

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



TESIS

**APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE FERTILIZANTE (Micromate calcium fortified)
A BASE DE MICRO ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)
VARIEDAD GREAT LAKES 659, BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

JOSE ESTALIN JIMENEZ SANTOS

TARAPOTO - PERÚ

2016

T-07-07-2016
DOWARD

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



TESIS

**APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE FERTILIZANTE
(Micromate calcium fortifieed) A BASE DE MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca
sativa*) VARIEDAD GREAT LAKES 659, BAJO
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN LA
PROVINCIA DE LAMAS**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JOSE ESTALIN JIMENEZ SANTOS**

TARAPOTO – PERÚ

2016

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

ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

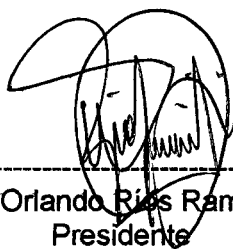
TESIS

**APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE FERTILIZANTE
(Micromate calcium fortified) A BASE DE MICRO
ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca
sativa*) VARIEDAD GREAT LAKES 659, BAJO
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN LA
PROVINCIA DE LAMAS**

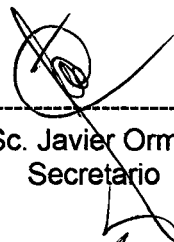
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JOSE ESTALIN JIMENEZ SANTOS**

Comité de Tesis



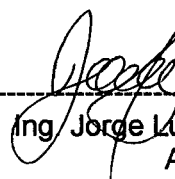
Dr. Orlando Ríos Ramírez
Presidente



Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna
Secretario



Ing. M.Sc. Patricia Elena García Gonzáles
Miembro



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Asesor

DEDICATORIA

“A mi mama; María Irene Santos por confiar siempre en mí, y nunca defraudar su palabra, el aliento y ejemplo que ellos me profesan son las herramientas que siempre estuvieron presentes para lograr este objetivo.”

“A Teófilo Santos Pintado, por el gran apoyo y muestras de cariño, que día a día me brindan e impulsan a seguir en el trayecto y desarrollo de mis objetivos”

“A mis amigos y familiares, que sin ellos habría desistido y rendido en el desarrollo de mi tesis, por sus palabras y gestos de estimación, por el hermoso regalo de existir en mi vida”

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, mi Alma Mater que contribuyó a mi formación social y profesional.

Al Ing. Jorge Luis Peleas Rivera, por el asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Dr. Orlando Ríos Ramírez, por brindarme la confianza necesaria y la oportunidad de contribuir en las correcciones del presente trabajo de investigación.

A la Ing. M. Sc. Patricia Elena García Gonzales, por las facilidades que me brindó y su ayuda en el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. M. Sc. Javier Ormeño Luna por las observaciones para el mejoramiento del Presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Dr. Jorge Saavedra Ramírez por los consejos e impulso para terminar mi proyecto de investigación.

Al Ing. M. Sc. Harry Saavedra Alva, por su asesoramiento incondicional en la culminación del proyecto de tesis.

Agradecer a mi familia, Marleny, Doyler Nicolais y Lida Jiménez Santos quienes contribuyeron a mi formación personal, marcando una etapa importante en mi vida.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origen de la lechuga	4
3.2 Clasificación taxonómica	5
3.3 Caracteres morfológicos	5
3.4 Variedades	6
3.5 Requerimiento edafoclimático	7
3.6 Fertilización	9
3.7 Paquetes tecnológicos realizados con las variedades GRAND RAPIDS Y GREAT LAKES 659 (UNA – La Molina, 2000).	11
3.8 Requerimientos de Nutrientes de la lechuga	13
3.9 Descripción del fertilizante Micromate® Calcium Fortified	15
IV. MATERIALES Y METODOS	20
4.1 Materiales	20
4.1.1. Ubicación del campo experimental	20
4.1.2. Condiciones ecológicas	20
4.1.3. Características edáficas	20
4.2 Metodología	21
4.2.1. Diseño experimental y características del experimento	21
4.2.2. Características del campo experimental	22
4.2.3. Conducción del experimento	22

4.2.4.	Labores culturales	23
4.2.5.	Comportamiento climático durante el experimento	24
4.2.6	Variables evaluadas	24
V.	RESULTADOS	25
5.1	Altura de planta	25
5.2	Diámetro de la base del tallo	26
5.3	Número de hojas por planta	27
5.4	Peso de la planta	28
5.5	Rendimiento	29
5.6	Análisis económico	30
VI.	DISCUSIONES	31
VII.	CONCLUSIONES	47
VIII.	RECOMENDACIONES	48
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas muy importantes en el grupo de las olerizas de hoja que se consumen crudas en ensaladas, debido a su bajo costo, además de su gran contenido en minerales y vitaminas y bajo en calorías. El manejo de la fertilidad del suelo es una actividad vital para tenerlo productivo y es básico para la producción de diferentes cultivos. Todos los nutrientes son primordiales como los macro y micro nutriente, pero es muy común encontrar que los agricultores inciden más en los macronutrientes, restándole importancia a los micronutrientes, que redunda el bajo rendimiento el cultivo.

