

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



TESIS

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE CAIHUA (*Cyclanthera pedata*)
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JOSÉ WARREN PINTO GÓMEZ

TARAPOTO - PERÚ

2015

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



TESIS

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE CAIHUA (*Cyclanthera pedata*)
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JOSE WARREN PINTO GOMEZ**

**TARAPOTO – PERÚ
2015**

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

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

**DOSIS DE FERTILIZANTE GRANULADO A BASE DE MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE CAIHUA (*Cyclanthera pedata*)
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

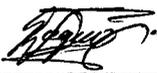
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JOSE WARREN PINTO GOMEZ**

Comité de Tesis



Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Presidente



Ing. M.Sc. Guillermo Vásquez Ramírez
Secretario



Ing. M.Sc. Elías Torres Flores
Miembro



Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera
Asesor

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Generalidades	5
3.1.1 Origen y distribución	5
3.1.2 Clasificación taxonómica	6
3.1.3 Nombres comunes	6
3.1-4 Descripción botánica	6
3.1.5 Diversidad genética	9
3.2 Requerimiento agroecológico	11
3.3 Fertilización	13
3.4 Fertilización de micronutrientes	19
3.5 Trabajos realizados con Micromate	31
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	34
4.1 Materiales	34
4.1.1 Ubicación del campo experimental	34
4.2 Metodología	36
4.2.1 Diseño experimental	36
4.2.2 Tratamiento en estudio	37
4.2.3 Conducción del experimento	37
4.2.4 Labores culturales	38
4.2.5 Variables evaluadas	39
V. RESULTADOS	41
5.1 Altura de planta	41
5.2 Peso del fruto	42
5.3 Diámetro mayor del fruto	43
5.4 Diámetro menor del fruto	44

5.5	Longitud del fruto	45
5.6	Número de frutos cosechados por planta	46
5.7	Rendimiento	47
5.8	Análisis económico de los tratamientos	48
VI.	DISCUSIONES	49
6.1	Altura de planta	49
6.2	Peso del fruto	51
6.3	Diámetro mayor del fruto	53
6.4	Diámetro menor del fruto	54
6.5	Longitud del fruto	56
6.6	Número de frutos cosechados por planta	58
6.7	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	59
6.8	Análisis económico	61
VII.	CONCLUSIONES	62
VII.	RECOMENDACIONES	63
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1: Composición nutricional de la planta	18
Cuadro 2: Contenido de nutrientes por cada 100 gramos.	18
Cuadro 3: Características físicas y químicas del suelo	35
Cuadro 4: Condiciones climáticas	35
Cuadro 5: Tratamientos estudiados	37
Cuadro 6: Altura de planta (cm)	41
Cuadro 7: Peso del fruto (g)	42
Cuadro 8: Diámetro mayor del fruto (cm)	43
Cuadro 9: Diámetro menor del fruto (cm)	44
Cuadro 10: Longitud del fruto (cm)	45
Cuadro 11: Número de frutos cosechados por planta	46
Cuadro 12: Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	47
Cuadro 13: Análisis económico	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Prueba de Duncan para altura de planta (cm)	41
Gráfico 2: Prueba de Duncan para el peso del fruto (g)	42
Gráfico 3: Prueba de Duncan para el diámetro mayor del fruto	43
Gráfico 4: Prueba de Duncan para el diámetro menor del fruto	44
Gráfico 5: Prueba de Duncan para la longitud del fruto (cm)	45
Gráfico 6: Prueba de Duncan para el N° de frutos cosechados por planta	46
Gráfico 7: Prueba de Duncan para el rendimiento	47

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de caihua y su consumo en la región, en el Perú; ha demostrado un buen movimiento en los últimos años, constituyendo como un producto importante dentro de los no tradicionales de exportación. El manejo de la agricultura tradicional constituye un factor indispensable en el desarrollo de estrategias para contrarrestar los nuevos retos del mundo global; la constante innovación de técnicas y métodos de cultivo por mejorar los rendimientos en cuanto a cantidad y no en calidad han hecho que los sistemas agropecuarios tradicionales vayan perdiendo espacio en la alimentación y cultura de los pueblos, los cambios alimenticios, la influencia del mercado, entre otros. Sin embargo, la falta de conocimiento tanto agronómico como genético impide una eficaz conservación y utilización de su germoplasma.

La caihua, es una especie originaria de los Andes, presenta pocas exigencias para su cultivo y puede ser sembrada en diversos tipos de suelos. Suele ser de fácil propagación, generalmente por semillas y presenta pocos problemas de plagas y enfermedades.

Entre las muchas necesidades investigativas, la más importante es el impulso y promoción de cultivos nativos en las comunidades, mediante la cual se podría crear una nueva alternativa alimenticia y mejorar notablemente la nutrición de la población, evitando de esta manera la pérdida que podría tener esta especie nativa al igual que ha ocurrido con otros cultivos no tradicionales. La pérdida valiosa de la diversidad de tipos, variedades o especies de cultivos nativos, a más de privarnos de una

alimentación variada, constituye una pérdida de las raíces culturales de nuestros pueblos.

Uno de los problemas que se observa en los cultivos alimenticios en nuestra región es el fomento de los cultivos con fertilizantes químicos, los mismos que están generando contaminación al suelo, agua y aire, además de provocar un aumento en la disponibilidad de alimentos para la población creciente de la humanidad, aumenta el interés por atenuar la contaminación del ambiente.

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 de incrementar los rendimientos de los cultivos, una alternativa viable es el uso de abonos orgánicos.

En la actualidad, en región se vienen fomentado una serie de abonos orgánicos, para ser usados en los diferentes cultivos que se promociona y uno de los fertilizantes granulados es orgánico denominado Micromate Calcium Fortified que se caracteriza por que contiene una serie de micronutrientes entre las cuales destaca (Cu, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu), y sus efectos son notorios en el bienestar fisiológico de los cultivos agrícolas y las referencias indican, que el producto 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, entre otros

Según la referencia indicada se planificó llevar a cabo la presente investigación con la finalidad de estudiar diferentes dosis de MCF y determinar cuál de las dosis es la más eficiente y su inherencia en el incremento del rendimiento del cultivo de la caihua. En la localidad de Lamas hay tres trabajos de investigación llevados a cabo con Micromate Calcium Fortified, una por Torres (2014) en el cultivo de tomate, usando el híbrido WSX 2205 F-1, otra por Mejía (2014) en el cultivo de tomate, usando un ecotipo de la localidad de Lamas y por Ramírez 2014, quién investigó en el cultivo de la cebolla china, usando la variedad Roja Chiclayana.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos General

- Determinar la dosis del fertilizante granulado con micro elementos, (Cu, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu, Micromate Calcium Fortified) más adecuado en el rendimiento del cultivo de Caigua (*Cyclantera pedata*) en la provincia de Lamas.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los tratamientos con fertilizante granulado a base de micro elementos (Cu, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Cu, Micromate Calcium Fortified) en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la Caihua (*Cyclantera pedata*) en la provincia de Lamas.
- Realizar el análisis económico para cada tratamiento.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 Generalidades

El género *Cyclanthera* se caracteriza por la forma de anillo en que se hallan estructuradas las anteras de los estambres de sus especies como resultado de la fusión de las tecas (Vogel, 1981). Este rasgo es único dentro de la familia de las cucurbitáceas y entre otras características, distingue a *Cyclanthera* de los restantes miembros de la subtribu *Cyclantherinae* (Jeffrey y Trujillo, 1992), como por ejemplo *Hanburia*, *Echinopepon*, *Rytidostylis* y *Elateriopsis*.

3.1.1 Origen y distribución

Domesticada en los Andes, la caigua fue representada ya desde épocas tempranas en la cultura material de las sociedades prehispánicas, como los Mochicas hacia el 200 d. C. (Larco 2001). Una importante referencia de tipo arqueológico relacionada con este género son los dibujos de los frutos de *Cyclanthera pedata* en objetos de cerámica de la costa norte del Perú. No obstante que estos dibujos constituyen la única evidencia de tipo arqueológico representan un indicio bastante claro de que *Cyclanthera pedata* es una planta posiblemente domesticada en América del Sur.

Actualmente no solamente es conocida en la Amazonía del Perú y Bolivia, sino que también en otras zonas de América del Sur y América Central, así como algunas partes del Hemisferio Norte Tropical.

3.1.2 Clasificación taxonómica

Según Vogel (1981), menciona que la *Cyclanthera pedata* (caihua) pertenece

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	Cyclanthera
Especie:	pedata

3.1.3 Nombres comunes

Caihua, caiba, caihua, caygua, aoncombte grimpant, korila, kaikua, lady's slipper, pepino de comer, pepino de reñllenar, pepino andino, slipper gourd, stuffing, taimia de comer, taimia de cipo, wild cucumber (Vogel, 1981).

3.1.4 Descripción botánica

De acuerdo a Lira (1996), las cucurbitáceas son una familia de plantas oriundas en su mayor parte del Nuevo Mundo, normalmente herbáceas, de las cuales muchas poseen gran importancia etnobotánica ; incluye los zapallos (*Cucurbita sp.*), el melón (*Cucumis melo*), el pepino *Cucumis satibus*, la sandía (*Citrullus lanatus*), el chayote (*Sechium edule*) y la achogcha (*Cyclnthera pedata*).

a. Tallos

Jones (1969), explica que *Cyclanthera* es una planta herbácea, rastrera y trepadora, aparentemente anual; posee raíces delgadas, fibrosas; tallos delgados, ramificados, escasamente vellosos a glabros; pecíolos de 0.3 a 8.1 cm. de largo, escasamente vellosos a glabros; láminas anchamente ovado-triangules, de 3 a 6.2 cm. de largo y 3.4 a 8.5 cm. de ancho, con diminutos tricomas cónicos hacia los márgenes y sobre las venas, y de color verde más claro a glauco, las láminas de las hojas superiores, presentan las anteras en forma de un anillo, las flores estaminadas dispuestas en inflorecencias, las pistiladas solitarias y los frutos reniformes, lacrimiformes y comúnmente explosivamente dehiscentes.

b. Hojas

Jones (1969), añade que el grado de lobulación presentes en las láminas de las hojas, junto con la presencia o ausencia de glándulas nectaríferas en su base, son rasgos que permiten separar dos grandes grupos de especies dentro de *Cyclanthera*. Uno de estos grupos incluye a las especies cuyas láminas son profundamente sectadas formando lóbulos o segmentos conspicuamente peciolados y, el otro, lo conforman especies que representan láminas desde casi enteras hasta más o menos profundamente lobuladas, pero los lóbulos con la base ancha y sin un pecíolo definido. Dentro de estas últimas, algunas especies presentan glándulas nectaríferas en la base de las láminas, una característica que nunca se ha observado en el grupo de especies en ambos grupos.

c. Flores

Jones (1969), comenta que las flores de *Cyclanthera* son comparativamente pequeñas, de color blanco, blanco-verdoso o amarillento pálido; normalmente son pentámeras y las estaminadas se hallan dispuestas en inflorescencias, mientras que las pistiladas son solitarias. Las inflorescencias estaminadas pueden ser racemosas o paniculadas y desde más cortas que el de la hoja adyacente, hasta más larga que toda la hoja. En cuanto a la posición de la inflorescencia esta es en general axilar y libre y sólo en dos especies (*C. dressleri* y *C. phyllantha*) las presentan adheridas al peciolo de la hoja adyacente. La estructura de los estambres también es un rasgo de cierta utilidad en la identificación. Así se observa que en las anteras de ciertas especies son prácticamente sésiles, mientras en otras se encuentran en el ápice de una columna de filamentos fusionados relativamente corta aunque conspicua.

d. Frutos y semillas

Jones (1969), analiza la relativa homogeneidad morfológica de los frutos de las especies de *Cyclanthera*, pues algunos de sus rasgos han mostrado ser de utilidad para la identificación de las especies, entre los cuales destacan el tamaño total de la inflorescencia y el de su pedúnculo, la presencia, distribución y densidad de espinas presentes en su superficie, la cantidad de semillas que producen y; en el caso de *C. 21 pedata* y quizás de *C. parviflora* el hecho de presentar frutos indehiscentes, lo cual las distingue de todas las restantes especies.

