hasta que están maduros. El centro de la lesión se vuelve color café claro y desencadena una serie de puntos negros. En climas húmedos en la superficie de la lesión se producen conidios, en una sustancia rosa, gelatinosa y mucosa. Este hongo es un patógeno débil, pero puede sobrevivir durante años en la tierra. La humedad y temperaturas de 10-30 °C favorecen el desarrollo de la enfermedad.

### **Esclerotiniosis (*Sclerotium rolsii*)**

Primero aparece una lesión color café oscura sobre la línea del suelo de la planta, el tejido del tallo se infecta rápidamente causando la caída y muerte de la planta. El hongo puede vivir en el suelo y rastrojos por varios años. Se puede propagar en la superficie del agua, movimiento de suelos o equipo de cultivo contaminado. Temperatura y humedad alta favorecen el desarrollo de ésta.

Por su parte La Torre (1999), reporta lo siguiente: La causa la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, originada por lesiones de cualquiera de los 3 tipos de hongos que viven en el suelo (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*). Su aparición está condicionada por una

excesiva humedad ambiental, provocada por el clima, mal manejo del riego, suelos con poco drenaje o siembras demasiado densas.

La traqueopitiosis es una enfermedad vascular de la lechuga (*Lactuca sativa* L), causada por el hongo *Pythium tracheiphilum*, ha sido diagnosticada en Asturias aunque no es muy frecuente. Los síntomas consisten en necrosis en la zona del cuello y del tallo que se extiende a las hojas interiores produciendo el oscurecimiento de los vasos en la zona del cuello y la muerte de la planta; la mezcla de metalaxil y mancozeb es eficaz para su control (González, 2004).

***Fusarium oxysporum f. sp. lactucae***, produce el marchitamiento de las plantas de lechuga, el hongo invade las plantas por las raíces, crece en el xilema de plantas, se transporta por el agua y los nutrientes de las raíces al follaje el xilema se obstruye, la planta se marchita y muere. Las plantas más viejas pueden sobrevivir, pero a menudo con retraso en el crecimiento, las plantas infectadas suelen mostrar decoloración rojiza en la corteza del tallo principal (Matheron, 2008).

### **3.3. Fertilización de micronutrientes**

Stoller (2012), menciona que Micromate ® Calcium Fortified es una mezcla química granular balanceada de micronutrientes para ser aplicada directamente al suelo o mezclada con los fertilizantes nitrogenados, fosfatados o potásicos se aplican a la siembra para obtener mayores rendimientos, mejor calidad y mayor vida post-Cosecha de los productos.

Este producto, Es producido a través de un proceso especial que proporciona a los cultivos los micronutrientes necesarios cuando estos más lo necesitan durante su ciclo de vida.

**Micromate** ® Ha sido fabricado con oxido de tamaño coloidal y tratándolos con acidos sulfúricos durante el proceso de granulación para convertir un 50% de los oxidos en sulfatos y con ello proveer de micronutrientes para el crecimiento de las planta, en el momento que estas las requieren, originando además durante su descomposición un medio acido que incrementa la disponibilidad y asimilación de otros micro elementos presentes en la solución suelo.

Cada vez más es necesario el incorporar micronutrientes a la mezclas de fertilizantes. Los actuales tamaños de partículas de los micronutrientes con varios porcentajes de niveles de estos materiales provocan cuestionamientos sobre la uniformidad de la aplicación al suelo cuando son mezclados con grandes cantidades de los fertilizantes básicos. La uniformidad de la aplicación es cuestionable debido a que el número y el tamaño de los gránulos de los micronutrientes mezclados son relativamente pequeños comparados con los gránulos de los fertilizantes.

**Micromate® Calcium Fortified** Ha minimizado este problema con la incorporación de los micronutrientes en un material granular primario homogéneo el cual puede ser empleado en las mezclas. Mediante este procedimiento, un material primario granular es producido conteniendo

los micronutrientes con un tamaño de partículas similar a los de los fertilizantes básicos empleados en la mezcla y reduciendo así la segregación de partículas de forma que se uniformiza las aplicaciones de fertilizantes ya sea en forma manual o mecanizada.

### **¿Qué nos ofrece Micromate® Calcium Fortified?**

- Incrementa los rendimientos y la calidad de los cultivos.
- Rinde productos agrícolas con excelentes propiedades para el transporte y el almacenamiento.
- Dosifica la entrega a la planta de elementos menores cuando ésta la necesita.
- Restituye los micronutrientes que son retirado del suelo por las cosechas.
- Reduce la pérdida de los micronutrientes en suelos porosos propiciando un mejor uso de los nutrientes aplicados y residuales en el suelo

### **Dosis y recomendaciones de uso:**

#### **Formas de aplicación**

#### **Dosis**

En surco

Aplique de 25 a 50 kg/ha.

Al voleo

Aplique de 50 a 100 kg/ha

En árboles y Frutales

Aplique de 100 a 250

gr/árbol o

100 kg/ha

### **Propiedades físicas del producto:**

Apariencia y Olor	:	Gránulos de color oscuro y sin olor.
Condición Física	:	Granulada
Tamaño de Malla	:	Tamiz Europeo 90% 4 mm + 2 mm
Numero de tamaño	:	SGN # 230
Contenido de Humedad	:	2% con agua libre
Metales solubles en agua	:	Aproximadamente el 50% del contenido total del metal.
Envase	:	Bolsa de polietileno de alta densidad, de 25 Kg de capacidad.
Clasificación de peligrosidad:	:	No combustible

### **Composición química**

Calcio	-----	10%
Magnesio	-----	6%
Azufre	-----	5%
Zinc	-----	3%
Hierro	-----	2%
Manganeso	-----	1.5%
Boro	-----	1%
Cobre	-----	0.3%

### **Función metabólica y requerimiento de micronutrientes**

Excepto el Cl y B, los micronutrientes se encuentran asociados a enzimas que regulan distintos procesos metabólicos, principalmente la respiración

(Cu, Fe, Mn, Zn), la fotosíntesis (Cu, Mn) y la síntesis de clorofila (Cu, Fe, Zn). El Fe, Mn, Cu y Mo forman parte de grupos prostéticos que catalizan reacciones de óxido-reducción, el Fe y Zn forman complejos enzima-sustrato, y el Zn cataliza ciertas reacciones enzimáticas. El Mn interviene, además, en el proceso de regulación enzimático y la permeabilidad de la membrana celular. El Mo es un componente de la nitrato reductasa, además de intervenir, junto con el Zn, en la síntesis de proteínas. Por otro lado, el Cl está involucrado en el transporte de cationes, regulando la apertura y cierre de las células estomáticas, mientras que el B se asocia al metabolismo de azúcares y a la formación del tubo polínico (Römheld y Marschner, 1986).

La demanda de micronutrientes depende de la especie vegetal considerada del cultivar y los rendimientos obtenidos. Los micronutrientes cobran, comparativamente, mayor importancia en la producción de cultivos intensivos que en los extensivos.

En estos últimos, su deficiencia afecta el rendimiento, mientras que en los cultivos intensivos afecta, además, factores de calidad tales como firmeza y color de frutos, pudiendo ocasionar trastornos fisiológicos en el período de pos cosecha (Stoller, 2012).

### **Disponibilidad de micronutrientes en los suelos: factores edáficos que la afectan**

Numerosos factores edáficos afectan la disponibilidad de los micronutrientes para los cultivos. La magnitud de estos efectos varía considerablemente con las características de los micronutrientes, los que se presentan como

cationes (Cu, Zn, Fe, Mn) ó aniones (Mo, Cl, B). Entre estos factores se destacan:

## **1. El pH**

El pH se encuentra estrechamente relacionado con la disponibilidad de los micronutrientes, ya que determina su concentración en la solución del suelo, especies iónicas presentes, y movilidad, afectando su absorción por los cultivos. Los micronutrientes catiónicos así como otros elementos trazas catiónicos, se comportan de manera similar, y su disponibilidad disminuye con el aumento de pH.

La disponibilidad de Mo, en cambio, se incrementa a pH neutros o alcalinos, debido a la liberación de este nutriente de sitios de adsorción aniónica o debido a la solubilización de sus óxidos, originando sales solubles. La concentración de esta especie se incrementa 6 veces con el aumento de pH desde 4.7 hasta 7.5, así como su absorción vegetal.

El Cl presenta una elevada solubilidad y movilidad en la solución del suelo. Se encuentra muy ligeramente sujeto a procesos de adsorción aniónica a valores de pH edáfico ácido. El B es el único micronutriente que se encuentra en la solución del suelo como una especie sin carga en el rango de pH adecuado para la mayoría de los cultivos. La disponibilidad de B no se ve mayormente afectada por el pH del suelo, ya que todas sus formas son solubles. Sin embargo, su concentración en la solución del suelo es ligeramente mayor en el rango de pH 5.5–7.5, donde predomina

como  $H_3BO_3$ . En suelos de pH mayores a 7.5 su disponibilidad disminuye, ya que las especies  $H_2BO_3^-$ ,  $HBO_3^{2-}$  y  $BO_3^{3-}$  están sujetas a procesos de adsorción aniónica. Por ello, las prácticas de encalado reducen la disponibilidad de este elemento y, además, el  $CaCO_3$  actúa como una superficie adsorbente (Fleming, 1980).