El cultivo de lechuga en el país es cultivada ampliamente en los valles templados, así mismo en nuestra región San Martín en la provincia y ciudad de Lamas, en el Fundo El Pacífico, en la actualidad se cultiva lechuga de la variedad Grand Rapids Waldeman's Strain, en rotación con pepinillo y cebolla china. En este cultivo se deben emplear buenas prácticas de campo para obtener productos en cantidad y de buena calidad. Sin embargo una de las limitantes para el desarrollo de la horticultura en esta zona de la región San Martín son los problemas nutricionales de suelos, y las enfermedades causadas por hongos y el manejo de los mismos.

Cabe mencionar que la tendencia de la agricultura esta orientada a la producción ecológica y orgánica. Ya que la aplicación de productos químicos causa efectos negativos sobre la salud humana, sobre los microorganismos del suelo alternado incluso la dinámica de los nutrientes del mismo.

En alternativa al uso de fertilizantes inorgánicos y balanceados para dar una buena nutrición saludable en el cultivo de lechuga se plantea evaluar la aplicación de cuatro dosis de micro nutrientes (micromate calcium), al suelo para mejorar la fertilización y la vida de microorganismos en este cultivo en esta zona de Lamas.

Se hace necesario investigar los efectos de las dosis de fertilizantes granulados con micro elementos aplicados al suelo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lackes 659, para las condiciones del distrito de Lamas, provincia del mismo nombre y departamento de San Martín. Por otro lado, esta hortaliza ha ido incrementando su demanda en el mercado local pues por el cambio del hábito de consumo la población lo está incorporando en la dieta.

La materia orgánica mejora las condiciones del suelo, obteniéndose el rendimiento del cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo tales como su estructura y su capacidad de intercambio catiónico (CIC). Se observan gran eficacia al favorecer la multiplicación de microorganismos. Es por estas razones que en el presente trabajo de investigación utilizamos cuatro niveles de fertilizantes granulados con micro nutrientes.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar los caracteres vegetativos y de rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) variedad Great Lackes 659, influenciado por fertilizante Granulado a Base de microelementos; bajo condiciones agroecológicas en la Provincia de Lamas.

2.2. Específicos

- Evaluar el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) variedad Great Lackes 659, influenciado por el fertilizante granulado a base de micro elementos (Cu, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B, Micromate calcium fortified), bajo condiciones agroecológicas en la Provincia de Lamas.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen de la lechuga

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, algunos autores afirman que procede de la India. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI. (Infoagro, 2002).

La lechuga *Lactuca sativa* L. pertenece a la familia *Compositae*, tribu *Cichoriae*. El centro de origen primario se ubica en el Medio-Oriente y área mediterránea. Existen referencias históricas de que era utilizada por los egipcios 3000 años AC, para extraer aceites de la semilla y para forraje. La primera descripción del cultivo se remonta a Teofrasto (300 AC) y sucesivamente Plinio y Columella, detallan la existencia de cuatro tipos de lechuga. C. Colón la trajo a América y existen referencias de su cultivo en Brasil (1650) y Haití (1865), (Bianco, 1990).

La lechuga de la familia de las Compuestas, es originaria de la costa sur y sur este del mar Mediterráneo. Los egipcios comenzaron a cultivar 2 400 años antes de esta Era y se supone que la utilizaron para extraer aceite de las semillas. (Mallar, 1978).

3.2 Clasificación Taxonómica

Según Dirección de Agricultura (2002), Señala que la lechuga pertenece:

Reino	:	Vegetal
Clase	:	Angiospermae
Subclase	:	Dicotyledoneae
Orden	:	Campanulales
Familia	:	Compositae
Género	:	<i>Lactuca</i>
Especie	:	<i>sativa</i> L.
N. Científico	:	(<i>Lactuca sativa</i> L.)

3.3 Caracteres morfológicos

La lechuga es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia *Compositae* y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L.

- Raíz: La raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- Hojas: Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. (Infoagro 2002).
- Tallo: Es cilíndrico y ramificado.
- Inflorescencia: Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- Semillas: Están provistas de un vilano plumoso.

(Infoagro, 2002)

3.4 Variedades

Entre las variedades de lechuga se destacan:

A. Iceberg

Planta de cogollos apretados y densos, semejantes a la col; carece casi por completo de sabor, pero goza de amplio uso por su crujiente textura y la facilidad para cortarla finamente. Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse en tanques hidropónicos (Krarup, 1981).

B. Romana

La planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y ovaladas, de 20 a 30 cm de largo y de 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente, superficie ligeramente ondulada, borde irregularmente denticulado. El tallo presenta mayor longitud que las variedades anteriores y permanece protegido por el conjunto de hojas; las que forman una cabeza cónica o cilíndrica (Krarup, 1981).

C. Francesa

Corresponde a las lechugas conocidas como de amarra (porque antiguamente se amarraban para blanquear sus hojas internas) mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas, orbiculares, anchas, sinuosas y de textura suave o mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver las más nuevas (Krarup, 1981).

D. Batavia

Este tipo forma numerosas hojas de borde irregularmente recortado (crespo); las externas se disponen abiertamente y las nuevas e internas forman un cogollo o grupo central compacto llamado cabeza. (Krarup, 1981).