3.1.5 Diversidad genética

Bukasov (1981), comenta que la diversidad genética es el resultado de un proceso de evolución y adaptación complejo, donde se generan especies y/o variedades por selección natural y por acción antrópica (humana), como flujos génicos inter e intraespecíficos y procesos dinámicos de movimiento de semilla. Castillo (1997), agrega que la diversidad genética de las especies es el material base que les permite responder rápidamente a los cambios que ocurren en el ambiente. La adaptación a estos cambios puede ser no adecuada y la especie puede tener problemas que la pueden conducir a un camino hacia la extinción. Esto ha sucedido a lo largo de la historia geológica de la Tierra y muchas especies han desaparecido. Si la respuesta es adecuada a los cambios del ambiente la especie sobrevive y desarrolla características especiales, que pueden llevar a una nueva especie.

Correa (1957), indica la importancia de la gran diversidad agrícola en el Ecuador radica en el potencial que tiene de proporcionar genes para producir variedades mejor adaptadas o más productivas y resistentes a plagas y enfermedades. Es además, la fuente de alimentos alternativos para la gente y para los animales domésticos. Dado que el país se encuentra en la zona de origen de varias especies cultivadas, las poblaciones silvestres de las cuales derivaron, y que están en los bosques naturales, son de vital importancia para el mejoramiento. Esta riqueza genética ha sido estudiada sobre todo en los casos de las especies cultivadas, lo cual ha permitido llevar a cabo programas de mejoramiento que han servido para obtener mejores cosechas. Por tal

razón la conservación de la diversidad genética es necesaria para asegurar el continuo mejoramiento genético de los cultivos alimentarios. (Jones, 1969), analiza la falta de atención que ha tenido el género *Cyclanthera* se demuestra en la carencia de datos que informen acerca de las posibilidades de intercambio genético entre sus especies. Los pocos cruzamientos interespecíficos experimentales que se han realizado y dado a conocer para especies de este género, son los reportados por Jones (1969), quien sin embargo en sus trabajos solo utilizó a cuatro especies (*C. dissecta*, *C. brachystachya* (como *C. exilodens*), *C. brachybotrys* y *C. pedata*). Estos estudios revelaron que existe incompatibilidad genética entre *C. pedata* y las otras tres especies incluidas en los cruzamientos, lo cual deja claro que ninguna de ellas parece estar involucrada en el origen de este cultivo.

Por otra parte, los estudios de Jones también demostraron que solo los cruzamientos entre *C. brachystachya* y *C. brachybotrys* produjeron frutos con semillas viables hasta una segunda generación, revelando la fuerte relación entre estas dos especies que probablemente amerite una modificación en su rango taxonómico. Lira (1996), añade que esta diversidad genética debe ser utilizada como base para el mejoramiento genético. Hasta hoy, poco se ha hecho en cuanto a mejoramiento genético se refiere, así mismo, poco se conoce sobre la base genética que gobierna los caracteres morfológicos y fisiológicos importantes para la producción de esta especie.

3.2 Requerimiento Agroecológico

Jones (1989), nos menciona lo siguiente:

- **Temperatura**

Las temperaturas óptimas para su desarrollo fisiológico y productivo se encuentran en zonas con rangos que van de 10 a 18 °C.

- **Luminosidad**

Radiación solar y luminosidad: crece en asociación con matorrales abierto bajo cierta sombra. Necesita muy poca luminosidad, cuando tiene mayor temperatura, la planta de caihua presenta una mayor deshidratación notándose visiblemente en su follaje.

- **Altitud**

Las altitudes adecuadas para obtener los mejores resultados oscilan entre 3000 a 3.500 msnm.

- **Precipitación**

Los niveles de precipitación requeridos para el cultivo de la caihua fluctúan entre 800 a 1.200 mm anuales bien distribuidos a lo largo del año.

- **Humedad relativa**

El nivel óptimo de humedad para este cultivo oscila entre el 80 a 90%.

- **Suelo**

Los adecuados para este cultivo deben tener un alto contenido de materia orgánica, deben ser profundos y con buen drenaje, poco tolerante a la salinidad y acidez pH óptimo 6,5 a 7.0.

- **Requerimiento de la semilla**

2 Kg.ha⁻¹ en siembra directa.

- **Periodo vegetativo**

De siembra a cosecha: aproximadamente 100 días.

- **Duración de la cosecha**

45 a 60 días.

- **Rendimiento promedio:**

Rango óptimo: 400,000 a 500,000 unidades.ha⁻¹, Promedio Nacional: 7,371 Kg.ha⁻¹.

- **Características del producto cosechado:**

Color del producto comercial: frutos de tamaño medio, hasta 20 cm de largo, turgente pero con cavidad interna amplia, color verde intenso, pocas 'espinas', dependiendo de la variedad.

- **Momento de cosecha**

Cuando los frutos están maduros, color verde uniforme e intenso, turgentes, de alrededor de 20 cm de largo, que no hayan empezado a amarillear.

- **Forma de cosecha**

Cortando o arrancando los frutos con cuidado.

- **Envase utilizado:**

La caigua se transporta fuera del campo y hasta los mercados en canastas.

- **Conservación poscosecha:**

Los frutos se conservan hasta 5 días en lugares frescos y ventilados, y por alrededor de 15 días a 7°C y 95% de humedad.

3.3 Fertilización

a. Abono orgánico

Burneo (1998), señala que el abono orgánico juega un papel fundamental en la productividad del suelo aportando nutrientes a la planta y los microorganismos que contiene vienen a formar un ciclo de producción-transformación-aprovechamiento e intercambio entre la planta, los microorganismos y el medio ambiente. Como es conocido, la materia orgánica tiene gran influencia en las propiedades físicas, químicas y

biológicas del suelo, por lo tanto, es nuestro deber mantener este ciclo de vida para así mejorar la producción y a la vez mantener el suelo.

Prager (2002), afirma que los abonos que provienen de fuentes orgánicas (residuos vegetales, animales) reportan grandes beneficios sobre la nutrición de las plantas, ocasionados directamente por la mejora de las propiedades físicas del suelo, lo que conduce a una mejor retención del agua y nutrientes.

La FAO (1995), manifiesta que los materiales orgánicos pueden mejorar la fertilidad de los suelos proporcionando a las plantas elementos nutritivos, modificando las condiciones físicas del suelo, aumentando la actividad microbiológica para un mayor aporte de energía, protegiendo a los cultivos de un exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas, gracias a su fuerte capacidad de absorción y las fluctuaciones rápidas de acidez-alcalinidad del suelo.

Coronado (1997), dice los abonos orgánicos también se conocen como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales, entre otros. Existen diversas fuentes orgánicas como abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bioabonos; los cuales varían su composición química de acuerdo al proceso de preparación e insumos que se emplean.

Suquilanda (1995), menciona que la materia orgánica trabaja para el productor de la siguiente manera:

- ❖ Mezclándose adecuadamente con la tierra, para mejorar su estructura y la capa de cultivo del suelo.
- ❖ Mejorando la aireación y penetración del agua, y de igual manera la capacidad de retención de la humedad.
- ❖ Suministrando en abundancia partículas con carga negativa de tamaño coloidal (humus: que es una sustancia de color café existente en suelos biológicamente activos) capaces de retener e intercambiar cationes nutritivos.
- ❖ Actuando como agente regulador para evitar cambios abruptos en pH en los suelos.
- ❖ Suministrando carbono que es una fuente de energía para los microorganismos del suelo.
- ❖ Suministrando reservas de nutrientes, particularmente nitrógeno y fosforo, requeridos para la actividad biológica y la producción del humus.
- ❖ Promoviendo la diversidad en la comunidad microbial del suelo.
- ❖ Hace más ligeros los suelos pesados
- ❖ Le da cuerpo, mejora la textura de los suelos muy sueltos (arenosos).
Aumenta la capacidad de retención de humedad.
- ❖ Facilita la circulación del aire y del agua a través del suelo. Permite la presencia de Rhizobium en el suelo.

- ❖ Induce altos niveles de actividad biológica lo que a su vez facilita la captura de nitrógeno.

b. Fertilización química

Sagan (2009), indica que la fertilización química se conoce como el aporte de sustancias fertilizantes sólidas que se agrega al suelo para suministrar aquellos elementos que se requieren para la nutrición de las plantas. Un material fertilizante o transportador es una sustancia que contiene uno o más de los elementos esenciales para las plantas. Los fertilizantes completos contienen los tres elementos mayores nutrientes para las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio.

Los fertilizantes mezclados son una combinación mecánica o química de dos o más materiales fertilizantes y que contiene dos o más elementos esenciales.

Existen fertilizantes formadores de ácido los cuales son capaces de aumentar la acidez del suelo, lo que proviene principalmente de la nitrificación de las sales amónicas por las bacterias del suelo. Los fertilizantes básicos o alcalinos disminuyen la acidez del suelo, mientras que los fertilizantes neutros o no formadores de ácidos son aquellos que no aumentan ni disminuyen el pH al ser agregados a un suelo.

Los fertilizantes son adicionados con materiales de carga o rellenos, que son materiales que se mezclan a un fertilizante para que una unidad dada proporcione los nutrientes señalados en el análisis y otros nutrientes distintos del nitrógeno, el fósforo o potasio.

Según Proeval (2009), sobre las ventajas de los fertilizantes se menciona lo siguiente:

- ❖ Es fácil de verterlo.
- ❖ Su acción es muy rápida debido a su solubilidad de algunos elementos.
- ❖ Permite una óptima complementación del requerimiento del cultivo.
- ❖ Hay formulaciones que se adaptan a las características físicas químicas del suelo.
- ❖ Otorgan un efecto fisiológico rápido en cultivos de ciclo corto logrando altos rendimientos.

➤ **Agronomía y nutrición**

Yang. y Walters (1992), concluyen que *Cyclanthera pedata* se cultiva en varios países de Centroamérica como Guatemala, Honduras, El Salvador y Costa Rica y, principalmente en América del Sur, como por ejemplo Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Perú y Brasil. Se cultiva preferentemente en huertos y puede manejarse dentro de un amplio intervalo altitudinal que abarca cerca del nivel del mar hasta los 2500 m.