## **2. Contenido de materia orgánica**

Los micronutrientes interactúan con la materia orgánica (MO) soluble (ácidos fúlvicos y productos de degradación microbiana de bajo peso molecular) y la materia orgánica insoluble (huminas y ácidos húmicos), formando complejos muy estables.

Por el contrario, las uniones electrostáticas con ácidos orgánicos de bajo peso molecular (acético, cítrico, málico) presentan uniones relativamente débiles. Estos complejos quelatados solubles en la solución del suelo, incrementan la biodisponibilidad de los micronutrientes para las especies vegetales, y su movilidad en el perfil. El uso de estiércol con una alta concentración de micronutrientes y otros elementos traza como abono orgánico puede originar una importante movilización vertical de estos elementos, particularmente en suelos de textura arenosa (Torri *et al.*, 2009). Este flujo vertical estaría relacionado con la presencia de materia orgánica fácilmente mineralizable.

La MO del suelo es el reservorio más importante de B en los suelos. Por el contrario, algunos cationes son retenidos, siguiendo el orden: Cu > Zn > Mn (McGrath *et al.*, 1988).

### **3. Procesos de óxido – reducción**

En condiciones de bajo suministro de oxígeno, muchos microorganismos utilizan aceptores de electrones secundarios para mantener sus procesos metabólicos. Esta situación puede manifestarse en suelos inundados, en el interior de macroagregados o como resultado de la incorporación de un gran volumen de residuos orgánicos, que origina un incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera edáfica.

Entre los aceptores secundarios se encuentran el NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, y entre los micronutrientes el Fe y Mn. En condiciones aeróbicas, el Fe (III) se encuentra principalmente precipitado como óxidos, y en menor proporción como fosfatos y otras sales inorgánicas. En condiciones reductoras, el Fe (II) es soluble y pasa a ser móvil en los suelos. La solubilidad del Mn también se incrementa en condiciones reductoras, debido a su reducción a Mn (II). Por otro lado, se ha observado que la disponibilidad de Cu y Zn disminuye bajo condiciones reductoras, a pesar que estos elementos no presentan equilibrios de óxido-reducción. Ocurre que la reducción de óxidos de Fe y Mn origina superficies amorfas con elevada capacidad de adsorción y sobre estas superficies se verifica una elevada tasa de adsorción de Cu y Zn (Iu *et al.*, 1981).

#### **4. Procesos de intercambio catiónico**

Los procesos de intercambio catiónico influyen relativamente poco, en forma directa, en la disponibilidad de micronutrientes. Esto es debido a que involucra especies químicas como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{NH}_4^+$  que se encuentran en el suelo en concentraciones de varias órdenes de magnitud superiores a los micronutrientes. Sin embargo, el Zn (y en menor proporción el Cu) son retenidos por las arcillas silicatadas en sitios de adsorción específicos. Dado que los óxidos e hidróxidos de Fe y Mn poseen cargas variables, el alcance de la retención depende del pH edáfico, siendo menor a mayor grado de cristalización de los óxidos (Blume y Brummer 1991).

#### **5. Actividad radical**

La estructura radical (longitud, densidad, área superficial) y la abundancia de pelos radicales, así como las micorrizas, influyen en la habilidad de las distintas especies vegetales para absorber micronutrientes. Por otro lado, la rizósfera, en la cual las raíces liberan iones ( $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), más la secreción de exudados radicales (ácidos orgánicos de bajo peso molecular como cítrico, málico, tartárico y oxálico, entre otros), azúcares y enzimas (fosfatasas), fitosideróforos, etc. También afectan la disponibilidad de estos elementos.

#### **6. Factores climáticos, de manejo y fertilización**

Se trata de un conjunto de factores de incidencia compleja. Por ejemplo, las bajas temperaturas disminuyen la tasa de difusión y disolución de los

micronutrientes y por otro lado, restringen el crecimiento radical. Por lo tanto, tienden a reducir, de manera indirecta, la tasa de absorción de micronutrientes.

De acuerdo con esta afirmación, Ferraris y Couretot, (2007), determinaron un mayor número de casos con respuesta positiva, siendo esta de mayor magnitud en la campaña 2005/06 bajo sequía moderada –alrededor de 100 mm de déficit- con relación a la campaña 2006/07, sin déficit de precipitaciones.

### **Funciones de estos micro nutrientes en la planta**

- **Funciones del Calcio (Ca):** El calcio forma parte de la estructura celular de las plantas, las plantas lo acumulan en forma de ion  $\text{Ca}^{2+}$ , principalmente en las hojas. Aparece en las paredes de las células a las cuales les proporciona permeabilidad e integridad o en las vacuolas en forma de oxalatos.

Interviene en la formación de proteínas. Contribuye al crecimiento de las semillas y a la maduración de los frutos. Proporciona vigor evitando que las plantas envejeczan antes. Es vital para contrarrestar el efecto de las sales alcalinas y los ácidos orgánicos. Las fuentes principales del calcio son el yeso, la cal y los superfosfatos.

- **Funciones del magnesio (Mg):** El magnesio forma parte de la clorofila por lo tanto resulta imprescindible para la fotosíntesis. Interviene en el

crecimiento de las plantas a través de la activación hormonal. El magnesio de las plantas procede de los minerales del suelo, de la materia orgánica y de los fertilizantes añadidos a los cultivos.

- **Funciones del azufre (S):** El azufre es necesario, junto con el fósforo y el nitrógeno, para la formación de las proteínas. Ayuda a la formación de la clorofila y al desarrollo de las vitaminas y enzimas. Las plantas lo absorben del suelo en forma de ion sulfatado  $SO_4$ .

El azufre contribuye a la formación de las raíces y a la producción de las semillas. Consiguen que las plantas sean más resistentes al frío y que puedan crecer con más fuerza.

- **Funciones del zinc (Zn):** El zinc participa en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controla el crecimiento vegetal. Resulta también esencial en la transformación de los hidratos de carbono.

- **Funciones del hierro (Fe):** El hierro es fundamental para que se pueda formar la clorofila, el hierro de las plantas procede del suelo y de la aplicación de fertilizantes (sulfato de hierro y quelatos).

- **Funciones de manganeso (Mg):** Interviene en la formación de la clorofila. Participa en el proceso enzimático relacionado con el

metabolismo del nitrógeno y de la descomposición de los carbohidratos. El manganeso de las plantas procede del suelo.

- **Funciones del boro (B):** Contribuye a la formación de los carbohidratos y resulta esencial para el desarrollo de las semillas y del fruto.
  
- **Funciones del cobre (Cu):** El cobre es muy importante para el crecimiento vegetal, el cobre activa ciertas enzimas y forma parte del proceso de formación de la clorofila. Ayuda en el metabolismo de las raíces y consigue que las plantas utilicen mejor las proteínas.

### **3.4. Experiencias relacionadas a la aplicación de micronutrientes**

#### **3.4.1. Aplicación de Trihormonas (Agrostermin GL)**

Rengifo, 2013 menciona que la dosis de  $0,4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  de Agrostermín en el cultivo de tomate híbrido WSX 2205 F-1, destacó con los mayores promedios con 26,1 racimos florales, 5,9 flores por racimo, 10.0 cm de longitud del fruto, 92,9 frutos cosechados por planta, 149,8 cm de altura de planta y un rendimiento de  $306,064.12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Por lo que recomienda la aplicación foliar cada 15 días de Agrostermín GL a dosis de  $0,4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Ubicación del campo experimental

La presente tesis se instaló en el Fundo “EL PACIFICO” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, el cual presenta las siguientes características:

##### a. Ubicación Política

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

##### b. Ubicación Geográfica

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

##### c. Condiciones Ecológicas

Según Holdridge (1975), nos dice que el lugar donde se realizó la presente investigación se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú. Los datos meteorológicos

durante el desarrollo del trabajo de investigación se pueden ver en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 1: Condiciones climáticas durante el experimento**

<b>MESES</b>	<b>Temperatura Media °C</b>	<b>Precipitación Total Mensual (mm)</b>	<b>Humedad Relativa (%)</b>
<b>Septiembre</b>	29.6	72.7	82
<b>Octubre</b>	29.6	84.9	81
<b>Noviembre</b>	29.0	129.1	82
<b>Total</b>		<b>286.7</b>	
<b>Promedio</b>	<b>29.4</b>		<b>81.67</b>

**Fuente: SENAMHI San Martín, 2013**

#### **4.1.2. Historia de campo experimental**

El campo experimental comprende un área dedicada netamente al cultivo de hortalizas como pepinillo, cebolla china, ají, tomate, brócoli por 24 años.

## **4.2 Metodología**

### **4.2.1. Diseño y características del experimento**

#### **a. Diseño experimental**

Se hizo una investigación cuantitativa. Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 15 unidades experimentales.