A. De hojas sueltas

- Grand Rapids Waldeman's Strain de porte grande, no forma cogollo con hojas sueltas, tipo de planta recostada arrugada, la forma de la hoja es crespa, de un color verde claro. La cosecha se produce a los 70 – 80 días. (Angulo, 2008):

- Red salad bowl

- Cracarelle

(Sánchez, 2009).

3.5 Requerimiento edafoclimático

- ❖ **Temperatura.** La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 a 18 °C por el día y 5 a 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 - 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta - 6 °C. Cuando la lechuga

soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Angulo, 2008).

- ❖ **Humedad relativa.** El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Angulo, 2008).

- ❖ **Suelo.** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas

es más rápido (Angulo, 2008).

3.6 Fertilización

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 Kg. / m² cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores. (Sánchez, 2009).

El abonado de fondo puede realizarse a base de complejo 8-15-15, a razón de 50 g/m². Posteriormente, en sistema de riego tradicional por gravedad, un abonado de cobertera orientativo consistiría en el aporte de unos 10 g/m² de nitrato amónico. En suelos de carácter ácido, el nitrato amónico puede ser sustituido por nitrato de cal a razón de unos 30 g/m², aportados en cada riego, sin superar el total de 50 g/m². También son comunes las aplicaciones de nitrógeno vía foliar, en forma de urea, cuando los riegos son interrumpidos y las necesidades de nitrógeno elevadas (Infoagro, 2002).

El silicio como fertilizante aumenta la productividad en la horticultura. Hoy la agricultura mundial requiere anualmente de aproximadamente 800 mil toneladas de fertilizantes minerales ricos en silicio, para promover el desarrollo de una agricultura saludable y sustentable. Esto invariablemente ocurrirá en suelos con mas de 700 ton/ha de silicio elemental y pH mayor a 7.5, donde ocurre también un alta capacidad de intercambio catiónico (Quero, 2008).

Farmagro (2011), a través de su producto comercial HUMAX 90, cuyo contenido es, Acido Húmico Granulado de Leonardita, y cuya composición es:

- Materia orgánica total.....90.00%
- Ácidos húmicos.....70.00%
- Humedad..... 14.00%
- Tamaño de grano..... 2-4 mm
- Ratio del tamaño de grano.....96.50%

Humax 90 es un ácido húmico granulado, procedente de leonardita, altamente concentrado (90%) ideal para todo tipo de cultivo, y es importante en las etapas iniciales por ser promotor de la formación de nuevas raíces y del sostenimiento de la planta, sin embargo puede aplicarse en cualquier etapa del cultivo.

Humax es esencial bajo condiciones de suelos salinos, arenosos y alcalinos, por ello debe aplicarse en todos los cultivos, por que mejora las características físico-químicas del suelo, tales como su estructura y su capacidad de intercambio catiónico (CIC), pues fija cationes ya sea que estos formen parte del suelo o sean suministrados, los cuales se mantendrán disponibles en el momento en el que las plantas lo necesiten, además de favorecerla multiplicación de microorganismos benéficos; es un eficaz regulador de la absorción de nutrientes vía radicular, tanto de fertilizantes sintéticos como orgánicos, pues acelera la mineralización u oxidación de estos.

Farmagro (2011), a través de su producto comercial Humifarm Plus, menciona que es un producto orgánico, con ácido húmico al 11%, ácido fulvico al 4% y contenido de macro y micro elementos, aplicados al suelo para mejorar la fertilidad mineral y biológica del suelo. Al contacto con las raíces, estimula su desarrollo y promueve la producción de hormonas en la planta, estimula la absorción foliar y radicular incrementando la respiración y la fotosíntesis. Puede ser aplicado en riego por goteo.

3.7 Paquetes tecnológicos realizados con las variedades GRAND RAPIDS Y GREAT LAKES 659 (UNA – La Molina, 2000).

Tamaño de planta	:	0.2 m
Diámetro	:	0.3 m
Clima	:	No tolera temperaturas mayores de 25 °C.
Tipo de siembra	:	Directa
Transplante	:	plántula con tres hojas verdaderas Mixta.
Cantidad de semillas	:	0.5 – 0.6 Kg/ha
Semillas por gramo	:	800 a 1000
Distanciamiento	:	Entre plantas: 0.3 m Entre surcos: 0.8 m 02 hileras de planta por surco
Suelos	:	Sueltos, ricos en materia
Trasplante es	:	medianamente tolerante a la salinidad. Poco tolerante a la acidez pH. Óptimo de 6.0 a 6.8.
Abonamiento y fertilización:	:	Aplicar materia orgánica a la preparación del

		terreno.
		Aplicar 1/3 del nitrógeno después del desahije (siembra directa) o del deshierbo (transplante) y el resto 20 días después.
Dosis	:	120 -0 - 0
Riegos	:	Ligeros y frecuentes, incluso durante la cosecha. Evitar el exceso de humedad.
Control de malezas	:	manual de utilizarse herbicidas no selectivos con campanas de protección para las plantas, debe de evitarse el contacto de las personas con el producto.
Plagas	:	Comedores de hojas Gusano de tierra Mosca minadora Mosquillas de los brotes Pulgones
Enfermedades	:	Chupadera Floración prematura Mildeu Pudrición gris
Momento de la cosecha	:	Cuando el repollo de hojas es consistente y no cede la presión de los dedos (lechuga de cabeza) o cuando las hojas han alcanzado su máximo desarrollo (lechuga de hojas) y son tiernas y suaves.