Cuadro 1: Composición nutricional de la planta

Contenido	Gramos
Calorias	15 g
Agua	95 %
Proteína	0,5 g
Carbohidratos	3,3 g
Calcio	34 mg
Fósforo	43 mg
Caroteno	0,06 mg
Riboflavina	0,02 mg
Niacina	0,17 mg

Fuente: Tommasi *et al.*, (1996).

Cuadro 2: Contenido de nutrientes por cada 100g

Agua	94 g
Proteína	0,7 gr
Grasa	0,1 g
Carbohidratos totales	44 g
Fibra cruda	0,7
Ceniza	0,8
Calcio	13 mg
Fósforo	20 mg
Hierro	0,8 mg
Vitamina A	15 ug
Tiamina	0,05 mg
Ribloflavina	0,04 mg
Niacina	0,29 mg
Ácido absorbico	14 mg
Valor energético	19 kcal

Fuente: Tommasi *et al.*, (1996).

Larco (1946), hace referencia al contenido alimenticio de los frutos, pues se conoce que está compuesto principalmente por agua (94%) y su valor en grasas y proteínas (0,1%) es muy bajo. No obstante, la importancia alimenticia de *C. pedata* en América del Sur parece ser muy antigua, tal como lo demuestran las representaciones de sus frutos en dibujos plasmados en

cerámica procedente de la costa del norte de Perú, fechada en el año 750 A.C.

- Además se encontró que contiene pectina, materia albuminoide, sustancias lipídicas, vitamina C, sales y minerales como calcio, hierro, fósforo, selenio, magnesio y zinc. Por su contenido de selenio es un antioxidante que retarda el envejecimiento celular. Pero lo más importante es un compuesto esférico, constituido por una mezcla de sitosterol 3 beta-D glucósido, a la que se le atribuye sus efectos en el tratamiento contra el colesterol malo y triglicéridos; es un complemento ideal para el tratamiento de la hipercolesterolemia.

3.4 Fertilización de micronutrientes

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 que se aplican a la siembra para obtener mayores rendimientos, mejor calidad y mayor vida post cosecha de los productos (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

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 (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Micromate® ha sido fabricado con óxido de tamaño coloidal y tratándolos con ácidos sulfúricos durante el proceso de granulación para convertir un 50% de los óxidos en sulfatos y con ello proveer de micronutrientes para el crecimiento de las plantas, en el momento que estas las requieren, originando además durante su descomposición un medio ácido que incrementa la disponibilidad y asimilación de otros microelementos presentes en la solución de suelo (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Cada vez más es necesario incorporar micronutrientes a las 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 (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

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 (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Trabajos con Micromate® Calcium Fortified a los cultivos

- 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.
- Pérdida de los micronutrientes en suelos porosos propiciando un mejor uso de los nutrientes aplicados y residuales en el suelo (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Dosis y recomendaciones de uso

Formas de aplicación	Dosis
En surco	Aplique de 25 a 50 kg.ha ⁻¹ .
Al voleo	Aplique de 50 a 100 kg.ha ⁻¹
En árboles y Frutales	Aplique de 100 a 250 g.árbol ⁻¹ o 100 kg.ha ⁻¹

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%

(<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026>
Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf).

Funciones de estos nutrientes en la planta

➤ Funciones del Calcio (Ca):

- El Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática.
- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.
- Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Este forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta - el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta contra las enfermedades - numerosos hongos y bacterias secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

(www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas).

➤ **Funciones del magnesio (Mg):**

- El magnesio es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, y constituye el núcleo de la molécula de clorofila, pigmento de las hojas que se necesita para realizar la fotosíntesis en presencia de la luz solar.
- La fotosíntesis, a su vez, permite la absorción de nutrientes.
- El magnesio, entonces, contenido en la clorofila, fomenta la absorción y transporte de fósforo.
- Ayuda en el almacenamiento de los azúcares dentro de la planta, indispensable en los procesos de formación de carbohidratos, aceites y grasas.
- Es el activador más común de enzimas asociadas con el metabolismo energético. Además, es el activador de más enzimas que cualquier otro elemento nutritivo, especialmente enzimas respiratorias y otras que actúan sobre sustratos fosforilados como el ATP.
- Es asimilado en el proceso fisiológico de la absorción del Dióxido de Carbono.
- En forrajes de baja concentración, el magnesio, menos del 0,2 por ciento en base seca, está relacionada con la enfermedad del ganado conocida como hipomagnesemia.
- Por otra parte, el magnesio le imparte a las plantas resistencia al ataque de enfermedades.
- El magnesio, en combinación con el nitrato de amonio y calcio, viene siendo comercializado como fertilizante granular.

- Esta presentación le concede al fertilizante ventajas que no se consiguen con otro y situándolo como un magnífico aliado para la fertilización nitrogenada en la mayoría de los cultivos (<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-497697>).

➤ **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 las proteínas y al desarrollo de las vitaminas y enzimas. Las plantas lo absorben del suelo en forma de sulfato SO_4 .
- El azufre contribuye a la formación de las raíces y a la producción de las semillas. Consigue que las plantas sean más resistentes al frío y que puedan crecer con más fuerza.
- El azufre se hace particularmente importante en algunas plantas que lo consumen en cantidades muy elevadas como las leguminosas en general, las coles u otras crucíferas, las cebollas o los ajos.
- El azufre en las plantas puede proceder de la atmósfera y se incorpora al suelo a través de la lluvia. Igualmente procede del humus en forma de azufre orgánico que las bacterias mineralizan para que pueda ser absorbido por la planta. Una cantidad elevada procede de los fertilizantes potásicos (N-P-K). En cantidades menores procede del estiércol o del agua de riego. Se puede añadir azufre puro al suelo que es transformado por las bacterias (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>).

➤ **Funciones del zinc (Zn):**

- El zinc participa en la formación de las auxinas, un grupo de hormonas vegetales que controla el crecimiento vegetal, <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
- La nutrición con Zinc en plantas parece jugar un rol relacionado a la resistencia a sales en plantas de tomate y otras especies. Un suministro adecuado de zinc (Zn) mejora la tolerancia a estrés salino, posiblemente, afectando la integridad estructural y controlando la permeabilidad hacia la membrana celular de las raíces. Una nutrición adecuada de Zn reduce significativamente la absorción de Na por las raíces en condiciones salinas (http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf).

➤ **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) (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>).
- El hierro tiene como función principal activar las enzimas a fin de formar la protoclorófila. Si el hierro no está presente predominan el caroteno y la xantofila lo que hace que las hojas de las plantas presenten un color amarillento también conocido como clorosis foliar.

- Otras consecuencias de la falta de hierro es en casos muy graves la total caída de hojas, tallos cortos y curvados con falta de fuerza, presentan una apariencia raquílica, no fructifican, es decir ni dan flores ni frutos, y si dan algún fruto estos presentan un aspecto céreo. (<http://uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Hierro.htm>).

➤ **Funciones de manganeso (Mn):**

- El manganeso es absorbido por la planta como Mn^{2+} , tanto por la raíz como por las hojas.
- Dada su capacidad de cambiar de estado de oxidación, participa en numerosos sistemas enzimáticos de óxido-reducción como la superóxido dismutasa.
- Participa en la Fotosíntesis, formando parte de la mangano-proteína responsable de la fotólisis del agua y producción de O_2 .
- Interviene en la síntesis de proteínas, ya que participa en la asimilación del amonio (NH_4^+).
- Puede sustituir al Mg como co-factor en sistemas enzimáticos relacionados con reacciones redox, descarboxilaciones, hidrólisis y la transferencia de energía.
- Regula el metabolismo de los ácidos grasos.
- Fomenta la formación de raíces laterales.
- Activa el crecimiento, influyendo el crecimiento alargador de las células.

- Convierte los nitratos que forman las raíces en formas que la planta pueda utilizar.
- Este microelemento está incluido en metaloproteínas, que actúan como co-factores de ciertas reacciones enzimáticas. Lo mismo que el Mg^{2+} , el Mn^{2+} actúa como ión puente entre el ATP y el complejo enzimático; este es el caso de las fosfoquinasas y las fosfotransferasas.
- El manganeso también interviene de forma específica en la actividad hidroxilamina reductasa, dentro de la fase de la reducción de los nitratos y en actividad ácido indol acético oxidasa.
- La función metabólica del manganeso que está más documentada, es el transporte de electrones en la Fotosíntesis: dentro del fotosistema II, para efectuar la fotólisis del agua, se precisan cuatro átomos de manganeso, que se reducen cediendo cuatro electrones a cada unidad del pigmento P680 (<http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>).

➤ **Funciones del boro (B):**

- Contribuye a la formación de los carbohidratos y resulta esencial para el desarrollo de las semillas y del fruto.
- Interviene en la división celular.
- Polinización y fructificación.

- Translocación, empleo de azúcares y otros productos del metabolismo vegetal.
- Resistencia de los tejidos.
- Fijación simbiótica del nitrógeno por las leguminosas.
- Resistencia al frío y a las enfermedades. La carencia del boro dificulta el desarrollo de los ápices meristemáticos, tanto radicales como epigeos (ramas y hojas), pues el boro es indispensable para la síntesis de uracilo, una base nitrogenada presente en el ADN y el ARN. Por tanto, la carencia de boro inhibe la síntesis de proteínas y la formación de células nuevas, la división celular no se completa satisfactoriamente y se forman tejidos irregulares y deformes que desorganizan los vasos (<http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>; <http://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>).

➤ **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.
- El cobre es un micronutriente importante. La deficiencia de este pudiera conducir a problemas tales como el marchitamiento prematuro

de las hojas, el resquebramiento de estas y el color amarillento de estas.

- Dependiendo de que tipo de plantación se trate las consecuencias de la falta de cobre podrá variar. Por ejemplo, en los árboles frutales se ve afectada la coloración de las hojas y además estas se caen de sus bases.
- En las plantas de cereales, la falta de cobre da como resultado una desfloración completa. Como consecuencia una gran cantidad de flores se pierden y quedan esparcidas por el suelo.
- Estas son en líneas generales las consecuencias por la deficiencia de cobre. Según el tipo de cultivo irá variando en menor medida. No obstante, el exceso de cobre influye negativamente también.
- El exceso de cobre (más de 300 mg en el suelo) también tiene malas consecuencias. Principalmente se ve en las raíces pues estas pierden fuerza, toman una tonalidad oscura y dejan de crecer completamente, lo que trae como consecuencia la muerte de la planta.
- Es ideal abonar la tierra con fertilizantes a base de cobre a fin de ayudar al crecimiento de las plantas y evitar que plagas e insectos ataquen a los cultivos. Si usted trabaja de cultivador, la buena salud de sus plantas redundará en un beneficio económico y si lo hace por hobby o por el gusto de tener un bello jardín, podrá disfrutar del maravilloso paisaje que logrará su esfuerzo y dedicación (<http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>).

3.5 Trabajos realizados con Micromate® Calcium Fortified

Torres (2014), evaluó diferentes dosis de fertilizantes granulados a base de Micromate Calcium Fortified en el cultivo de tomate, usando el híbrido WSX 2205 F-1, en la provincia de Lamas, reportando que el tratamiento T3 (75 Kg.ha⁻¹ de MCF) obtuvo los promedios más altos en rendimiento con 135 996,44 Kg.ha⁻¹, 49,9 frutos promedio cosechados por planta, 163,3 g de peso promedio del fruto, con un promedio de 126,5 cm de altura de planta y 25,5 racimos florales promedio por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos.