## b. Características del campo experimental

### A nivel de bloques

Número de bloques	:	03
Tratamientos por bloque	:	05
Total de Tratamientos del experimento	:	15
Largo de los bloques	:	34.00 m.
Ancho de los bloques	:	4.00 m.
Área de cada bloque	:	136.00 m <sup>2</sup>

### A nivel de unidad experimental

Número de Unidades experimentales	:	15
Área total de Tratamientos	:	27.20 m <sup>2</sup>
Distanciamiento entre hileras	:	1.00 m
Distanciamiento entre plantas	:	0.60 m

## 4.2.2. Tratamiento en estudio

**Cuadro 2: Tratamientos estudiados**

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	25 Kg/ha MCF
2	T2	50 Kg/ha MCF
3	T3	75 Kg/ha MCF
4	T4	100 Kg/ha MCF
5	T0	Sin aplicación

**MCF: Micromate Calcium Fortified**

### 4.2.3. Conducción del experimento

#### a. Instalación del experimento

Se realizó la primera semana de agosto del 2013. Una vez determinado el lugar, se hizo el análisis físico químico, luego se procedió a realizar el desmalezado y limpieza del área.

**Cuadro N° 3: análisis físico químico del suelo**

DETERMINACIONES		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.48	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.33	Bajo
C.E. ( $\mu$ S)		156	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	56.0	
	(%) Limo	32.0	
	(%) Arcilla	12.0	
	Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.067	Bajo
	P (ppm)	120.0	Alto
	K (ppm)	375.52	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	0.48	Bajo
	Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	0.15	Bajo
	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.96	Bajo
	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.25	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		13.63	Bajo

Fuente: Laboratorio de suelos FCA – UNSM – T.

#### b. Preparación del terreno y mullido

Se realizó la limpieza de la parcela para luego remover el suelo con el uso de un motocultor y con la finalidad de mejorar la textura. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

**c. Preparación del terreno, mullido e Incorporación de fertilizante micronutriente**

Esta actividad se realizó con la aplicación al suelo del fertilizante granulado de micronutrientes en las dosis pre determinadas, a cada tratamiento para ser mezclada y mullido con el motocultor. El Micromate Calcium Fortified se aplicó por única vez antes del trasplante.

**d. Parcelado y demarcación**

Después de la remoción y nivelado del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno con sus respectivos cinco tratamientos. El distanciamiento entre bloques fue de 1.00 m por cada lado.

**e. Almacigo.** Para el almacigo se utilizó bandejas almacigueras de 192 celdas cada una con sustratos de algas marinas (premix 3), semillas de Tomate (*Lycopersicon esculentum.*) híbrido wxs 2205 f-1 lo cual permanecieron por el tiempo de 21 días en las almacigueras. Se instaló el 29 de Julio del 2013

**f. Siembra**

La siembra se realizó por trasplante en campo definitivo el día 18 de agosto del 2013, colocando un plantin por golpe en el terreno pre determinado. El distanciamiento de siembra es de 1.00 m entre Hileras, y 0.60 m entre plantas. Luego de 15 días se instaló el sistema de espalderas para cada bloque.

#### **4.2.4. Labores culturales**

Se realizó las siguientes labores:

##### **a. Control de malezas**

Se realizó de manera mecánica y manual dos veces durante el periodo fisiológico de la planta. El primero se hizo en la etapa vegetativa el día 03 de setiembre del 2013 y se volvió a repetir 25 días después (en floración).

##### **b. Riego**

Se efectuó de manera continua, ya que las precipitaciones en este periodo de experimentación fueron relativamente bajas, y se puede corroborar según los datos de SENAMHI. (Ver cuadro N° 1). Se realizó con sistema de aspersión.

##### **c. Cosecha**

Se realizó cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica, y se cosechó en forma manual.

##### **d. Control fitosanitario**

Se realizó aplicaciones cada 21 días, a nivel foliar en las parcelas previamente sembradas al distanciamiento establecido. El producto aplicado fue Fitoraz (Propineb 700 g/kg + Cymoxanil 60 g/kg) a dosis de 1Kg/ha de producto comercial (100 g/mochila de 20 L). Respecto a las plagas, no se observó presencia de insectos que estén causando daño al cultivo.

#### **e. Variables evaluadas**

- **Altura de planta**

Se evaluó semanalmente, tomando al azar 10 plantas por tratamiento, procediendo a tomar la medida desde el nivel del suelo hasta la parte apical de la planta, con la ayuda de una wincha.

- **Número de racimos florales**

Se evaluó semanalmente haciendo el conteo de los racimos florales de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Número de flores por racimo**

Se evaluó semanalmente haciendo el conteo de las flores de cada racimo floral de las 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Diámetro del fruto**

Se evaluó al momento de la cosecha de las 10 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de un vernier, tomando las medidas en la parte media del fruto.

- **Longitud del fruto**

Se evaluó al momento de la cosecha con la ayuda de un vernier, se tomo la medida desde la parte umbilical hasta la base del pedúnculo.

- **Peso de fruto por planta y por tratamiento**

Se pesaron los frutos de las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se usó una balanza de precisión.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Altura de planta

**Cuadro 4: Análisis de varianza para la altura de planta en centímetros**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
<b>Bloques</b>	5,206	2	2,603	0,424	0,669 N.S.
<b>Tratamientos</b>	2471,570	4	617,892	100,531	0,000 **
<b>Error experimental</b>	49,170	8	6,146		
<b>Total</b>	2525,946	14			

$$R^2 = 98,1\%$$

$$\mu = 104,79$$

$$C.V.: = 16,8\%$$

**Cuadro 5: Prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de altura de planta por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Altura (cm)	Duncan( $P < 0,05$ )	Diferencia (%)
0	Testigo	87,7	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	98,5	b	12,3
2	50 Kg/ha MCF	101,8	b	16,1
4	100 Kg/ha MCF	108,4	c	23,6
3	75 Kg/ha MCF	126,5	d	44,2

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.2. Número de racimos florales por planta

**Cuadro 6: Análisis de varianza para el número de racimos florales por planta (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
<b>Bloques</b>	0,003	2	0,002	0,479	0,636 N.S.
<b>Tratamientos</b>	9,191	4	2,298	677,158	0,000 **
<b>Error experimental</b>	0,027	8	0,003		
<b>Total</b>	9,222	14			

$$R^2 = 99,7\%$$

$$\mu = 3,74$$

$$C.V.: = 1,5\%$$

**Cuadro 7: Prueba múltiple de Duncan (P<0,05) para promedios de número de racimos por planta por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Racimos florales (N°)	Duncan (P<0,05)	Diferencia (%)
0	Testigo	7,7	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	9,9	b	28,6
2	50 Kg/ha MCF	13,6	c	76,7
4	100 Kg/ha MCF	16,2	d	110,4
3	75 Kg/ha MCF	25,5	e	231,2

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.3. Número de flores por racimo

**Cuadro 8 : Análisis de varianza para el número de flores por racimo (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,003	2	0,002	2,081	0,187 N.S.
Tratamientos	0,470	4	0,118	151,058	0,000 **
Error experimental	0,006	8	0,001		
Total	0,480	14			

$R^2 = 98,7\%$

$\mu = 2,18$

C.V. = 1,45%

**Cuadro 9: Prueba múltiple de Duncan (P<0,05) para promedios de número de flores por racimo por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Flores por racimo (N°)	Duncan (P<0,05)	Diferencia (%)
0	Testigo	3,4	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	4,7	b	38,2
4	100 Kg/ha MCF	5,1	c	50,0
2	50 Kg/ha MCF	5,2	c	52,9
3	75 Kg/ha MCF	5,6	d	64,7

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

#### 5.4. Diámetro del fruto

**Cuadro 10: Análisis de varianza para el diámetro del fruto (cm)**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,023	2	0,011	0,384	0,693 N.S.
Tratamientos	7,714	4	1,929	64,439	0,000 **
Error experimental	0,239	8	0,030		
Total	7,977	14			

$R^2 = 97,0\%$

$\mu = 5,04$

C.V.: = 3,4%

**Cuadro 11: Prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de diámetro del fruto por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Diámetro (cm)	Duncan ( $P < 0,05$ )	Diferencia (%)
0	Testigo	4,0	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	4,5	b	12,5
4	100 Kg/ha MCF	5,3	c	32,5
2	50 Kg/ha MCF	5,7	d	42,5
3	75 Kg/ha MCF	5,8	d	45,0

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

#### 5.5. Longitud del fruto

**Cuadro 12: Análisis de varianza para la longitud del fruto (cm)**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,087	2	0,044	0,648	0,548 N.S.
Tratamientos	73,089	4	18,272	271,612	0,000 **
Error experimental	0,538	8	0,067		
Total	73,714	14			

$R^2 = 99,3\%$

$\mu = 8,13$

C.V.: = 3,2%

**Cuadro 13: Prueba múltiple de Duncan (P< 0,05) para promedios de longitud del fruto por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Longitud (cm)	Duncan (P<0,05)	Diferencia (%)
0	Testigo	5,0	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	6,1	b	22,0
4	100 Kg/ha MCF	8,8	c	76,0
2	50 Kg/ha MCF	10,1	d	102,0
3	75 Kg/ha MCF	10,6	e	112,0

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.6. Peso del fruto

**Cuadro 14: Análisis de varianza para el peso del fruto (g)**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	24,159	2	12,079	1,976	0,201 N.S.
Tratamientos	15 937,347	4	3 984,337	651,787	0,000 **
Error experimental	48,904	8	6,113		
Total	16 010,409	14			