Periodo de cosecha : Inicio: 60 – 80 días después de la siembra.
Duración de 15 a 25 días

Rendimiento : 5,000 docenas/ha

3.8 Requerimientos de Nutrientes de la lechuga

La cantidad de nutrientes que puede absorber un cultivo de lechuga dependerá: del tipo y la variedad utilizada, de la estación de crecimiento, del marco de plantación, y del nivel de disponibilidad de otros factores limitantes. El hecho de que presente un ciclo vegetativo cortó y un sistema radicular poco desarrollado, determina que sea necesaria la aplicación de fuentes de nutrientes para cubrir los requerimientos, a fin de lograr altos rendimientos y buenas calidades comerciales. Debido a que todo el ciclo del cultivo se corresponde con el ciclo vegetativo, las curvas de extracción de nutrientes acompañan la de producción de materia seca. El macronutriente que es absorbido en mayor cantidad es el potasio seguido por el nitrógeno y en último lugar el fósforo (Maroto, 2000).

La lechuga absorbe el 70% de los nutrientes durante el último 30 % de su ciclo, por tal motivo se requieren altos niveles de fertilidad del suelo cerca de la cosecha (Añez y Tavira, 1981).

Cuadro 1: Absorción de Nutrientes por Hectárea de un Cultivo de lechuga.

N kg/há	P₂O₅ kg/há	K₂O kg/há	CaO kg/há	MgO kg/há
55	20	120	35	10

Fuente. Maroto, (2000).

Hay que considerar que la extracción de nutrientes no coincide con las necesidades de fertilización de los cultivos debido a varias razones dentro de las que se cuentan, la cantidad de nutrientes que pueden ser aportados por el suelo y el agua de riego, y las pérdidas por lavado y volatilización que reducen la eficiencia de los fertilizantes. Entre los macronutrientes el nutriente que es absorbido en mayor cantidad por la lechuga es el potasio, seguido por el nitrógeno y en último lugar el fósforo (Maroto, 2000).

Una idea de la cantidad de nutrientes que necesita una planta de lechuga puede inferirse a través del conocimiento de la composición química de la misma. El contenido de nutrientes de la lechuga al momento de la cosecha de la parte aérea para un cultivo de primavera fue estudiado por (Zink and Yamaguchi, 1962), quién obtuvo los datos que se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 2: Contenido de Nutrientes en % del Peso Seco de la Parte Aérea.

	N total	P	K	Ca	Mg
% Peso Seco	3,5	0,4	7	1	0,45

Fuente : Zink and Yamaguchi, 1962

Las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 120 kg/ha. (Maroto, 2000).

Estas cantidades se deben suministrar durante todo el ciclo del cultivo y nunca en una sola oportunidad en dosis superiores a los 60 kg/ha de N. Para el diseño del plan de fertilización nitrogenado, se debe tener en cuenta el

aporte de N-NO₃ del suelo, determinado a través de un muestreo y posterior análisis de laboratorio. La estrategia de fertilización debe cubrir aquella cantidad de N que la oferta edáfica no es capaz de proveer (Balcaza, L. 1997). Cásseres (1966), Fusagri (1976) y Añez (1980) coinciden que la utilización del estiércol es necesaria, aplicado un poco antes de la siembra en dosis de 5-30 t/ha dependiendo de las características del suelo y del estiércol (Aguirre y *et al.*, 1994).

La deficiencia de nitrógeno en la lechuga provoca disminución del crecimiento y vigor de las plantas, hojas de tamaño pequeño, color verde pálido, tallo hueco y coloración y coloración parda oscura en el xilema. El exceso de nitrógeno provoca gran desarrollo vegetativo, aumento del tamaño de hoja, retraso del acogollado, y mayor sensibilidad al ataque de hongos fitopatógenos como los del género *Botrytis* (Maroto, 2000).

La deficiencia de fósforo en la lechuga provoca un color verde oscuro, el desarrollo se reduce, el tamaño de las hojas disminuye, las hojas más viejas adquieren un aspecto bronceado y en casos extremos las plantas no logran acogollar. (Maroto, 2000).

3.9 Descripción del fertilizante 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. www.stoller.pe

¿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. (Stoller, 2013).

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%

(Stoller, 2013)

Funciones de estos nutrientes en la planta

- **Funciones del (Ca)**, el calcio forma parte de la estructura celular de las plantas, las plantas lo acumulan en forma de ión 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. Contribuye al transporte de los minerales así como de su retención.

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 (Stoller, 2013).

- **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 resistente 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.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Materiales

4.1.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “**EL PACÍFICO**” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el Distrito de Lamas, Provincia de Lamas, Departamento San Martín el cual presenta las siguientes características:

- **Ubicación política**

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

- **Ubicación geográfica**

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

4.1.2. Condiciones ecológicas

Holdridge (1987), indica que el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de Bosque seco Tropical (bs – T) en la selva alta del Perú.