El Tratamiento T0 (testigo) obtuvo los promedios más bajos con 25 506,79 Kg.ha⁻¹ 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.

El tratamiento T3 (75 kg.ha⁻¹) obtuvo el mayor B/C con un valor de 4,3 y un beneficio neto de S/. 31 301,43 Nuevos Soles por hectárea, seguido de los tratamientos T4 (100 kg.ha⁻¹) y T2 (50 kg.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 kg.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.

Mejía (2014), evaluó diferentes dosis de fertilizantes granulados a base de Micromate Calcium Fortified en un ecotipo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), en el distrito de Lamas, indicando que el tratamiento T4 (100 Kg.ha⁻¹ de MCF) obtuvo el mayor promedio de rendimiento con 9,708.66 kg.ha⁻¹, el mayor Beneficio/Costo con 1.29, repercutiendo en un mayor Beneficio neto de S/. 2,082.35 Nuevos Soles, respectivamente. Asimismo informa que el efecto de la aplicación las dosis crecientes de Micromate Calcium Fortified (MCF) en comparación al tratamiento testigo se ajustó a una función de respuesta en el incremento del rendimiento en kg.ha⁻¹, número de frutos cosechados por planta, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, número de flores por racimo y número de racimos florales de carácter lineal positivo definido por la ecuación de la línea recta y altas relaciones de correlación (r) desde 95.15% hasta 99.1% entre la dosis de MCF (variable independiente) y las variables indicadas (variables dependientes).

Ramírez (2014), estudió diferentes dosis de micronutrientes granulados en el utilizando Micromate Calcium Fortified en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) var. Roja Chiclayana, en la provincia de Lamas, reportando que los tratamientos T3 (75 kg.ha⁻¹ de MCF) y T4 (100 kg.ha⁻¹ de MCF) obtuvieron los mayores promedios con 62.587,5 kg.ha⁻¹ de rendimiento, con 125,2 g. y 125,0 g. de peso de la planta y con 1,47 cm y 1,55 cm., de diámetro del bulbo respectivamente superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los demás tratamientos.

Los tratamientos, testigo T0₁ (20 t.ha⁻¹ de gallinaza de postura) y T0₂ (testigo absoluto) obtuvieron los menores promedios con 49.850,00 kg.ha⁻¹ y 44.712,5 kg.ha⁻¹ de rendimiento 99,7 y 89,4 g de peso de la planta 1,23 cm y 0,93 cm de diámetro del bulbo respectivamente.

Las aplicaciones crecientes de dosis de micronutrientes granulados (MFC) han descrito un efecto lineal positivo sobre las variables longitud de planta, peso de la planta y rendimiento.

A pesar que el T2 (50 kg.ha⁻¹ de MFC reportó un rendimiento de 57.512,5 kg.ha⁻¹ menor que el tratamiento T3 (75 kg.ha⁻¹ de MFC) estos alcanzaron los valores más altos de la relación Beneficio/Costo (B/C) con 1,74 cada uno y ingresos netos de S/. 13.924,51 nuevos soles, seguido de los tratamientos T4 (100 kg.ha⁻¹ de MFC), T1 (25 kg.ha⁻¹ de MFC), testigo T0₁ (20 T.ha⁻¹ de gallinaza de postura) y T0₂ (testigo absoluto) quienes obtuvieron relaciones B/C de 1,71; 1,62; 1,53 y 0,81 con beneficios netos de S/. 13.797,91; S/. 12,439.19; S/. 11.405.19 y S/. 6.701,64 Nuevos Soles, respectivamente.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo "EL PACIFICO" de propiedad del Ing. Jorge Luis Peláez Rivera el cual presenta la siguiente características:

a. Ubicación política

Distrito:	Lamas
Provincia:	Lamas
Región:	San Martin

b. Ubicación geográfica

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

c. Condiciones Ecológicas

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. Holdridge (1975).

d. Características edáficas

La clase textural es Franco Arcillo Arenoso, con un pH de 6.35 de reacción ligeramente acida, la materia orgánica con 1.94 % se encuentra

en un nivel bajo, el fósforo con 75.2 ppm, se encuentra en un nivel alto, el potasio disponible se encuentra en un nivel medio con 129 de $K_2O \cdot ha^{-1}$.

Los resultados descritos se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3: Características físicas y químicas del suelo

Elementos		Lamas (Fundo Pacífico) 835 m.s.n.m	Niveles
pH		6.35	Ligeramente ácido
M.O. (%)		1.94	Bajo
P (ppm)		75.2	Alto
K_2O (ppm)		129	Medio
Análisis Mecánico (%)	Arena	54.8	-
	Limo	18.4	-
	Arcilla	26.8	-
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)		6.32	
Cationes Cambiabiles (meq)	Ca^{2+}	12.3	Bajo
	Mg^{2+}	2.78	Bajo
	K^+	0.32	Bajo
Suma de bases		15.40	-

Fuente: Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T (2014).

Cuadro 4: Condiciones climáticas

MESES	Temperatura °C Media	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Febrero	23.2	129.5	84
Marzo	24.3	72.7	82
Abril	24.4	84.9	81
Total	71.90	287.10	247.00
Promedio	23.96	95.70	82.33

Fuente: SENAMHI (2014).

En el cuadro 2, se muestran, los datos meteorológicos (SENAMHI, 2014), llevados a cabo entre los meses de Febrero-Abril de 2014, registrándose una temperatura media mensual de 23.96 °C, la precipitación total mensual de 287.10 mm., y la humedad relativa media mensual de 82.33%.

4.2. Metodología

4.2.1 Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones:

a. Campo experimental

Bloques

Nº de bloques	: 03
Ancho	: 2.5 m
Largo	: 23.0 m
Área total del bloque	: 57.5 m ²
Separación entre bloque	: 1.0 m.

Parcela

Ancho	: 2.5 m
Largo	: 4.6 m
Área	: 11.5 m ²
Distanciamiento entre plantas	: 0.75 metros
Distanciamiento entre surco	: 1.2 metros
Nº de surcos/unidad experimental	: 2 surcos

4.2.2. Tratamiento en estudio

Cuadro 5: Tratamientos estudiados

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	25 kg.ha ⁻¹
2	T2	50 kg.ha ⁻¹
3	T3	75 kg.ha ⁻¹
4	T4	100 kg.ha ⁻¹
5	T0	Testigo (Sin fertilizante granulado)

4.2.3. Conducción del experimento

a. Almacigo (15/01/14)

Para el almacigo se utilizó bandejas almacigueras de 192 celdas cada una con sustratos de algas marinas (premix 3), semillas de Caigua, lo cual permaneció por el tiempo de 15 días en las almacigueras.

b. Limpieza del terreno definitivo (16/01/14)

La limpieza del terreno se realizó manualmente con la ayuda de machete y lampa con el objetivo de eliminar las malezas y tener un terreno limpio para preparar y mullir el campo experimental.

c. Muestreo de suelo (25/01/14)

Seguidamente, con un tubo muestreador, se procedió a la toma de muestras del suelo en forma de zig zag, para la realización del respectivo análisis físico-químico del suelo.

d. Preparación del terreno y mullido (28/01/14)

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor y con la finalidad de mejorar las condiciones texturales y homogenizar el suelo. Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

e. Parcelado (28/01/14)

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno y con sus respectivos cinco tratamientos.

e. Trasplante al campo definitivo (01/02/14)

Después de 15 días de la siembra en el almácigo, se procedió a realizar el trasplante con el uso de un tacarpo, a una profundidad de 10 cm. (Falta fecha). El distanciamiento fue de 1.0 metros entre filas y 0.7 metros entre plantas.

4.2.4. Labores culturales

a. Control de maleza

Se realizó de manera frecuente y de manera natural dos veces al mes, utilizando machete para la extracción de las malezas.

b. Riego

Se efectuó de manera continua y de acuerdo a la incidencia de las lluvias, a falta de lluvias se aplicara riego por el método de aspersion cada dos días según las condiciones climáticas.

c. Cosecha (30/04/14)

Se realizó a los 90 días después del trasplante, cuando la variedad alcanzó su madurez fisiológica, efectuándose en forma manual. Cosechándose en tres oportunidades, cada ocho días.

4.2.5. Variables evaluadas

a. Altura de planta (cm)

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando al azar 10 plantas por parcela de cada tratamiento, con la ayuda de una wincha se realizó las medidas tomando como referencia el tallo visible (nivel del suelo) y la yema terminal.

b. Número de frutos cosechados

Se evaluó al momento de la cosecha el número de frutos de 10 plantas por cada parcela de los tratamientos para hacer las comparaciones pertinentes.

c. Longitud de fruto (cm)

Se tomó las medidas de la longitud de los frutos cosechados de las 10 plantas seleccionadas al azar, con la ayuda de un vernier.

d. Diámetro de fruto (cm)

Se tomó las medidas del diámetro de los frutos cosechados de las 10 plantas seleccionadas al azar, con la ayuda de un vernier.

e. Peso del fruto por cosecha (g)

Se registró el peso de los frutos al momento de la cosecha, para evaluar la productividad por cada tratamiento estudiado.

f. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de los frutos cosechados por planta de las 10 plantas seleccionadas al azar y luego se multiplicó por la densidad de siembra para sacar el rendimiento, expresándose en kg.ha⁻¹.

g. Análisis económico

Se realizó en base a los resultados del rendimiento de cada tratamiento.

La relación costo beneficio se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto x 100.

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Cuadro 6: ANVA para la altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	232,933	2	116,467	6,513	0,021 *
Tratamientos	1951,733	4	487,933	27,284	0,000 **
Error experimental	143,067	8	17,883		
Total	2327,733	14			

$R^2 = 93.9\%$

C.V.= 2.1%

Promedio = 202.87

* Significativo al 95%

** Significativo al 99%

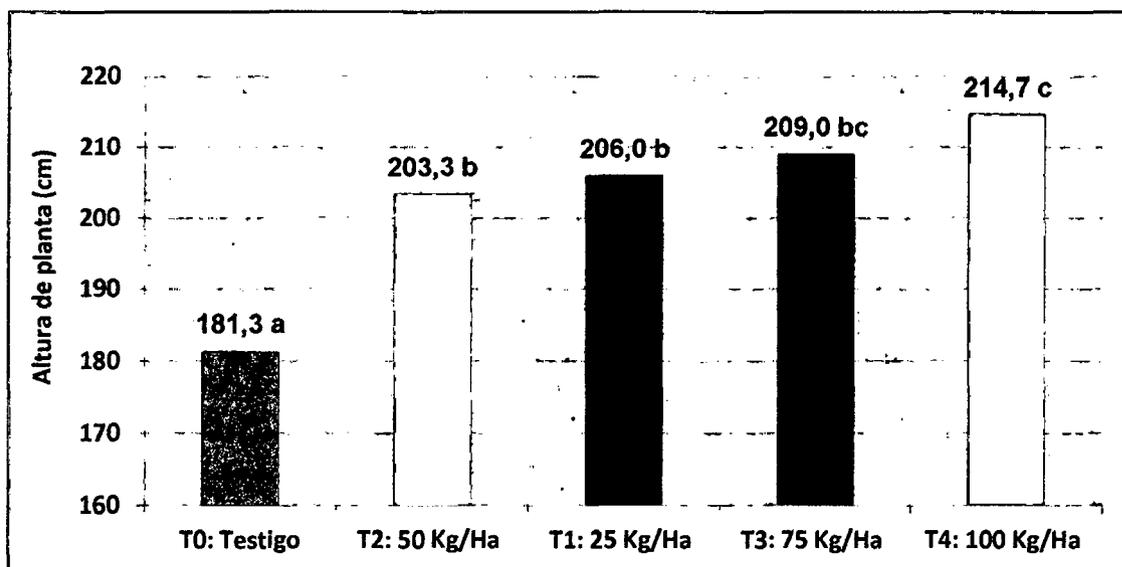


Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos respecto a la altura de planta.