$R^2 = 99,7\%$

$\mu = 114,92$

C.V. = 2,15%

**Cuadro 15: Prueba múltiple de Duncan (P<0,05) para promedios de peso del fruto por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Peso (g)	Duncan (P<0,05)	Diferencia (%)
0	Testigo	69,4	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	89,5	b	29,0
4	100 Kg/ha MCF	125,5	c	80,8
2	50 Kg/ha MCF	126,9	c	82,9
3	75 Kg/ha MCF	163,3	d	135,3

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.7. Número de frutos cosechados por planta

**Cuadro 16: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta (Datos transformados por  $\sqrt{x}$ )**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,016	2	0,008	0,624	0,560 N.S.
Tratamientos	10,912	4	2,728	217,979	0,000 **
Error experimental	0,100	8	0,013		
Total	11,028	14			

$R^2 = 99,1\%$

$\mu = 5,66$

C.V.: = 2,0%

**Cuadro 17: Prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para promedios de número de frutos cosechados por planta por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	N° de Frutos cosechados	Duncan ( $P < 0,05$ )	Diferencia (%)
0	Testigo	22,0	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	23,7	a	7,7
2	50 Kg/ha MCF	33,1	b	50,5
4	100 Kg/ha MCF	35,3	b	60,5
3	75 Kg/ha MCF	49,9	c	126,8

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.8. Rendimiento

**Cuadro 18: Análisis de varianza para el Rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$**

F.V.	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	3164723,339	2	1582361,670	0,147	0,865 N.S.
Tratamientos	2,262E10	4	5,655E9	525,993	0,000 **
Error experimental	8,601E7	8	1,075E7		
Total	2,271E10	14			

$R^2 = 99,6$

$\mu = 68158,72$

C.V.: = 4,8%

**Cuadro 19: Prueba múltiple de Duncan (P<0,05) para promedios de rendimiento por tratamiento**

Tratamientos	Descripción	Rdto (Kg/ha)	Duncan (P<0,05)	Diferencia (%)
0	Testigo	25 506,79	a	0,0
1	25 Kg/ha MCF	35 268,15	b	38,30
2	50 Kg/ha MCF	70 055,24	c	174,70
4	100 Kg/ha MCF	73 966,97	c	189,90
3	75 Kg/ha MCF	135 996,44	d	433,20

Nota: Letras distintas difieren estadísticamente entre sí.

### 5.9. Análisis económico

**Cuadro 20: Análisis económico de los tratamientos estudiados**

Trats	Rdto (kg.ha <sup>-1</sup> )	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (test)	25 506,79	6 932,60	0,20	5 101,36	-1 831,24	0,74
T1 (25 kg/ha)	35 268,15	7 216,40	0,20	7 053,63	-162,77	0,98
T2 (50 kg/ha)	70 055,24	8 025,70	0,30	21 016,57	12 990,87	2,62
T3 (75 kg/ha)	135 966,44	9 488,50	0,30	40 789,93	31 301,43	4,30
T4 (100kg/ha)	73 966,97	8 265,30	0,20	27 193,29	18 927,99	3,29

## VI. DISCUSIONES

### 6.1. De la altura de planta

El análisis de varianza (cuadro 4) para la altura de planta en centímetros reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 98,1% ( $R^2$ ) su acción sobre la altura de planta. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 16,8% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de altura de planta por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 5) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el mayor promedio con 126,5 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 108,4 cm, 101,8 cm, 98,5 cm y 87,7 cm de altura de planta respectivamente. En general asumimos un crecimiento en altura en función al incremento de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified).

Podemos observar además que el incremento de la altura de planta en función al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 12,3%, 16,1% y 44,2%

para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF), prestando atención al T4 (100 Kg/ha MCF) quien no ha seguido un incremento lógico de crecimiento en altura de planta alcanzando superar si al testigo en un 23,6% pero no al promedio alcanzado por el T3 (75 Kg/ha MCF).

Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en la altura de planta y nuestra explicación más cercana a este hecho está referida a la acción de la mezcla química granular balanceada de micronutrientes de Micromate Calcium Fortified con 10% de Ca, 6% de Mg, 5% de Azufre (s), 3% de Zn y 2% de Fe dosificando la entrega a la planta de elementos menores cuando ésta la necesita.

Por otro lado, el hecho de que con el tratamiento T4 (100 Kg/ha) no haya reportado un promedio mayor de altura de planta que el T3 (75 Kg/ha) es debido posiblemente a procesos de antagonismo, el cual consiste en que el aumento por encima de cierto nivel de la concentración de un elemento reduce la absorción de otro. Ejemplos: Na/Ca, K/Mg, Ca/Mg y K, Ca/Fe, Mn, Zn y B, Fe/Mn, N/K. Un sinergismo consiste en que el aumento en la concentración de un elemento favorece la absorción de otro. Ejemplo N/Mg, P/Mg. Puede darse el caso de existir sinergismo negativo, donde la carencia de un determinado elemento propicia la deficiencia de otro, como el caso B/Ca. (CSRSERVICIOS, 2008).

El zinc participa en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controla el crecimiento vegetal, Resulta también esencial en la transformación de los hidratos de carbono. El hierro es fundamental para que se pueda formar la clorofila, el hierro de las plantas procede del suelo y de la aplicación de fertilizantes (sulfato de hierro y quelatos). El Mg Interviene en la formación de la clorofila. Participa en el proceso enzimático relacionado con el metabolismo del nitrógeno y de la descomposición de los carbohidratos. (Stoller, 2012).

## **6.2. Del Número de racimos florales por planta**

El análisis de varianza (cuadro 6) para el número de racimos florales por planta reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 99,7% ( $R^2$ ) su acción sobre el número de racimos florales por planta. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 1,5% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de número de racimos florales por planta y por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 7) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el mayor promedio con 25,5 racimos florales por planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes

obtuvieron promedios de 16,2 racimos, 13,6 racimos, 9,9 racimos y 7,7 racimos florales por planta respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió detectar que un crecimiento en el número de racimos estuvo en función al incremento de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified)

Podemos observar también que el incremento del número de racimos florales por planta en función al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 28,6%, 76,7% y 231,2% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente, observándose al T4 (100 Kg/ha MCF) quien no ha seguido un incremento lógico de, incremento del número de racimos florales por planta alcanzando superar si al testigo en un 110,4% pero no al promedio alcanzado por el T3 (75 Kg/ha MCF). Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en el número de racimos florales por planta.

Estos resultados similares a la altura de planta, se observa con claridad la acción positiva de la mezcla química granular balanceada de micronutrientes de Micromate Calcium Fortified con 10% de Ca, 6% de Mg, 5% de Azufre (s), 3% de Zn y 2% de Fe dosificando la entrega a la planta de elementos menores cuando ésta la necesita y favoreciendo el incremento del número de racimos florales por planta, siendo que este proceso se vio afectada con el tratamiento T4 (100 Kg/ha) el cual no ha reportado un promedio mayor de número de racimos florales por planta que

el T3 (75 Kg/ha) posiblemente a procesos de Antagonismo o sinergismo, siendo que en muchas ocasiones dos elementos pueden comportarse como sinérgicos o antagónicos en función de sus proporciones relativas, de esta forma si guardan un correcto equilibrio se muestran como sinérgicos (CSRSERVICIOS, 2008).

Es importante destacar que excepto el Cl y B, los micronutrientes se encuentran asociados a enzimas que regulan distintos procesos metabólicos, principalmente la respiración (Cu, Fe, Mn, Zn), la fotosíntesis (Cu, Mn) y la síntesis de clorofila (Cu, Fe, Zn). El Fe, Mn, Cu y Mo forman parte de grupos prostéticos que catalizan reacciones de óxido-reducción, el Fe y Zn forman complejos enzima-sustrato, y el Zn cataliza ciertas reacciones enzimáticas. El Mn interviene, además, en el proceso de regulación enzimático y la permeabilidad de la membrana celular. El Mo es un componente de la nitrato reductasa, además de intervenir, junto con el Zn, en la síntesis de proteínas. Por otro lado, el Cl está involucrado en el transporte de cationes, regulando la apertura y cierre de las células estomáticas, mientras que el B se asocia al metabolismo de azúcares y a la formación del tubo polínico (Römheld y Marschner, 1986)

### **6.3. Del Número de flores por racimo**

El análisis de varianza (cuadro 8) para el número de flores por racimo reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 98,7% ( $R^2$ ) su acción sobre el número de flores

por racimo. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 1,45% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de número de flores por racimo y por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 9) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el mayor promedio con 5,6 flores por racimo, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T2 (50 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 5,2 flores, 5,1 flores, 4,7 flores y 3,4 flores por racimo respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió detectar que un crecimiento en el número de flores por racimo estuvo en función al incremento de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified)

Podemos observar también que el incremento del número de flores por racimo en función al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 38,2%, 50,0% y 64,7% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente, observándose al T4 (100 Kg/ha MCF) quien no ha seguido un incremento lógico de, incremento del número de racimos florales por planta alcanzando superar si al testigo en un 52,9% pero no al promedio alcanzado por el T3 (75 Kg/ha MCF). Por lo que, es

importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en número de flores por racimo.