4.1.3. Características edáficas

El Fundo “El Pacífico” tiene una clase textural franco arcillo arenoso, con un contenido de materia orgánica de 2,18 % y un pH de 6.12.

4.2 Metodología

4.2.1. Diseño experimental y características del experimento

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro bloques, cinco tratamientos y con un total de 20 unidades experimentales, los cuales se muestran en cuadro N° 01.

Cuadro 3: Tratamientos estudiados

En base a la ficha técnica de las recomendaciones de Micromate Calcium Fortified.

Tratamiento	Clave	Descripción
1	T1	25 Kg/ha de fertilizante con micro nutrientes
2	T2	50 Kg/ha de fertilizante con micro nutrientes
3	T3	75 Kg/ha de fertilizante con micro nutrientes
4	T4	100 Kg/ha de fertilizante con micro nutrientes
5	T0	Testigo (sin aplicación)

Para el procesamiento de datos se utilizó el programa estadístico SPSS 22, el cual determina mediante el P-valor a niveles de confianza de (0,05) la existencia de diferencias significativas en las fuentes de variabilidad mediante el Análisis de Varianza (ANVA) y la Prueba de rangos múltiples de Duncan al 0,05 de probabilidad.

4.2.2. Características del campo experimental

Bloques

N° de bloques	: 04
Ancho	: 1,50 m
Largo	: 18,50 m
Área total del bloque	: 33,75 m ²
Área total de experimento	: 191.25 m ²
Separación entre bloque	: 0,50 m.

Parcela

N° de parcelas	: 20
Ancho	: 1,50 m
Largo	: 4,0 m
Área	: 6,0 m ²
Distanciamiento	: 0,10 m x 0,20 m

4.2.3. Conducción del experimento

a. Limpieza del terreno

Se utilizó machete y lampa para eliminar las malezas que se encuentren presentes en el área a ser utilizado.

b. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de un motocultor, Seguidamente se empezó a nivelar las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

c. Parcelado

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques y veinte tratamientos.

d. Incorporación de materia orgánica (gallinaza)

Previa a la siembra se realizó la aplicación de la materia orgánica (gallinaza), con la finalidad de mejorar el contenido nutritivo estructura, textura y propiedades físicas del suelo).

e. Incorporación de fertilizante micronutrientes

La aplicación del fertilizante granulado con micronutrientes se realizó juntamente con la gallinaza 15 días antes de la siembra con las dosis determinadas, para el mezclado con el motocultor.

f. Siembra

La siembra se realizó directo en campo definitivo usando semillas botánicas de la variedad GREAT LAKES 569.

4.2.4. Labores culturales

a. Control de maleza

Se realizó frecuente y de manera manual cuando el cultivo lo necesitó.

b. Riego

Se efectuó de manera continua y de acuerdo a la incidencia de las lluvias registradas. Se realizó con un sistema de aspersión.

c. Cosecha

Se realizó cuando las variedades alcanzaron su madurez de mercado y en forma manual.

4.2.5. Comportamiento climático durante el experimento

Cuadro 4: Datos meteorológicos

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Marzo	23.4	228.1	87.0
Abril	23.2	137.1	87.0
Total	46.6	365.2	174.0
Promedio	23.3	182.6	87

Fuente: SENAMHI, (2014).

4.2.6. Variables evaluadas

a. Altura de Planta

Se evaluó, al momento de la cosecha, tomando al azar 10 plantas por tratamiento.

b. Diámetro de la base del tallo

Se efectuó tomando las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando un vernier, al momento de la cosecha.

c. Número de hojas por planta

Se efectuó tomando las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento se contó el número de hojas al momento de la cosecha.

d. Peso por planta

Se pesaron las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento a la cosecha, para lo cual se usó una balanza de precisión.

e. Rendimiento en la producción en TM/Ha

Se pesaron 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, se usó una balanza, el resultado fue convertido a TM/ha.

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Cuadro N° 5: ANVA para la Altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1,224	3	0,408	1,607	0,239 N.S.
Tratamientos	486,702	4	121,675	479,352	0,000 **
Error experimental	3,046	12	0,254		
Total	490,972	19			

Promedio = 22.32

C.V. = 2.3%

R² = 99.4%

Cuadro N° 6: Prueba de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos en la altura de planta

Tratamientos	Descripción	Duncan (P<0.05)	
		Promedio (cm)	Interpretación
4	100 kg/ha MCF	29,5	a
3	75 kg/ha MCF	25,9	b
2	50 kg/ha MCF	22,1	c
1	25 kg/ha MCF	18,0	d
0	Testigo	16,1	e