5.2. Peso del fruto (g)

Cuadro 5: ANVA para el peso del fruto (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Stg.
Bloques	17,733	2	8,867	0,869	0,455 N:S
Tratamientos	7241,600	4	1810,400	177,490	0,000 **
Error experimental	81,600	8	10,200		
Total	7340,933	14			

$R^2 = 98.9\%$

C.V.=3.2%

Promedio = 98.73

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

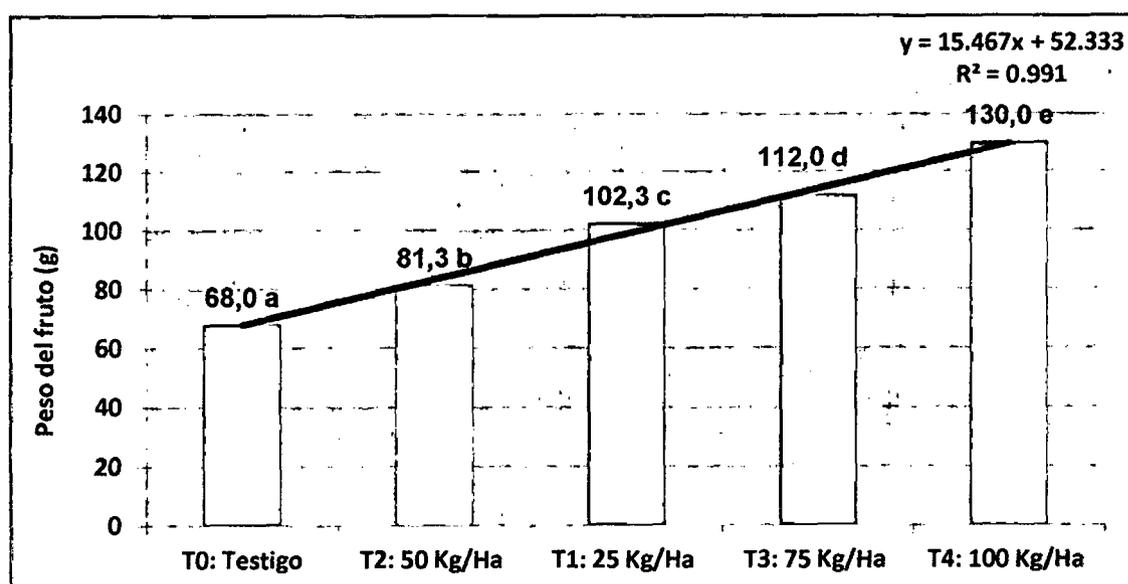


Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos respecto al peso del fruto.

5.3. Diámetro mayor del fruto (cm)

Cuadro 6: ANVA para el diámetro mayor del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,105	2	0,053	0,549	0,598 n.s.
Tratamientos	8,644	4	2,161	22,510	0,000 **
Error experimental	0,768	8	0,096		
Total	9,517	14			

R² = 91.9%

C.V.= 5.4%

Promedio = 5.71

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

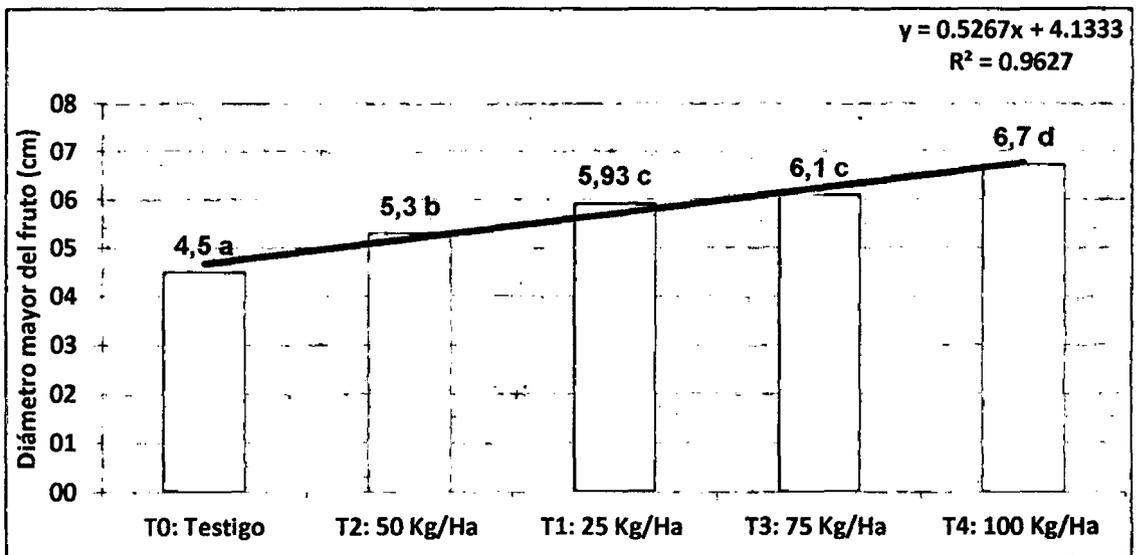


Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos respecto al diámetro mayor del fruto.

5.4. Diámetro menor del fruto (cm).

Cuadro 7: ANVA para el diámetro menor del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Stg.
Bloques	0,017	2	0,009	0,234	0,796 N.S.
Tratamientos	4,500	4	1,125	30,405	0,000 **
Error experimental	0,296	8	0,037		
Total	4,813	14			

$R^2 = 93.9\%$

C.V.= 5.1%

Promedio = 3.77

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

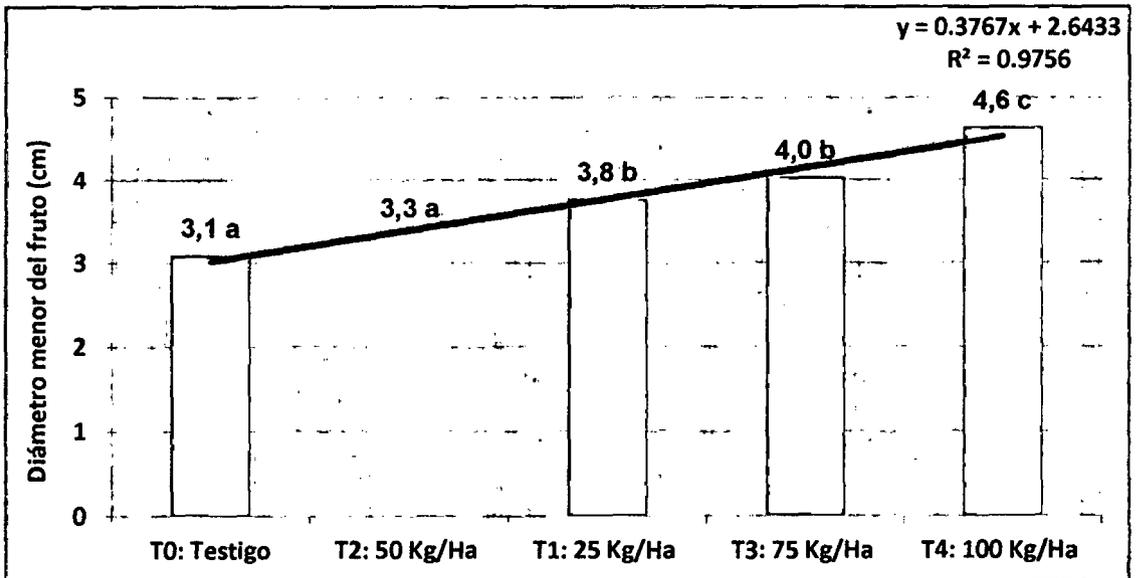


Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos respecto al diámetro menor del fruto



5.5. Longitud del fruto (cm)

Cuadro 8: ANVA para la longitud del fruto (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Stg.
Bloques	3,605	2	1,803	1,613	0,258 N.S.
Tratamientos	149,151	4	37,288	33,362	0,000 **
Error experimental	8,941	8	1,118		
Total	161,697	14			

$R^2 = 94.5\%$.

C.V.= 6.5%

Promedio = 16.19

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

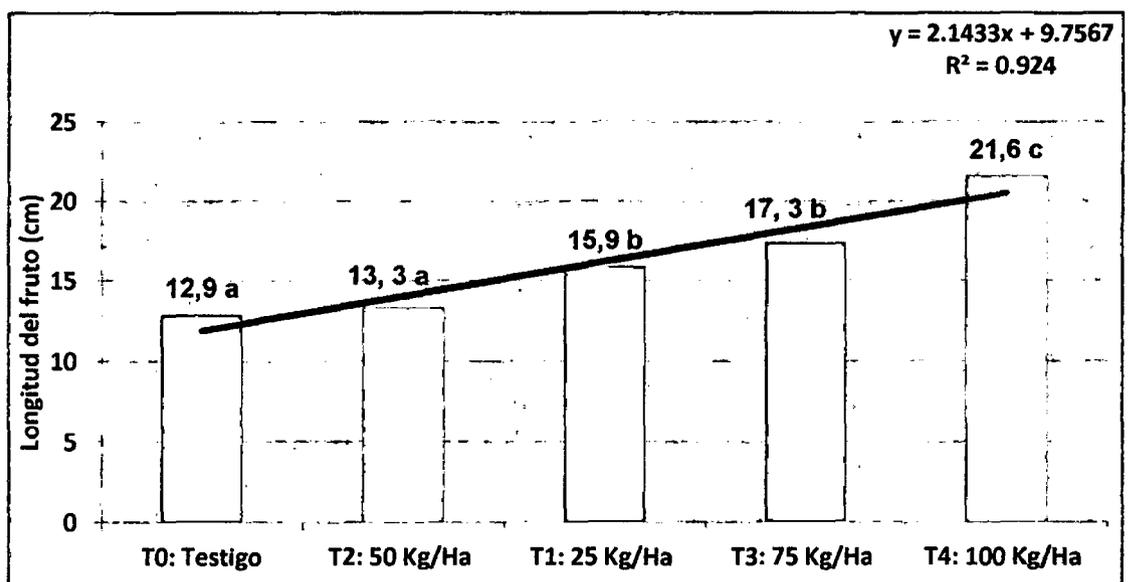


Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos respecto a la longitud del fruto

5.6. Número de frutos cosechados por planta

Cuadro 9: ANVA para el número de frutos cosechados por planta (transformado \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Stg.
Bloques	0,032	2	0,016	0,630	0,557 N.S.
Tratamientos	2,022	4	0,505	19,645	0,000 **
Error experimental	0,206	8	0,026		
Total	2,260	14			