Las altas temperaturas (26/20 °C) durante la fructificación provocan caída de flor y limitan el cuajado (30/20 °C), tal como han descrito Stevens y Rudich, (1978), y El-Ahmadi y Stevens (1979), aunque hay diferencias entre cultivares, de origen genético.

Menor cuajado ocurre con temperaturas bajas (Li y Hornby, 1980) que, en período de diferenciación floral, que son determinantes de la futura producción precoz y total (Rylski, 1979) por su incidencia en la fenología y morfología floral (Aung, 1976). Temperaturas de 15°C en semillero, frente a 11°C, mejoran la producción precoz y total (Martínez, 1984).

La temperatura promedio de 29,4 °C obtenida durante el experimento (SENAMHI, 2013) es óptima para el desarrollo de frutos y racimos florales, además de favorecer el cuajado de las flores (Cáceres 1984).

#### **6.4. Del Diámetro del fruto**

El análisis de varianza (cuadro 10) para el diámetro del fruto reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 97,0% ( $R^2$ ) su acción sobre el diámetro del fruto. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 3,4% se encuentra dentro del rango de

aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del diámetro del fruto y por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 11) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que los Tratamientos T3 (75 Kg/ha MCF) y T2 (50 Kg/ha MCF) reportaron promedios estadísticamente iguales entre sí con promedios de 5,8 cm y 5,7 cm de diámetro promedio del fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del, T4 (100 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 5,3 cm, 4,5 cm y 4,0 cm de diámetro promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió detectar que el incremento en el diámetro del fruto estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) no evidenciándose un incremento en función al incremento de las dosis de aplicación.

Podemos observar también que el incremento del diámetro del fruto en función al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 12,5%, 32,5%, 42,5% y 45,0% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente. Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en el diámetro promedio del fruto.

### **6.5. De la Longitud del fruto**

El análisis de varianza (cuadro 12) para la longitud del fruto reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 99,3% ( $R^2$ ) su acción sobre la longitud del fruto. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 3,2% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de longitud del fruto y por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 13) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el promedio más alto con 10,6 cm de longitud promedio del fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T2 (50 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 10,1 cm, 8,8, 6,1 cm y 5,0 cm de longitud promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió detectar que el incremento en la longitud del fruto estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) no evidenciándose un incremento en función al incremento de las dosis de aplicación.

Podemos observar también que el incremento de la longitud del fruto en función al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 22,0%, 76,0%, 102,0% y

112,0% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente. Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en la longitud del fruto.

#### **6.6. Del Peso del fruto**

El análisis de varianza (cuadro 14) para el peso del fruto reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 99,7% ( $R^2$ ) su acción sobre el peso del fruto. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2,15% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios de peso del fruto y por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 15) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el promedio más alto con 163,3 g de peso promedio del fruto, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T2 (50 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 126,9 g, 125,5 g, 89,5 g y 69,4 g de peso promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió descubrir que el incremento en peso promedio del fruto estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de

microelementos (Micromate Calcium Fortified) no evidenciándose un incremento del peso del fruto coherente cuando la dosis fue de  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (T4).

Podemos observar también que el incremento del peso del fruto en comparación al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 29,0%, 80,8%, 82,9% y 135,3% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente. Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en el peso promedio del fruto.

El 95 % del peso fresco total de las plantas lo constituyen 3 elementos, el carbono (C), el hidrogeno (H) y el oxígeno (O), todos provenientes de la atmosfera, los que se incorporan a las plantas mediante el proceso de la fotosíntesis. El carbono proviene del  $\text{CO}_2$  del aire, en cambio el H y el O provienen del agua, la cual debe llegar al suelo para ser absorbida por las plantas y trasladada por su sistema vascular hasta las hojas donde se realiza el proceso fotosintético. El resto de los elementos las plantas los toman desde el suelo en distintas cantidades, por ello se les agrupa en macro elementos para referirse a aquellos que las plantas los requieren en mayor cantidad, como es el caso del nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); y micro elementos cuando son requeridos en pequeñas cantidades, como fierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn) boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). Alvarado, (1986).

### **6.7. Del Número de frutos cosechados por planta**

El análisis de varianza (cuadro 16) para el número de frutos cosechados por planta reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 99,1% ( $R^2$ ) su acción sobre el número de frutos cosechados por planta. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2,0% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del número de frutos cosechados por planta por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 17) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos. Se puede observar que el Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó el promedio más alto con 49,9 frutos promedio cosechados por planta, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T4 (100 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF), T1 (25 Kg/ha MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 35,3 frutos, 33,1 frutos, 23,7 frutos y 22 frutos promedio cosechados por planta respectivamente. La evaluación de esta variable también nos permitió descubrir que el incremento en peso promedio del fruto estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) no evidenciándose un incremento del número de frutos cosechados coherente cuando la dosis fue de 100 kg.ha<sup>-1</sup> (T4).

Podemos observar también que el incremento del peso del fruto en comparación al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 7,7%, 50,5%, 60,5% y 1326,8% para los tratamientos T1 (25 Kg/ha MCF), T2 (50 Kg/ha MCF), T4 (100 Kg/ha MCF) y T3 (75 Kg/ha MCF) respectivamente. Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no han reportado necesariamente incremento en el peso promedio del fruto.

Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (Van Koot y Van Ravestjin, 1963); valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen (Burms et al., 1979; Drakes y Statham, 1979), pudiendo, al limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes (Adams, 1980) y generar déficit de elementos como el calcio (Hurd y Sheard, 1981), induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical). La humedad relativa presentada durante el experimento (81,67% según SENAMHI 2013) está dentro del rango requerido por el cultivo. (Cáceres, 1984).

#### **6.8. Del Rendimiento**

El análisis de varianza (cuadro 18) para el rendimiento en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para la fuente de variabilidad tratamientos, Los efectos de las fuentes de variabilidad evaluadas explican en un 99,6% ( $R^2$ ) su acción sobre el rendimiento en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 4,8% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo, propuesto por Calzada (1982).

La prueba múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ) para los promedios del rendimiento en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  por tratamientos ordenados de menor a mayor (cuadro 19) también detectó diferencias significativas entre promedios de tratamientos.

Se puede observar que el Tratamiento T3 (75  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF) reportó el promedio más alto con 135.996,44  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de rendimiento, superando estadísticamente a los demás tratamientos seguido del T4 (100  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF), T2 (50  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF), T1 (25  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 73.966,97  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 70 055,24  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , 35 268,15  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  y 25 506,79  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de rendimiento respectivamente. La evaluación de esta variable igualmente nos permitió descubrir que el incremento en el rendimiento estuvo en función a la aplicación de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) no evidenciándose un incremento del rendimiento coherente cuando la dosis fue de 100  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (T4).

Podemos observar también que el incremento del rendimiento en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  en comparación al testigo (Sin aplicación de MCF) fue de 38,3%, 174,7%, 189,9% y 433,2% para los tratamientos T1 (25  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF), T2 (50  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF), T4 (100  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF) y T3 (75  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF) respectivamente. Por lo que, es importante destacar que aplicaciones superiores a 75  $\text{Kg}/\text{ha}$  MCF no han reportado necesariamente incremento en el rendimiento.

Los factores ambientales, de manejo y fertilización de incidencia compleja. Por ejemplo, las bajas temperaturas disminuyen la tasa de difusión y disolución de los micronutrientes y por otro lado, restringen el crecimiento radical. Por lo tanto, tienden a reducir, de manera indirecta, la tasa de absorción de micronutrientes.

Un aspecto importante en la nutrición de los cultivos es el balance adecuado de nutrientes. Cuando un nutriente es deficiente su balance puede afectar negativamente los procesos de la planta y así inhibir la óptima absorción, utilización o distribución de otros nutrientes (Didd, 1995). De igual manera el exceso de cualquier nutriente puede ocasionar toxicidad al árbol o bien afectar la disponibilidad de otros en el suelo (Jasso *et al.*, 1999).

Bingham *et al.*, (1956) estudiaron la relación existente entre el potasio y el magnesio en el suelo comprobando que el exceso de potasio puede inducir la carencia de magnesio, la relación de K/Mg cambiables en el suelo debe ser inferior a 0.4 / 0.5. Según dichos autores existe una relación entre el magnesio en las hojas y la relación K/Mg en el suelo, pudiendo poner el umbral de las deficiencias en un contenido de magnesio foliar del 0.2 %.

Según González Sicilia (1963) y Rivero (1968) la deficiencia de potasio tiende a elevar el contenido de nitrógeno, calcio, magnesio, sodio y boro de las hojas mientras que la acumulación de potasio disminuye la absorción de sodio, calcio, fósforo, azufre y cloro.

Salvo los procesos de antagonismo y sinergismo en micronutrientes, es importante destacar que el Ca forma parte de la estructura celular de las plantas, las plantas lo acumulan en forma de ion  $\text{Ca}^{2+}$ , principalmente en las hojas. Contribuye al crecimiento de las semillas y a la maduración de los frutos., proporcionando vigor evitando que las plantas envejezcan antes. El magnesio forma parte de la clorofila por lo tanto resulta imprescindible para la fotosíntesis. Interviene en el crecimiento de las plantas a través de la activación hormonal.