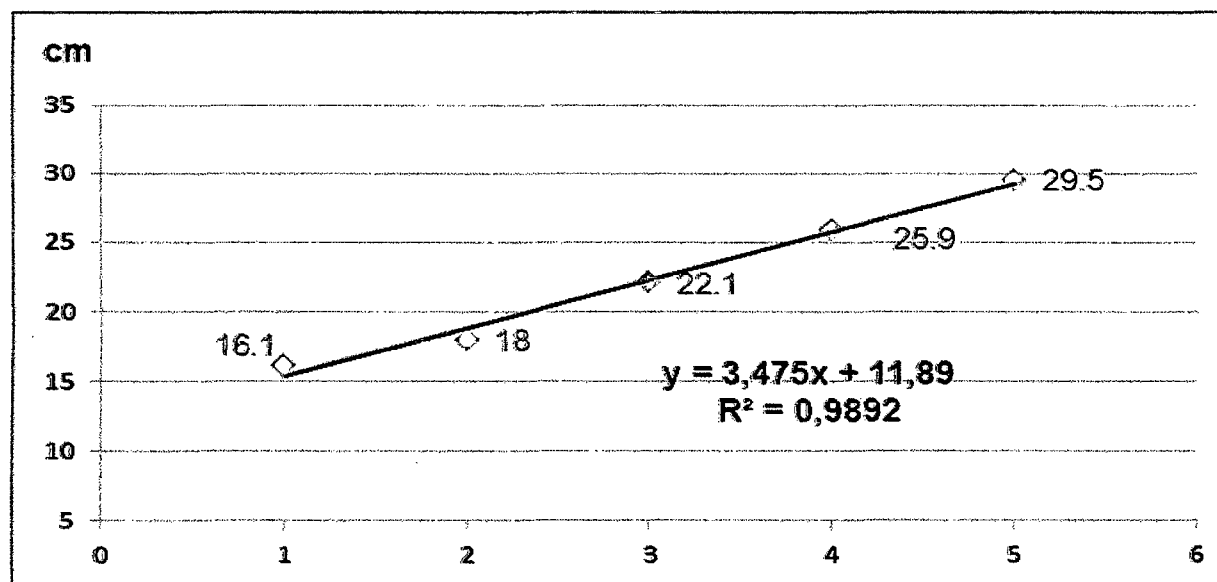


Gráfico N° 1: Diagrama de dispersión y línea de regresión para el efecto de las dosis de MCF en la altura de planta

5.2. Diámetro de la base del tallo

Cuadro N° 7: ANVA para el Diámetro de la base del tallo (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,018	3	0,006	0,938	0,452 N.S.
Tratamientos	2,234	4	0,559	88,828	0,000 **
Error experimental	0,075	12	0,006		
Total	2,327	19			

Promedio = 1.33

C.V. = 5.8%

R² = 96.8%

Cuadro N° 8: Prueba de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos en el diámetro de la base del tallo

Tratamientos	Descripción	Duncan (P<0.05)	
		Promedio (cm)	Interpretación
3	75 kg/ha MCF	1,7	a
4	100 kg/ha MCF	1,6	a
2	50 kg/ha MCF	1,3	b
1	25 kg/ha MCF	1,1	c
0	Testigo	0,8	d

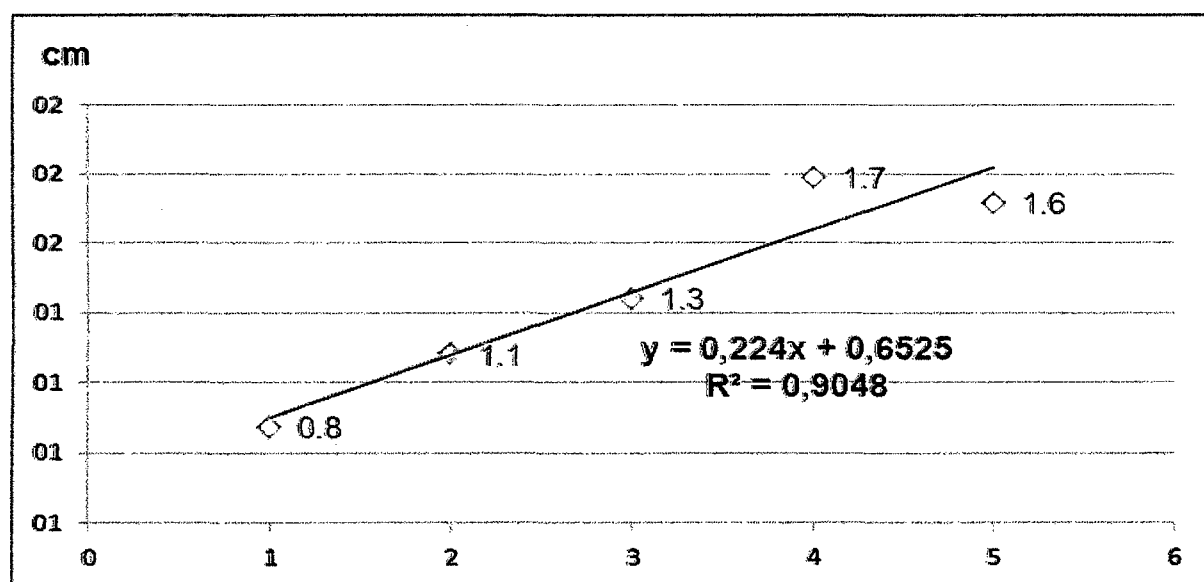


Gráfico N° 2: Diagrama de dispersión y línea de regresión para el efecto de las dosis de MCF en el diámetro de la base del tallo