$R^2 = 90.9\%$

C.V. = 3.9%

Promedio = 4.15

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

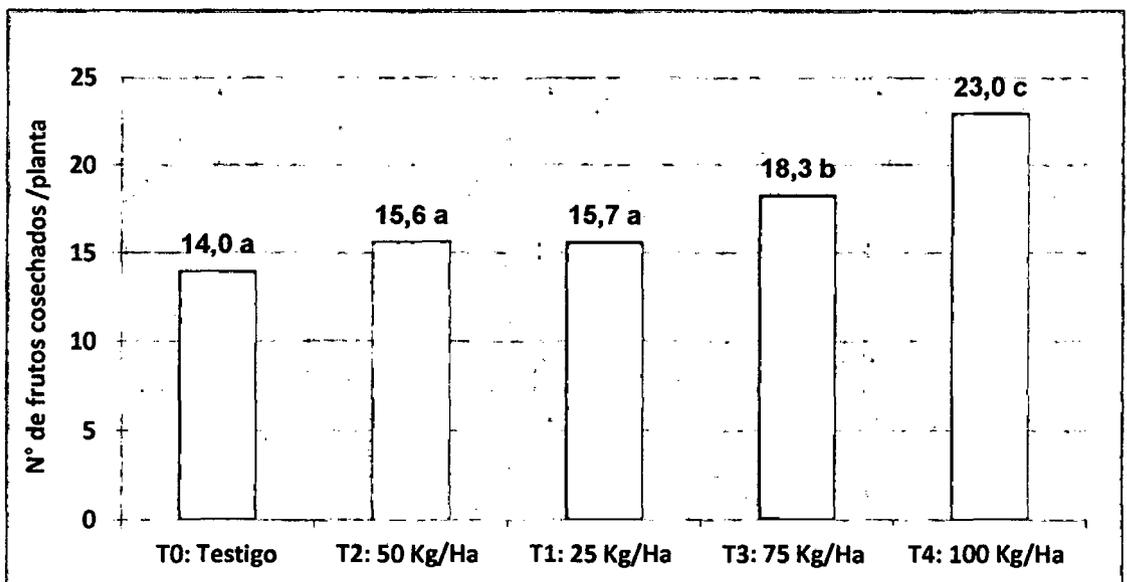


Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos respecto al número de frutos cosechados por planta.

5.7. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

Cuadro 10: ANVA para el Rendimiento en kg.ha⁻¹

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Stg.
Bloques	3263979,640	2	1631989,82	0,305	0,746 N.S.
Tratamientos	9,362E8	4	2,341E8	43,700	0,000 **
Error experimental	4,285E7	8	5356069,59		
Total	9,823E8	14			

R² = 95.6%

C.V. = 11.7%

Promedio = 19728.69

N.S. No significativo

** Significativo al 99%

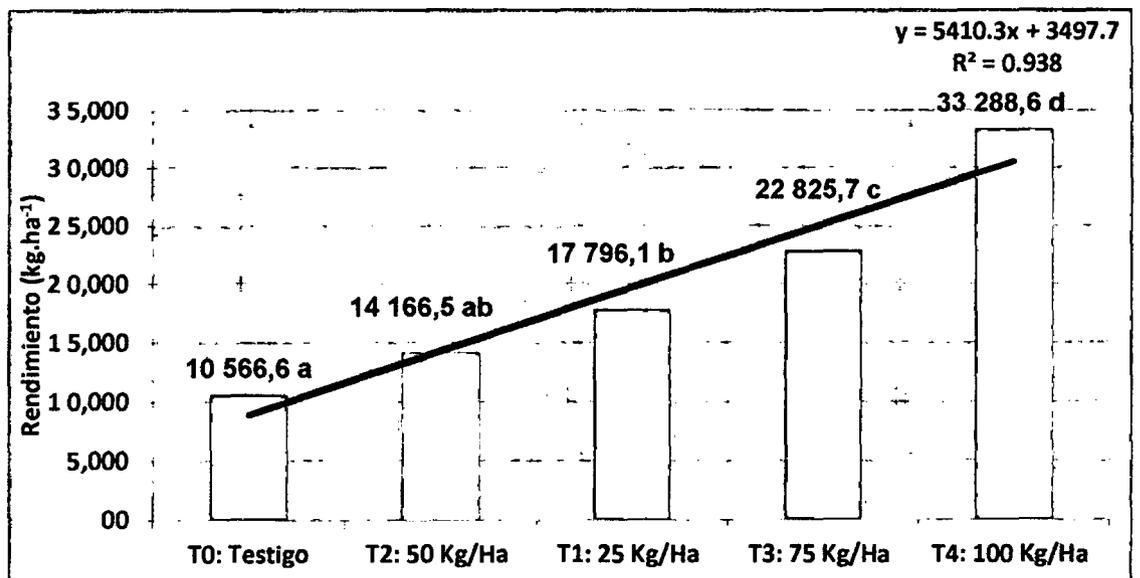


Gráfico 7: Prueba de rangos múltiples de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos respecto al rendimiento.

5.8. Análisis económico de los tratamientos

Cuadro 11: Costos de producción, rendimiento y costo / beneficio por tratamientos.

Trats	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (testigo)	10,566.60	7,496.66	1.00	10,566.60	3,069.94	0.41
T1 (25 kg.ha ⁻¹)	17,796.10	8,564.61	1.00	17,796.10	9,231.49	1.08
T2 (50 kg.ha ⁻¹)	14,166.50	8,321.65	1.00	14,166.50	5,844.85	0.70
T3 (75 kg.ha ⁻¹)	22,825.70	9,307.57	1.00	22,825.70	13,518.13	1.45
T4 (100 kg.ha ⁻¹)	33,288.60	10,518.86	1.00	33,288.60	22,769.74	2.16

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

El análisis de varianza (cuadro 6) ha determinado la existencia de diferencias significativas al 5% para Bloques, lo que se interpreta como que el arreglo de los bloques si representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre la altura de planta explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 93.9%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 2.1% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 1) para promedios de altura de planta por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 (100 kg.ha^{-1}) logró obtener el mayor promedio con 214.7 cm de altura de planta, siendo estadísticamente igual al T3 (75 kg.ha^{-1}) con 209.0 cm y superando estadísticamente a los tratamientos T1 (25 kg.ha^{-1}), T2 (50 kg.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 206.0, 203,3 cm y 181,3 cm de altura de planta respectivamente. Es obvio que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos

(Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

Todo cultivo expresa su potencial productivo propio de su genotipo al proporcionarle condiciones óptimas para su desarrollo, la cual tiene relación cuando las plantas crecidas en el tratamiento T4, que recibieron 100 kg.ha^{-1} de MCF y obtuvieron mayor crecimiento estructural. Este hecho incita a decir, que el fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified), favoreció el crecimiento y desarrollo del cultivo de la caihua, debido al aumento del área foliar, los primordios foliares ocurren más rápidamente y la expansión foliar se incrementa. Al respecto, la Web (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>), menciona que el fertilizante granulado (MCF), induce elongación y división celular, procesos que se traducen en la obtención de una mayor área foliar, mayor crecimiento y por consiguiente aumenta la eficiencia de la fotosíntesis, debido a la inherencia de los micronutrientes que contiene el producto estudiado y más que todo el Ca, Zn Mn y B, explicándonos de esta manera porque razón obtuvieron mayor altura de planta.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Torres (2014), quién evaluó diferentes dosis de (MCF) en el cultivo de tomate usando el híbrido WSX 2205 F-1, a dosis de 75 kg.ha^{-1} de (MCF), obteniendo mayor promedio de altura de planta, con 126.5 cm. También Ramírez (2014), reporta

un incremento de altura de planta en el cultivo de la cebolla china (*Allium fistulosum*), variedad Roja Chiclayana, cuando aplicó mayores dosis de Micromate Calcium Fortified (75 y 100 kg.ha⁻¹, obteniendo valores de 1.47 y 1.55 cm., de altura de planta.

6.2. Del peso del fruto (g)

El análisis de varianza (cuadro 7) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre el peso del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 98.73%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 3.2% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 2) para promedios del peso del fruto por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 (100 kg.ha⁻¹) logró el mayor promedio con 130.0 g de peso promedio del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 kg.ha⁻¹), T1 (25 kg.ha⁻¹), T2 (50 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes lograron

obtener promedios de 112.0 g, 102.3 g, 81.3 g y 68.0 g de peso promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

El efecto de las aplicaciones cuando fueron aumentados las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron una respuesta lineal positiva sobre el peso promedio del fruto por tratamiento, descrito por la ecuación: $Y = 15.467x + 52.333$ y un alto nivel de correlación (r) con 99.5% ($\sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (Dosis de fertilizante granulado) y la variable dependiente (peso del fruto).

A mayor dosis de Micromate Calcium Fortified, mayor es la influencia estructuralmente en el desarrollo del cultivo, cuyo efecto se vio fortalecido por la incidencia de macronutrientes y micronutrientes del suelo, como consecuencia de la aplicación en las plantas crecidas en el tratamiento T4 (100 kg.ha⁻¹ de MCF) (Laboratorio de Suelo de la FCA-UNSM-T, 2014; <http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo tienen similitud con lo reportado por Mejía (2014), quien aplicando 100 kg.ha⁻¹ de MCF en el cultivo del ecotipo de tomate, también obtuvo mayor peso promedio del fruto con

10.6 g de peso promedio del fruto. Al parecer en esta proporción de dosis del fertilizante granulado (MCF) aplicado a las plantas de la caihua, se presenta un equilibrio de disponibilidad de nutrientes del suelo,

6.3. Del diámetro mayor del fruto (cm)

El análisis de varianza (cuadro 8) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre el diámetro mayor del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 91.9%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 5.4% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 3) para promedios del diámetro mayor del fruto por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) logró el mayor promedio con 6.7 cm de diámetro mayor promedio del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ($75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), T1 ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), T2 ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 6.1 cm, 5.93 cm, 5.3 cm y 4.5 cm de

diámetro mayor promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

El efecto de las aplicaciones en aumento de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron una respuesta lineal positiva sobre el diámetro mayor promedio del fruto por tratamiento, descrito por la ecuación: $Y = 0.5267x + 4.1333$ y una alto nivel de correlación (r) con 98.1% ($\sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (Dosis de fertilizante granulado) y la variable dependiente (diámetro mayor del fruto).

6.4. Del diámetro menor del fruto (cm)

El análisis de varianza (cuadro 9) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre el diámetro menor del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 93.9%. El Coeficiente de Variación (C.V)

con un valor de 5.1% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 4) para promedios del diámetro menor del fruto por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 (100 kg.ha⁻¹) logró el mayor promedio con 4.6 cm de diámetro menor promedio del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 kg.ha⁻¹), T1 (25 kg.ha⁻¹), T2 (50 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 4.0 cm, 3.8 cm, 3.3 cm y 3.1 cm de diámetro menor promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

El efecto de las aplicaciones en aumento de las dosis del fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron una respuesta lineal positiva sobre el diámetro menor promedio del fruto por tratamiento, descrito por la ecuación: $Y = 0.3767x + 2.6433$ y un alto nivel de correlación (r) con 98.7% ($\sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (Dosis de fertilizante granulado) y la variable dependiente (diámetro menor del fruto).