El manganeso de las plantas procede del suelo. El Boro contribuye a la formación de los carbohidratos y resulta esencial para el desarrollo de las semillas y del fruto y el Cobre es muy importante para el crecimiento vegetal, el cobre activa ciertas enzimas y forma parte del proceso de formación de la clorofila. Ayuda en el metabolismo de las raíces y consigue que las plantas utilicen mejor las proteínas (Stoller, 2012).

En condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede acarrear, especialmente en fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor, stress hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis (Rawson et al., 1977).

#### **6.9. Del Análisis económico de los tratamientos estudiados**

En el análisis económico de los tratamientos (cuadro 20), se presentan los tratamientos, rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , costos de producción (S/.) precio actual en mercado por kilogramo de producto (S/.), beneficio bruto y neto

(S/.) y la relación Beneficio / Costo obtenido por tratamiento. Se ha considerado el precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 0.20 nuevos soles por kg de tomates de tamaño pequeño y S/. 0,30 nuevos soles por kg de tomates más grandes.

Se observa que solamente los tratamientos con dosis de Micromate Calcium Fortified desde  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  arrojaron valores C/B superiores a 1, por lo que obtuvieron ganancias reflejadas en los beneficios netos. Siendo el tratamiento T3 ( $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) el que obtuvo el mayor B/C con 4,3 y un beneficio neto de S/. 31 301,43 por hectárea, seguido de los tratamientos T4 ( $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y T2 ( $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) quienes obtuvieron valores B/C de 3,29 y 2,62 con beneficios netos de S/. 18 927,99 y S/. 12 990,87 respectivamente. Los tratamientos T1 ( $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y T0 (testigo) reportaron valores de B/C de 0,98 y 0,74 con beneficios netos negativos de S/. -162,77 y S/. -1.831,24 respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** El Tratamiento T3 (75 Kg/ha MCF) reportó los promedios más altos en rendimiento con 135 996,44 Kg.ha<sup>-1</sup>, 49,9 frutos promedio cosechados por planta, 163,3 g de peso promedio del fruto, 126,5 cm de altura de planta y 25,5 racimos florales por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos.
- 7.2.** El Tratamiento T0 (testigo) obtuvo los promedios más bajos con 25 506,79 Kg.ha<sup>-1</sup> de rendimiento, 22 frutos promedio cosechados por planta, 69,4 g de peso promedio del fruto, 87,7 cm de altura de planta y 7,7 racimos florales por planta.
- 7.3.** Los resultados obtenidos de rendimiento, frutos promedio cosechados por planta, peso promedio del fruto, longitud del fruto, altura de planta y número de racimos florales por con aplicaciones superiores a 75 Kg/ha MCF no evidenciaron incrementos sustantivos.
- 7.4.** El tratamiento T3 (75 kg.ha<sup>-1</sup>) obtuvo el mayor B/C con 4,3 y un beneficio neto de S/. 31 301,43 por hectárea, seguido de los tratamientos T4 (100 kg.ha<sup>-1</sup>) y T2 (50 kg.ha<sup>-1</sup>) quienes obtuvieron valores B/C de 3,29 y 2,62 con beneficios netos de S/. 18 927,99 y S/. 12 990,87 respectivamente. Los tratamientos T1 (25 kg.ha<sup>-1</sup>) y T0 (testigo) reportaron valores de B/C de 0,98 y 0,74 con beneficios netos negativos de S/. -162,77 y S/. -1.831,24 respectivamente.

## VIII. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados y conclusiones obtenidas y teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas del lugar y la variedad de tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, recomendamos:

- 8.1.** La aplicación de fertilizante granulado a base de micro elementos en una dosis de  $75 \text{ Kg.ha}^{-1}$  bajo la fuente de Micromate Calcium Fortified.
- 8.2.** Promover investigaciones con varias dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos bajo la fuente de Micromate Calcium Fortified desde 75 a  $100 \text{ Kg.ha}^{-1}$  con el objetivo de identificar con mayor exactitud la dosis más adecuada en las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio.
- 8.3.** Realizar investigaciones con dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos bajo la fuente de Micromate Calcium Fortified en otros cultivos hortícolas.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. **ADAMS, P; L. C. HO. 1993.** Effect of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. *Plant soil* 154: 127-132 p.
2. **ALVARADO, P. 1986.** Recomendaciones de abonado para cultivos hortícolas. pp. 9.1-9.21 En: Curso sobre Ferti-Riego. CORPREX. El Salvador, C.A. 251 p.
3. **AUNG, L.H. (1976).** Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum*. Mill. *J. Amer Soc.Hort. Sci.* 101: 358-360.
4. **BINGHAM, F. T., MC COLLOCH, R. C. AND ALDRICH, D. C. (1956).** Interrelation of soil potassium and magnesium. *Citrus leaves.* p. 20 – 67
5. **BLUME H, BRUMMER D. (1991).** Prediction of heavy metal behavior in soil by means of simple field tests. *Ecotoxicol. Envir. Safety* 22:164-174
6. **BURNS, E. R., CARTER, J., PILE, R.S., ROETHELI, J. C. (1979).** Crop production in humid greenhouses heated with direct contact heat exchangers and power plant waste heat. *Proc. Nat. Green-house Veg. And Energy Conf.* Cleveland, Ohio, Sept. 1979: 49-69.
7. **CÁCERES, E. (1984).** Producción de Hortalizas. IICA, San José, Costa Rica. 387 páginas.
8. **CALDERÓN, F. (2002).** “Requerimientos Nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la sábana de Bogotá” Calderon laboratorios Ltda. Bogotá – Colombia.

9. **CALZADA B., J. (1982).** “Métodos estadísticos para la investigación”.  
Editorial Milagros S.A. Lima –Perú. 664 p.
10. **CSRSERVICIOS, (2008).** Análisis foliares. Invierno 2008.  
[www.csrsestos.es](http://www.csrsestos.es) [laboratorio@csrsestos.es](mailto:laboratorio@csrsestos.es)
11. **DIDD, D. (1995).** Alimentos para el futuro – El rol del Instituto de la Potasa y el Fósforo en el manejo adecuado de nutrientes. Informaciones Agronómicas. No. 19. INPOFOS. p. 1 – 4.
12. **DOMÍNGUEZ, V. A. (1989).** “Tratado de fertilización”. 2º edición revisada y ampliada – Madrid.
13. **EI- AHMADI, A.B., STEVENS, M.A.(1979).** Reproductive responses of heat tolerant tomatoes to high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104:686-691.
14. **FERRARIS, G.; COURETOT, L. (2007).** Evaluación de la aplicación de nutrientes y estrategias de fertilización alternativas en soja. Agromercado. Cuadernillo Soja 2007. 27 (141):142-143.
15. **FIGUEROA, Z. R. (1998).** “Guía para la caficultura ecológica”
16. **FLEMING GA (1980).** Essential micronutrients boron and molybdenum. En Davies BE (Ed.) Applied Soil Trace Elements. John Wiley. Nueva York, EEUU. pp. 155-176
17. **GABER, B.; WIEBE, W. (1997).** Enfermedades del tomate. Guía Práctica para Agricultores. Peto Seed Company, 61 páginas.
18. **GONZÁLEZ SICILIA, E. (1963).** El cultivo de los agrios. 2da edición. INIA. España. 814 p.

19. **HAVLIN, J. L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. (1999).** Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management. 6. ed. Upper Saddle River (Estados Unidos), Prentice Hall. 499 p.
20. **HOLDRIDGE (1975).** "Ecología Basada en las Zonas de Vida". San José – costa rica. IICA. Pág. 250.
21. **HUNZIKER, A. T. (1979).** South American *Solanaceae*: a synoptic survey. In: <<Hawwkes, J. G.; Lester, R. N.; Skelding, A. D. (Eds.). The biology and taxonomy of the *Solanaceae*. Academic Press, New York & London>>: 4985.
22. **HURT, R.G., SHEARD, G.F.(1981).** Fuel saving in greenhouses; the biological aspect. Growers books. London.
23. **JASSO, CH., J. VERA Y R. NUÑEZ. (1999).** Dinámica de nutrientes en hojas de Melocotonero cultivadas en condiciones de salinidad y riego localizado. Fruticultura Profesional. No.101. Año XIV. p. 43 – 58.
24. **LATORRE GUZMAN, BERNARDO (1999).** "Enfermedades de las plantas cultivadas". Edit. Alfa Omega. Universidad la Católica. Santiago. Pág. 302.
25. **Li, T.S.C., HORNBY, C.A. (1980).** Reciprocal cross analysis of growth components stages in tomatoes under two temperature regimes. Can. J. Plant Sci. 60: 163-166.
26. **MCGRATH, S.P., SANDERS, J.R., SHALABY, M.H. (1988).** The effects of soil organic matter levels on soil solution concentrations and extractabilities of manganese, zinc and copper. Geoderma 42: 177-188

27. **MARTÍNEZ, P.F.(1984).** Mejora de la fructificación del tomate en invernadero. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica. Madrid.
28. **MATHERON M. (2008).** "Fusarium wilt of leafy greens: Managing a challenging disease". PDT. The University of Arizona. Yuma Agricultural Center. Pág. 2.
29. **NAVARRO, S. y NAVARRO, G. (2000).** Química Agrícola. Barcelona: Mundiprensa. pp. 424-427.
30. **RAWSON, H. M.; BEGG, J. E.; WOODWAR, R. G. (1977).** The effect of atmospheric humidity on photosynthesis, transpiration and water use efficiency on leaves of several plant species plant a 134: 5 – 10
31. **RENGIFO, P. R. (2013).** Efecto de cuatro dosis de trihormona en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) híbrido WSX 2205 F-1, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 2013
32. **RIVERO, J. (1968).** Potasio. Su función. Los estados de carencia en los agrios. Mundi - Prensa 2da Ed. España. p. 71 - 89.
33. **ROMHELD, V. AND H. MARSCHNER. (1981).** Iron deficiency stress induced morphological changes. *Physiol. Plant.*, 53:354-360
34. **RYLSKI, Y. (1979).** Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104: 835-838.
35. **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. p. 14 -15.