5.3. Número de hojas por planta

Cuadro N° 9: ANVA para el Número de hojas por planta (datos transformados \sqrt{x})

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	0,005	3	0,002	1,279	0,326 N.S.
Tratamientos	7,698	4	1,924	1414,176	0,000 **
Error experimental	0,016	12	0,001		
Total	7,719	19			

Promedio = 4.64

C.V. = 0.7%

$R^2 = 99.8\%$

Cuadro N° 10: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de hojas por planta

Tratamientos	Descripción	Duncan ($P < 0.05$)	
		Promedio (N° hojas)	Interpretación
4	100 kg/ha MCF	28,9	a
3	75 kg/ha MCF	25,9	b
2	50 kg/ha MCF	24,1	c
1	25 kg/ha MCF	16,6	d
0	Testigo	14,1	e

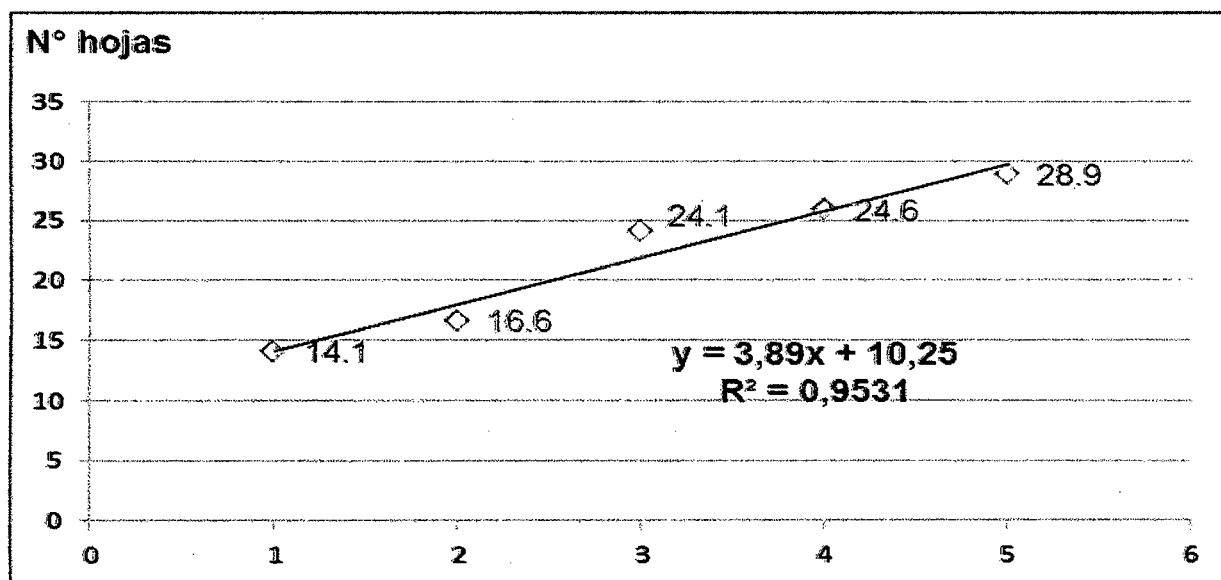


Gráfico N° 3: Diagrama de dispersión y línea de regresión para el efecto de las dosis de MCF en el número de hojas por planta.

5.4. Peso de la planta

Cuadro N° 11: ANVA para el Peso de la planta (g)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	1580,620	3	526,873	1,025	0,416 N.S.
Tratamientos	40165,822	4	10041,456	19,543	0,000 **
Error experimental	6165,630	12	513,803		
Total	47912,072	19			

Promedio = 155.02

C.V. = 14.6%

R² = 87.1%

Cuadro N° 12: Prueba de Duncan (P<0.05) para promedios de tratamientos en el peso de la planta

Tratamientos	Descripción	Duncan (P<0.05)	
		Promedio (g)	Interpretación
4	100 kg/ha MCF	208,2	a
3	75 kg/ha MCF	201,4	a
1	25 kg/ha MCF	139,6	b
2	50 kg/ha MCF	138,3	b
0	Testigo	87,6	c