6.5. De la longitud del fruto

El análisis de varianza (cuadro 10 no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre longitud promedio del fruto es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 94.5%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 8.5% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 5) para promedios de la longitud del fruto por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 ($100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) logró el mayor promedio con 21.6 cm de longitud promedio del fruto, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ($75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 17.3 cm, 15.9 cm, 13.3 cm y 12.9 cm de longitud promedio del fruto respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

El efecto de las aplicaciones en aumento de las dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron una respuesta lineal positiva sobre la longitud promedio del fruto por tratamiento, descrito por la ecuación: $Y = 2.1433x + 9.7567$ y un alto nivel de correlación (r) con 96.1% ($\sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (Dosis de fertilizante granulado) y la variable dependiente (longitud del fruto).

A mayores dosis de Micromate Calcium Fortified, mayor es el incremento de la longitud del fruto, cuya relación estuvo enmarcada por la disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes que contenía el suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014; <http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>) y de las condiciones climáticas (SENAMHI, 2014), cuyo efecto se tradujo en la ocurrencia de numerosas mitosis, incremento de la división (www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas; Mejía 2014), propiciando mayor crecimiento de la longitud del fruto en plantas crecidas en el tratamiento T4 (100 kg.ha⁻¹ de MCF).

Los resultados obtenidos se asemejan a lo reportado por Mejía (2014), quién evaluó el efecto de 100 kg.ha⁻¹ de MCF en un ecotipo de tomate, manifestando que a mayores dosis del fertilizante granulado de MCF, mayor es la protección del cultivo, revitalizándolo para un mayor proceso fisiológico y metabólico

6.6. Del Número de frutos cosechados por planta

El análisis de varianza (cuadro 11) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre número de frutos promedio cosechados por planta es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 90.9%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 3.9% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 6) para promedios del número de frutos cosechados por planta por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 (100 kg.ha^{-1}) logró el mayor promedio con 23.0 frutos cosechados promedio por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (75 kg.ha^{-1}), T1 (25 kg.ha^{-1}), T2 (50 kg.ha^{-1}) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de 18.3 frutos, 15.7 frutos, 15.6 frutos y 14.0 frutos cosechados promedio por planta respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos

(Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

6.7. Del rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

El análisis de varianza (cuadro 12) no ha determinado la existencia de diferencias significativas para Bloques, lo que se interpreta como que el arreglo de los bloques no representó su eficiencia en el control del error experimental; así mismo, ha determinado la existencia de diferencias altamente significativas al 1% para tratamientos, por lo que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. Los efectos de los tratamientos estudiados (Dosis de fertilizante granulado a base de microelementos) sobre el rendimiento promedio es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 95.6%. El Coeficiente de Variación (C.V) con un valor de 11.7% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos de investigación en campo definitivo (Calzada, 1982).

Con los promedios ordenados de menor a mayor, la prueba de rangos múltiples de Duncan (gráfico 7) para promedios de rendimiento por tratamiento, también ha determinado la existencia de diferencias significativas, donde el T4 ($100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) logró el mayor promedio con $33,288.6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento promedio, superando estadísticamente a los tratamientos T3 ($75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) quienes lograron obtener promedios de $22,825.7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $17,796.1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $14,166.5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $10,566.6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento promedio

respectivamente. La evaluación de esta variable también determinó que las diferentes dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) superaron al promedio alcanzado por el T0 (testigo).

El efecto de las aplicaciones en aumento de las dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron una respuesta lineal positiva sobre el rendimiento promedio por tratamiento, descrito por la ecuación: $Y = 5410.3x + 3497.7$ y una alto nivel de correlación (r) con 96.8% ($\sqrt{R^2}$) entre la variable independiente (Dosis de fertilizante granulado) y la variable dependiente (rendimiento).

El mayor rendimiento obtenido correspondió con la mayor dosis a las plantas tratadas con 100 kg.ha^{-1} de MCF, cuyo efecto se vio favorecido porque viabilizó mayor protección contra las plagas y enfermedades, mayor vigorización, mayor performance fotosintética, incrementándose el rendimiento y por ende en la obtención de una mayor rentabilidad del cultivo (<http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>; <http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>; www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas; <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-497697>).

Mejía (2014), reporta que con $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MCF aplicado al ecotipo de tomate se incrementó el rendimiento, obteniendo un valor de $9,708.66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Experiencia similar desarrolló Torres (2014) en el cultivo de tomate usando el híbrido WSX 2205 F-1 y aplicando $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MCF, obtuvo el mayor promedio de rendimiento con $133,995.44 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: También Ramírez obtuvo mayor rendimiento cuando aplicó 100 y $75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MCF al cultivo de la cebolla china (*Allium fistulosum*), coincidiendo éstas apreciaciones con el presente trabajo

6.8. Del Análisis económico de los tratamientos

El análisis Costo / beneficio de los tratamientos evaluados (cuadro 13) se elaboró sobre la base del rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, el costo de producción en nuevos soles (S/.) y asumiendo el precio actual de venta por kilogramo en S/. 1,0 nuevos soles. Siendo que además que este precio fluctúa en función a la ley de la oferta y la demanda.

Se observa que el T4 ($100 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) alcanzó al mayor valor B/C con 2.16 y un Beneficio neto de S/.22,769.74 nuevos soles generándose las mayores ganancias económicas, seguido de los tratamientos T3 ($75 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($50 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($25 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) obtuvieron valores B/C con 1.45, 1.08, 0.70 y 0.41 y beneficios netos de S/.13,518.13; S/.9,231.48; S/. 5,844.85 y S/.3,069.94 nuevos soles respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. Con la aplicación de $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T4) de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) se obtuvieron los mayores promedios, con $33,288.6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de rendimiento, 23.0 frutos cosechados promedio por planta, 21.6 cm de longitud promedio del fruto, 4.6 cm de diámetro menor promedio del fruto, 6.7 cm de diámetro mayor promedio del fruto y 130.0 g de peso promedio del fruto,
- 7.2. El efecto de las aplicaciones en aumento de las dosis de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) determinaron respuestas lineales positivas sobre el peso promedio del fruto, diámetro mayor del fruto, diámetro menor del fruto, longitud del fruto y rendimiento promedio y relaciones de correlación sobre los 90%.
- 7.3. Con la aplicación de $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T4) de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) se alcanzó al mayor valor B/C con 4.04 y un Beneficio neto de S/.26,679.74 nuevos soles generándose las mayores ganancias económicas, seguido de los tratamientos T3 ($75 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T1 ($50 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), T2 ($25 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T0 (testigo) obtuvieron valores B/C con 3.16, 2.68, 2.12 y 1.74 y beneficios netos de S/.17,338.13; S/.12,961.49; S/9,619.85 y S/.6,709.94 nuevos soles respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones edafoclimáticas generales de la Provincia de Lamas y específicamente las del lugar de ejecución del trabajo de investigación, recomendamos:

- 8.1. La aplicación de 100 kg.ha^{-1} (T4) de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) por asegurarnos un mayor rendimiento y rentabilidad.
- 8.2. Evaluar en investigaciones posteriores el efecto de fertilizante granulado a base de microelementos (Micromate Calcium Fortified) en otras condiciones de suelo y época del año.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Burneo, J. (1998). Producción de Bioway y su utilización en agricultura y Acuacultura, Quito- Ecuador.
2. Bukasov, S. M. (1981). Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia (J. León, Trans.). (1ª ed. En español). CATIE GTZ, Turrialba, Costa Rica.
3. Castillo, A. (1997). Revista Plan agropecuario 72: 32-34.
4. Correa, J. G. A. 1957. La *Cyclanthera pedata*, su Cultivo. Lic. Agron., Escuela Nacional de Agricultura, Lima, Perú.
5. Coronado, C. (1997). Los bioabonos: elaboración y usos. UTHEA, Buenos Aires, AR. 223p.
6. FAO. (1995). Materias orgánicas fertilizantes. Boletín sobre suelos No. 27 Roma, IT. 15 p.
7. Holdridge, L. (1975). Ecología Basada en zonas de Vida". Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
8. Jeffrey, C. & B. Trujillo. (1992). Cucurbitaceae In: G. Morillo (Ed.), Flora de Venezuela (pp. 11-201). Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, Venezuela.
9. Jones, C. E. (1989). A revision of the genus *Cyclanthera* (Cucurbitaceae). Ph.D., Indiana University.
10. Jones, C. E. (1969). A revision of the genus *Cyclanthera* (Cucurbitaceae). Ph.D., Indiana University.

11. Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T. (2014). Análisis físico-químico del suelo del experimento. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto-Perú
12. Larco, H. R. (2001). Los Mochicas. Lima: Museo Arqueológico Rafael Larco Herrera. ISBN 9972-9341-0-1.
13. Larco, H. B. (1946). A Culture sequence for the North of COSAT of Peru. In: Bulletin 143, handbook of South American Indians (pp. 149 – 175). Washington, DC.102.
14. Lira, R. 1996. Chayote. *Sechium edule* (Jake.) Sw: promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 8. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 15.
15. Lira, R. 1995: estudios ecogeográficos y taxonómicos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. Systematic and ecogeographic studies on crop genepools 9. Rome, International Plant Genetic Resources Institute. 281 p.
16. PROEVAL. (2009). Asociación de proyectos evaluados Raxmu. Capacitación del suelo. Consultado: 22 de mayo del 2009. Disponible en línea: <http://www.biomonitoreo.org/index.html?http://www.biomonitoreo.org/sacranix/capacitaciones.htm>.
17. Ramírez, J. (2014). Dosis de micronutrientes granulados en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) var. Roja Chiclayana, en la provincia de Lamas". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú.

18. Sagan, L. (2009). Fertilizantes. Disponible en línea: www.sagan-gea.org/hojaredsuelo/paginas/29hoja.html - 13k
19. Suquilanda, M. (1995). Guía para la producción orgánica de cultivos. Ediciones UPS
20. Torres, E. (2014). 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". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. Perú.
21. Tommasi, N., D.E Simone, F: Speranza, G., Pizza, C. (1996). Studies on the constituents of *Cyclanthera pedata* (caigua) seeds: isolation and characterization of six new Cucurbitacin glycosides." *J. Agr. Food Chem.* 1996; 44(8): 2020-2025.
22. Vogel, S. (1981). Die klebstoffhaare an den antheren von *Cyclanthera pedata* (Cucurbitaceae). *Plant Sys. Evol.* 137: 291-316.
23. Yang, S.L. & T. Walters. (1992) Ethnobotany and the economic role of the Cucurbitaceae of China. *Econ. Bot.* 46: 349-367.