36. **STEVENS, M.A., RUDICH, J. (1978).** Genetic potencial for overcoming physiological limitations on adaptability yield and quality in the tomat. Hortscience. 13: 673-678.
37. **STOLLER. (2012).** MICROMATE® CALCIUM FORTIFIED Urb. Industrial Santa Rosa, Lima 03, Perú
38. **TORRI S.I., PEREZ CARRERA A, RUBIO C, OLGA HEREDIA O, SAINATO C. (2009).** Movilidad de arsénico, cobre y cromo proveniente de estiércol vacuno en un Hapludol típico de la provincia de Buenos Aires 2009. X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II del MERCOSUR, Rosario, Santa Fe, Argentina, 1- 4 de septiembre de 2009.
39. **VAN KOOT, I.J., VAN RAVESTJIN. (1963).** The germination of tomato pollen on the stigma. 16th. Int. Hort. Congress. 1962: 452-461.
40. **VON HAEFF, J. N. M. (1983).** Manuales para Educación Agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), 1ª Edición, Editorial Trillas, D. F., México: 9-53.
41. **WEAVER, R. (1976).** Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 622 Págs.
42. **ZAIDÁN, O. (n.d.)** El Cultivo del Tomate. Curso Internacional sobre producción de hortalizas en diferentes condiciones ambientales. CINADCO (Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Israel. Folleto. 40 páginas.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo "El Pacifico" ubicado en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín, con una ubicación geográfica de 76° 30' 45" de longitud oeste, 06° 20' 15" de latitud sur y 835 m.s.n.m.m., con el objetivo de evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Híbrido WSX 2205 F-1, frente a 4 dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos bajo la fuente de Micromate Calcium Fortified). Además determinar el costo de producción para cada tratamiento en un análisis costo/beneficio.

Las dosis estudiadas de fertilizante MCF fueron: Sin aplicación (T0), 25 Kg/ha (T1), 50 Kg/ha (T2), 75 Kg/ha (T3) y 100 kg/ha (T4) respectivamente para cada tratamiento, el fertilizante fue aplicado por única vez 8 días antes del trasplante a campo definitivo. Las evaluaciones se hicieron bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones.

Los mejores resultados obtenidos para todas las variables evaluadas fue sin duda el T3 con la aplicación de 75 Kg/ha de MFC, que reportaron un rendimiento de 135 996,44 kg/ha frente a 25 506,79 Kg/ha que reportó el testigo T0. Así mismo el T3 nos otorgó un B/C de 4,3 con utilidad neta de S/. 31 301,43 por hectárea frente al testigo T0 en el que no se obtuvo ganancias, si no pérdidas de S/. 1 831, 24 por hectárea.

**Palabras Claves:**

**Micromate Calcium Fortified.** Fertilizante granulado a base de micro elementos.

## SUMMARY

This research was conducted at the farm "The Pacific" located in the district and province of Lamas, San Martin department, with a geographical location of 76 ° 30 '45 " west longitude, 06 ° 20' 15" m.s.n.m.m south latitude and 835, in order to evaluate the yield and quality of tomato crop (*Lycopersicum esculentum*) Hybrid WSX 2205 F-1, compared to 4 doses of granulated fertilizer based on trace elements in the source Micromate Calcium Fortified). Also determine the cost of production for each treatment in a cost / benefit analysis.

The MCF fertilizer doses studied were: No application (T0), 25 kg.ha<sup>-1</sup> (T1), 50 kg.ha<sup>-1</sup> (T2), 75 kg.ha<sup>-1</sup> (T3) and 100 kg.ha<sup>-1</sup> (T4) respectively for each treatment, fertilizer was applied one time eight days before transplant to final field. Evaluations were made under a design Randomized Complete Blocks with five treatments and three replications.

The best results for all evaluated variables was undoubtedly the T3 with the application of 75 kg.ha<sup>-1</sup> of MFC, who reported a yield of 135 996, 44 kg.ha<sup>-1</sup> compared to 25 506,79 Kg.ha<sup>-1</sup> reported that the witness T0. Also awarded us a T3 B / C 4.3 with net profit of S /. 31 301,43 per hectare compared to the control T0 where no profits are earned, if not losses S /. 1 831,24 to hectare.

### Keywords:

**Micromate Calcium Fortified.** Based micro granular fertilizer elements.

**ANEXOS**



**Foto 1. Almacigo de tomate hibrido WSX 2205 F-1**



**Foto 2. Terreno con Micromated Calcium Fortified incorporado**



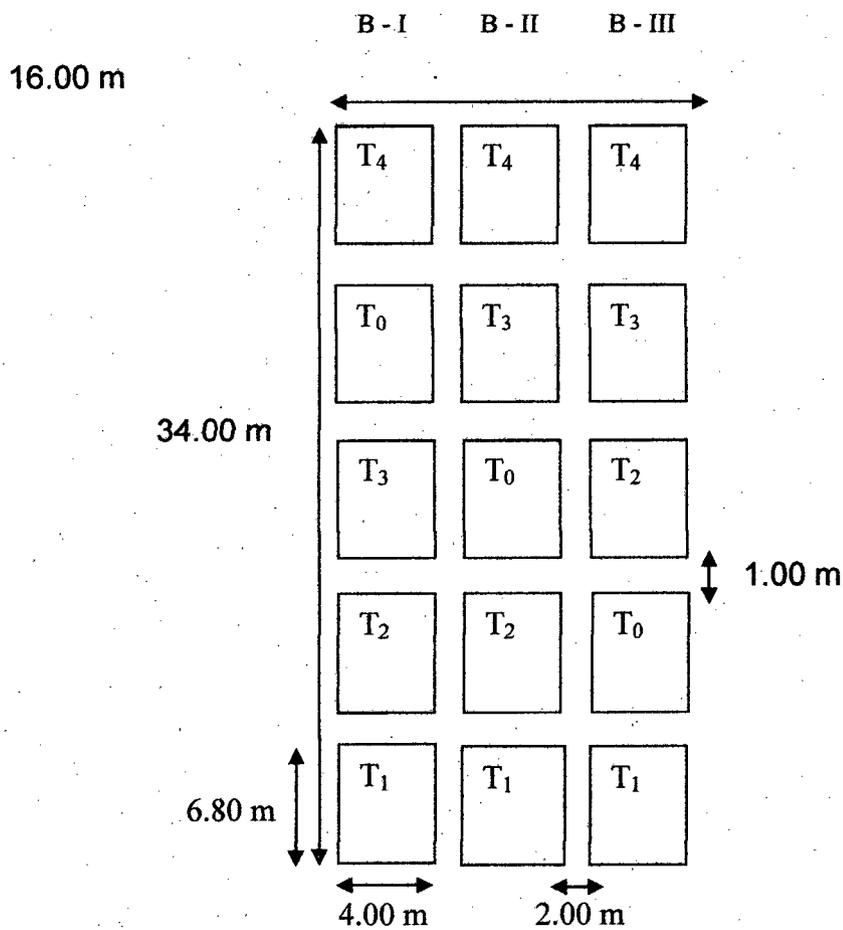
**Foto 3. Tomate en floración**



**Foto 4. Parcelas de tomate en fructificación**



**Foto 5. Frutos de tomate híbrido WSX 2205 F-1**



**Anexo N° 6: Diseño del campo Experimental**

**Anexo N° 7: Análisis del suelo después del experimento T1**

DETERMINACIONES (MUESTRA T1)		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.42	Ligeramente Ácido Bajo
M.O (%)		1.44	
C.E. (μS)		170	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	55.6	Franco Arcillo Arenoso
	(%) Limo	30.1	
	(%) Arcilla	14.3	
Clase Textural		Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.072	Bajo
	P (ppm)	107.0	Alto
	K (ppm)	327.4	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	10.72	Bajo
	Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	2.05	Bajo
	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.837	Bajo
	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.44	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		14.05	Bajo
Micro Elementos (ppm) con DTPA (ácido dietilenotriamino-pentaacético) ABSORCION ATOMICA	Fe	2.10	Bajo
	Mn	2.75	Adecuado
	Zn	1.92	Adecuado
	Cu	0.32	Bajo
	B	1.25	Adecuado