LINKOGRAFIA CITADA

1. <http://www.stoller.pe/media/pdf/data-sheets/2014/12/FT-026-Micromate%20Calcium%20Fortified.pdf>.
2. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-497697>
3. <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>.
4. http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014.pdf
5. <http://www.monografias.com/trabajos73/manganeso-planta/manganeso-planta.shtml#ixzz3YsMbAc9J>
6. <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>;
<http://www.quiminet.com/articulos/funciones-del-boro-en-las-plantas-26668.htm>
7. <http://www.flordeplanta.com.ar/fertilizantes-suelos/micronutrientes-propiedades-y-funciones-del-cobre-en-las-plantas/>.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos de evaluar diferentes dosis del fertilizante granulado Micromate Calcium Fortified (MCF) y su influencia en el rendimiento del cultivo de Caihua (*Cyclanthera pedata*) en la provincia de Lamas y determinar cuál de las dosis es la que influye en el incremento del rendimiento y utilidad económica. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo "El Pacífico" de propiedad del señor Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloque Completo al azar (DBCA) con tres repeticiones y cinco tratamientos, con un total de 15 unidades experimentales. La información obtenida en campo se procesó con el programa estadístico SPSS 19, el cual utiliza el P-valor como comparador de diferencias significativas a los niveles de confianza de 0,05 y al 0,01 en el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba de rangos múltiples de Duncan una $P \leq 0.05$. Los tratamientos estudiados fueron: T1: (25 kg.ha⁻¹ de MCF), T2 (50 kg.ha⁻¹ de MCF), T3 (75 kg.ha⁻¹ de MCF), T4 (100 kg.ha⁻¹ de MCF) y T0 (Testigo). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta (cm), número de frutos cosechados, longitud del fruto (cm), diámetro del fruto (cm), Peso del fruto (g), Rendimiento (kg.ha⁻¹) y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con la dosis de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calcium Fortified, resultó ser el tratamiento más apropiado que determinó que influya en el incremento del rendimiento en el cultivo de la caihua, obteniendo 33,288.60 kg.ha⁻¹, generando un beneficio/costo de 2.16 y un beneficio neto de S/. 22,769.74 Nuevos Soles, respectivamente.

Palabras Claves: Cultivo, caihua, tratamientos, dosis, evaluar, determinar rendimiento, beneficio neto.

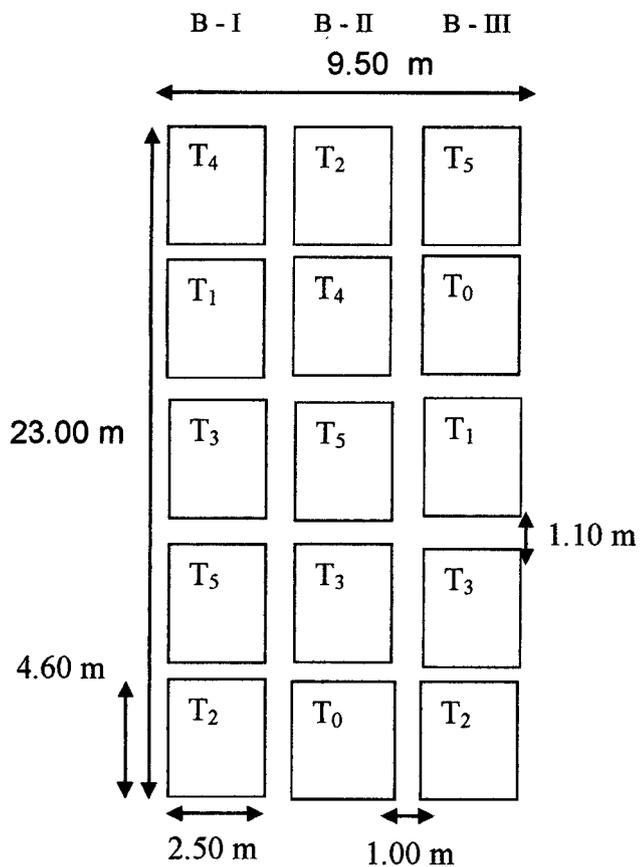
SUMMARY

This research aimed to evaluate different doses of granulated fertilizer Micromate Calcium Fortified (MCF) and its influence on crop yield of Caihua (*Cyclanthera pedata*) in the province of Lamas and determine which dose is the one that influences in increasing economic performance and utility. The research was conducted on the grounds of the Fundo "The Pacific" owned by Mr. Jorge Luis Pelaez Rivera, politically located in the district and province of Lamas, San Martin department. The statistical design of randomized complete block (RCBD) with three replications and five treatments, with a total of 15 experimental units was used. The information gathered in the field was processed using SPSS 19 statistical software, which uses the P-value as meaningful comparison to the confidence levels of 0.05 and 0.01 differences in the analysis of variance (ANOVA) and multiple range test of Duncan $P \leq 0.05$. The treatments were: T1: (25 kg ha⁻¹ MCF), T2 (50 kg ha⁻¹ MCF), T3 (75 kg ha⁻¹ MCF), T4 (100 kg ha⁻¹ MCF) and T0 (control). The variables evaluated were: plant height (cm), number of harvested fruits, fruit length (cm), fruit diameter (cm), fruit weight (g) Yield (kg ha⁻¹) and economic analysis. The results obtained indicate that plants treated with the dose of 100 kg ha⁻¹ Micromate Calcium Fortified, proved to be the most appropriate treatment, determined to influence the yield increase in the cultivation of caihua, getting 33288.60 kg.ha⁻¹, generating a benefit / cost 2.16 and a net profit of S / . 22,769.74 new soles, respectively.

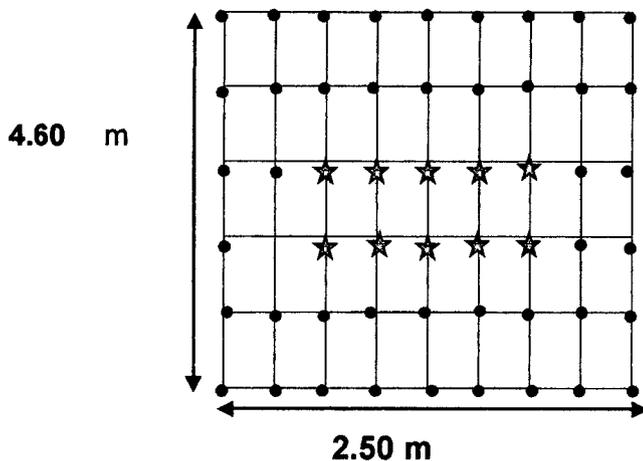
Keywords: Crop, caihua, treatment, dose, evaluate, determine performance, net profit.

ANEXO

Anexo 1: Croquis de Campo Experimental



Anexo 2: Detalle de la unidad experimental



Anexo 3: Costo de producción por cada tratamientos

Tratamiento. T0 (testigo)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
2. Siembra	Jornal	6	30	180	180.00
3. Almacigo	Jornal	1	30	30	30.00
4. Labores culturales					1320.00
- Deshierbo	Jornal	15	30	450	
- Abonamiento	Jornal	0	20	0	
- Riegos	Jornal	7	30	210	
- Tutorado	Jornal	22	30	660	
5. Cosecha	Jornal	26	30	780	780.00
6. Trasp. Y comer.	kg	10566.6	0.1	1056.66	1056.66
7. Insumos					50.00
- Semillas	Kg	1	50	50	
Micromate Calcium fertifed	Kg	0	3.00	0	
8. Materiales					2425.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Postes	Unidad	140.00	15	2100	
- Alambre	Kilo	30.00	6	180	
- Rafia	Kilo	15.00	7	105	
Sub. Total					6581.66
- Leyes sociales (50% m.o)					915.00
Costo Total					7496.66

Tratamiento. T1 (25 kg/ha de MCF)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
2. Siembra	Jornal	6	30	180	180.00
3. Almacigo	Jornal	1	30	30	30.00
4. Labores culturales					1500.00
- Deshierbo	Jornal	15	30	450	
- Abonamiento	Jornal	6	30	180	
- Riegos	Jornal	7	30	210	
- Tutorado	Jornal	22	30	660	
5. Cosecha	Jornal	26	30	780	780.00
6. Trasp. Y comer.	kg	17796.1	0.1	1779.61	1779.61
7. Insumos					125.00
- Semillas	Kg	1	50	50	
Micromate Calcium fertifed	Kg	25	3.00	75	
8. Materiales					2425.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Postes	Unidad	140.00	15	2100	
- Alambre	Kilo	30.00	6	180	
Rafia	Kilo	15.00	7	105	
Sub. Total					7559.61
- Leyes sociales (50% m.o)					1005.00
Costo Total					8564.61

Tratamiento. T2 (50 kg/ha de MCF)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
2. Siembra	Jornal	6	30	180	180.00
3. Almacigo	Jornal	1	30	30	30.00
4. Labores culturales					1500.00
- Deshierbo	Jornal	15	30	450	
- Abonamiento	Jornal	6	30	180	
- Riegos	Jornal	7	30	210	
- Tutorado	Jornal	22	30	660	
5. Cosecha	Jornal	27	30	810	810.00
6. Trasp. Y comer.	kg	14166.5	0.1	1416.65	1416.65
7. Insumos					200.00
- Semillas	Kg	1	50	50	
Micromate Calcium fertifed	Kg	50	3.00	150	
8. Materiales					2425.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Postes	Unidad	140.00	15	2100	
- Alambre	Kilo	30.00	6	180	
Kilo	Kilo	15.00	7	105	
Sub. Total					7301.65
- Leyes sociales (50% m.o)					1020.00
Costo Total					8321.65

Tratamiento. T3 (75 kg/ha de MCF)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
2. Siembra	Jornal	6	30	180	180.00
3. Almacigo	Jornal	1	30	30	30.00
4. Labores culturales					1500.00
- Deshierbo	Jornal	15	30	450	
- Abonamiento	Jornal	6	30	180	
- Riegos	Jornal	7	30	210	
- Tutorado	Jornal	22	30	660	
5. Cosecha	Jornal	28	30	840	840.00
6. Trasp. Y comer.	kg	22825.7	0.1	2282.57	2282.57
7. Insumos					275.00
- Semillas	Kg	1	50	50	
Micromate Calcium fertifed	Kg	75	3.00	225	
8. Materiales					2425.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Postes	Unidad	140.00	15	2100	
- Alambre	Kilo	30.00	6	180	
- Rafia	Kilo	15.00	7	105	
Sub. Total					8272.57
- Leyes sociales (50% m.o)					1035.00
Costo Total					9307.57

Tratamiento. T4 (100 kg/ha de MCF)

Rubro	Unidad	Cant.	C. Unit.	C. Parcial	C. Total
COSTOS DIRECTOS					
1. Prep. del Terreno					740.00
- Limpieza	Jornal	4	30	120	
- Alineamiento	Jornal	2	30	60	
- Removido Del suelo	Hora/maquina	8	70	560	
2. Siembra	Jornal	6	30	180	180.00
3. Almacigo	Jornal	1	30	30	30.00
4. Labores culturales					1500.00
- Deshierbo	Jornal	15	30	450	
- Abonamiento	Jornal	6	30	180	
- Riegos	Jornal	7	30	210	
- Tutorado	Jornal	22	30	660	
5. Cosecha	Jornal	30	30	900	900.00
6. Trasp. Y comer.	kg	33288.6	0.1	3328.86	3328.86
7. Insumos					350.00
- Semillas	Kg	1	50	50	
Micromate Calcium fertifed	Kg	100	3.00	300	
8. Materiales					2425.00
- Machetes	Unidad	4.00	10	40	
- Postes	Unidad	140.00	15	2100	
- Alambre	Kilo	30.00	6	180	
- Rafia	Kilo	15.00	7	105	
Sub. Total					9453.86
- Leyes sociales (50% m.o)					1065.00
Costo Total					10518.86

Anexo 4: Fotos de la tesis