Fuente: Laboratorio de suelos de la FCA – UNSM. Nov.2013

**Anexo N° 8. Análisis del suelo después del experimento T2**

DETERMINACIONES (MUESTRA T2)		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.45	Ligeramente Ácido Bajo
M.O (%)		1.24	
C.E. (μS)		188	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	57.2	Franco Arcillo Arenoso
	(%) Limo	31.4	
	(%) Arcilla	11.4	
Clase Textural		Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.062	Bajo
	P (ppm)	113.0	Alto
	K (ppm)	305.74	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	10.77	Bajo
	Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	2.10	Bajo
	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.782	Bajo
	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.40	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		14.04	Bajo
Micro Elementos (ppm) con DTPA (ácido dietilenotriamino-pentaacético) ABSORCION ATOMICA	Fe	2.50	Adecuado
	Mn	2.12	Adecuado
	Zn	2.23	Adecuado
	Cu	0.28	Bajo
	B	0.95	Adecuado

Fuente: Laboratorio de suelos de la FCA – UNSM. Nov.2013

**Anexo N° 9. Análisis del suelo después del experimento T3**

DETERMINACIONES (MUESTRA T3)		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.45	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.27	Bajo
C.E. (µS)		226	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	54.6	
	(%) Limo	32.8	
	(%) Arcilla	12.6	
	Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.064	Bajo
	P (ppm)	112.0	Alto
	K (ppm)	330.4	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	10.3	Bajo
	Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	2.15	Bajo
	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.845	Bajo
	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.2	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		13.5	
Micro Elementos (ppm) con DTPA (ácido dietilenotriamino-pentaacético) ABSORCION ATOMICA	Fe	1.50	Bajo
	Mn	1.80	Adecuado
	Zn	1.56	Adecuado
	Cu	0.80	Bajo
	B	1.96	Adecuado

**Anexo N° 10. Análisis del suelo después del experimento T4**

DETERMINACIONES (MUESTRA T4)		Dato	INTERPRETACIÓN
pH		6.41	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.5	Bajo
C.E. (µS)		182.8	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	53.8	
	(%) Limo	34.5	
	(%) Arcilla	11.7	
	Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.075	Bajo
	P (ppm)	112.0	Alto
	K (ppm)	317.2	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca <sup>++</sup> (meq/100 g)	10.24	Bajo
	Mg <sup>++</sup> (meq/100 g)	2.2	Bajo
	K <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.811	Bajo
	Na <sup>+</sup> (meq/100 g)	0.34	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		13.63	
Micro Elementos (ppm) con DTPA (ácido dietilenotriamino-pentaacético) ABSORCION ATOMICA	Fe	1.68	Bajo
	Mn	3.00	Adecuado
	Zn	1.55	Adecuado
	Cu	0.45	Bajo
	B	1.65	Adecuado

**Fuente: Laboratorio de suelos de la FCA – UNSM. Nov.2013**

### Anexo N° 11. Costo de producción del tratamiento Testigo (T0)

Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Prep. del Terreno</b>					<b>680.0</b>
- Limpieza	Jornal	4	20	80.0	
- Alineamiento	Jornal	2	20	40.0	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560.0	
<b>3. Siembra</b>	Jornal	8	20	160.0	<b>160.0</b>
<b>4. Almacigo</b>	Jornal	5	20	100.0	<b>100.0</b>
<b>5. Labores culturales</b>					<b>680.0</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20	400.0	
- Abonamiento	Jornal	4	20	80.0	
- Riegos	Jornal	10	20	200.0	
<b>6. Cosecha</b>	Jornal	40	20	800.0	<b>800.0</b>
<b>7. Transporte y comercialización</b>	Tn	25 50679	20	510.1	<b>510.1</b>
<b>8. Insumos</b>					<b>2400.0</b>
- Micromate Calcium fortified	Kg	0	3	0.0	
- Semillas	Kg	1	2400	2400.0	
<b>9. Materiales</b>					<b>120.0</b>
- Machetes	Unidad	4	10	40.0	
- Palanas	Unidad	4	20	80.0	
<b>Sub. Total</b>					<b>5450.1</b>
- Imprevistos (5% del C.D)					<b>272.5</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>1210.0</b>
<b>Costo Total</b>					<b>6932.6</b>

## Anexo N° 12. Costo de producción del tratamiento T1

Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Preparación. del Terreno</b>					<b>680.0</b>
- Limpieza	Jornal	4	20	80.0	
- Alineamiento	Jornal	2	20	40.0	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560.0	
<b>3. Siembra</b>	Jornal	8	20	160.0	<b>160.0</b>
<b>4. Almacigo</b>	Jornal	5	20	100.0	<b>100.0</b>
<b>5. Labores culturales</b>					<b>680.0</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20	400.0	
- Abonamiento	Jornal	4	20	80.0	
- Riegos	Jornal	10	20	200.0	
<b>6. Cosecha</b>	Jornal	40	20	800.0	<b>800.0</b>
<b>7. Transporte y comercialización</b>	t	35 26815	20	705.4	<b>705.4</b>
<b>8. Insumos</b>					<b>2475.0</b>
- Micromate Calcium fortified	Kg	25	3	75.0	
- Semillas	Kg	1	2400	2400.0	
<b>9. Materiales</b>					<b>120.0</b>
- Machetes	Unidad	4	10	40.0	
- Palanas	Unidad	4	20	80.0	
<b>Sub. Total</b>					<b>5720.4</b>
- Imprevistos (5% del C.D)					<b>286.0</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>1210.0</b>
<b>Costo Total</b>					<b>7216.4</b>

### Anexo N° 13. Costo de producción del tratamiento T2

Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Preparación del Terreno</b>					<b>680.0</b>
- Limpieza	Jornal	4	20	80.0	
- Alineamiento	Jornal	2	20	40.0	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560.0	
<b>3. Siembra</b>	Jornal	8	20	160.0	<b>160.0</b>
<b>4. Almacigo</b>	Jornal	5	20	100.0	<b>100.0</b>
<b>5. Labores culturales</b>					<b>680.0</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20	400.0	
- Abonamiento	Jornal	4	20	80.0	
- Riegos	Jornal	10	20	200.0	
<b>6. Cosecha</b>	Jornal	40	20	800.0	<b>800.0</b>
<b>7. Transporte y comercialización</b>	t	70 05524	20	1401.1	<b>1401.1</b>
<b>8. Insumos</b>					<b>2550.0</b>
- Micromate Calcium fortified	Kg	50	3	150.0	
- Semillas	Kg	1	2400	2400.0	
<b>9. Materiales</b>					<b>120.0</b>
- Machetes	Unidad	4	10	40.0	
- Palanas	Unidad	4	20	80.0	
<b>Sub. Total</b>					<b>6491.1</b>
- Imprevistos (5% del C.D)					<b>324.6</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>1210.0</b>
<b>Costo Total</b>					<b>8025.7</b>

### Anexo N° 14. Costo de producción del tratamiento T3

Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Preparación del Terreno</b>					<b>680.0</b>
- Limpieza	Jornal	4	20	80.0	
- Alineamiento	Jornal	2	20	40.0	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560.0	
<b>3. Siembra</b>	Jornal	8	20	160.0	<b>160.0</b>
<b>4. Almacigo</b>	Jornal	5	20	100.0	<b>100.0</b>
<b>5. Labores culturales</b>					<b>680.0</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20	400.0	
- Abonamiento	Jornal	4	20	80.0	
- Riegos	Jornal	10	20	200.0	
<b>6. Cosecha</b>	Jornal	40	20	800.0	<b>800.0</b>
<b>7. Transporte y comercialización</b>	t	135 96644	20	2719.3	<b>2719.3</b>
<b>8. Insumos</b>					<b>2625.0</b>
- Micromate Calcium fortified	Kg	75	3	225.0	
- Semillas	Kg	1	2400	2400.0	
<b>9. Materiales</b>					<b>120.0</b>
- Machetes	Unidad	4	10	40.0	
- Palanas	Unidad	4	20	80.0	
<b>Sub. Total</b>					<b>7884.3</b>
- Imprevistos (5% del C.D)					<b>394.2</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>1210.0</b>
<b>Costo Total</b>					<b>9488.5</b>

**Anexo N° 15. Costo de producción del tratamiento T4**

Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>1. Preparación. del Terreno</b>					<b>680.0</b>
- Limpieza	Jornal	4	20	80.0	
- Alineamiento	Jornal	2	20	40.0	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560.0	
<b>3. Siembra</b>	Jornal	8	20	160.0	<b>160.0</b>
<b>4. Almacigo</b>	Jornal	5	20	100.0	<b>100.0</b>
<b>5. Labores culturales</b>					<b>680.0</b>
- Deshierbo	Jornal	20	20	400.0	
- Abonamiento	Jornal	4	20	80.0	
- Riegos	Jornal	10	20	200.0	
<b>6. Cosecha</b>	Jornal	40	20	800.0	<b>800.0</b>
<b>7. Transporte y comercialización</b>	t	73 96697	20	1479.3	<b>1479.3</b>
<b>8. Insumos</b>					<b>2700.0</b>
- Micromate Calcium fortified	Kg	100	3	300.0	
- Semillas	Kg	1	2400	2400.0	
<b>9. Materiales</b>					<b>120.0</b>
- Machetes	Unidad	4	10	40.0	
- Palanas	Unidad	4	20	80.0	
<b>Sub. Total</b>					<b>6719.3</b>
- Imprevistos (5% del C.D)					<b>336.0</b>
- Leyes sociales (50% m.o)					<b>1210.0</b>
<b>Costo Total</b>					<b>8265.3</b>