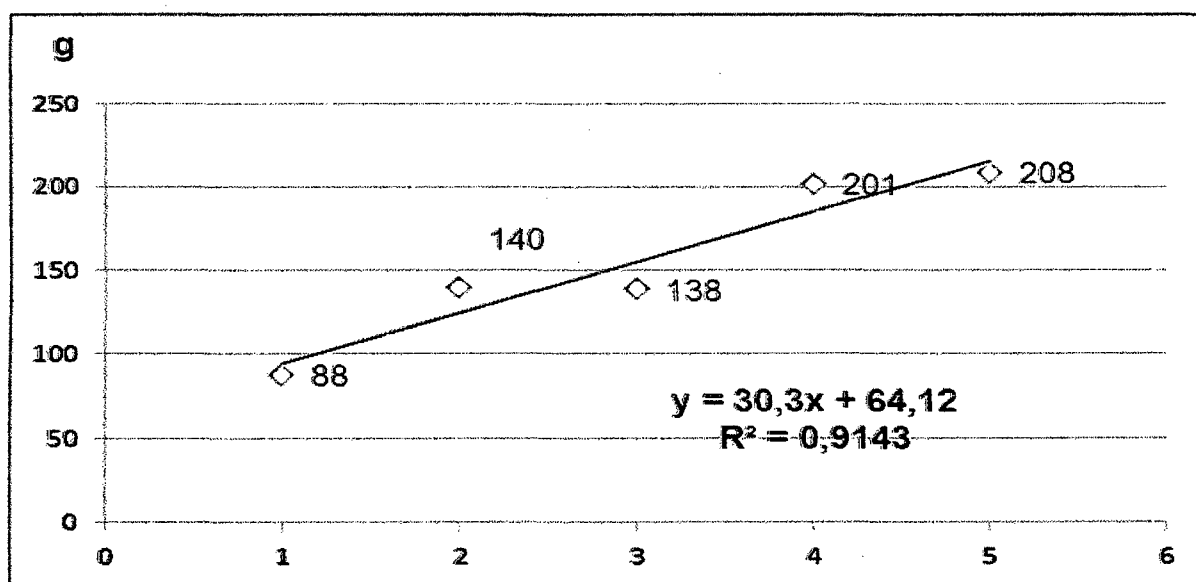


Gráfico N° 4: Diagrama de dispersión y línea de regresión para el efecto de las dosis de MCF en el peso de la planta

5.5. Rendimiento

Cuadro N° 13: ANVA para el Rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P-valor Sig.
Bloques	395155000,00	3	131718333.33	1,025	0,416 N.S.
Tratamientos	10041455500,00	4	2510363875.00	19,543	0,000 **
Error experimental	1541407500,00	12	128450625.00		
Total	11978018000,00	19			

Promedio = 77510.0

C.V. = 4.6%

$R^2 = 87.1\%$

Cuadro N° 14: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos en el rendimiento

Tratamientos	Descripción	Duncan ($P < 0.05$)	
		Promedio ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Interpretación
4	100 kg/ha MCF	104 100,0	a
3	75 kg/ha MCF	100 687,5	a
1	25 kg/ha MCF	69 812,5	b
2	50 kg/ha MCF	69 162,5	b
0	Testigo	43 787,5	c

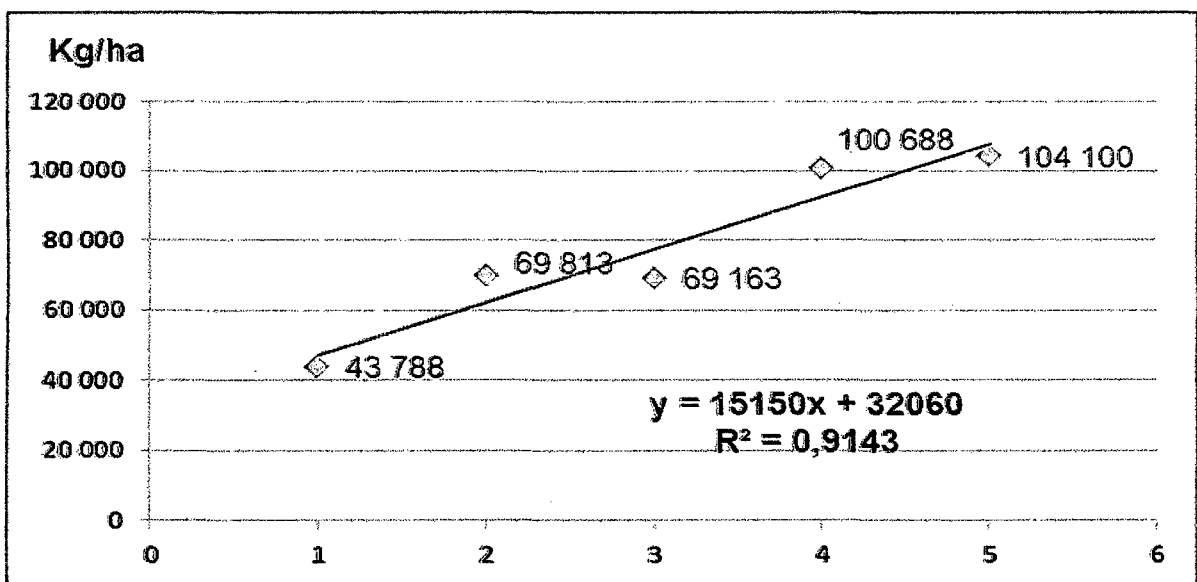


Gráfico N° 5: Diagrama de dispersión y línea de regresión para el efecto de las dosis de MCF en el rendimiento

5.6. Análisis económico

Cuadro N° 15: Rendimiento, costo de producción y Beneficio / costo por tratamiento

Trats	Rdto (kg.ha-1)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C	Rentabilidad (%)
T0 (Testigo)	43,787.50	7860.25	0.25	10946.88	3086.63	0.39	39.27
T1 (25 Kg/ha)	69,812.50	8456.25	0.25	17453.13	8996.88	1.06	106.39
T2 (50 Kg/ha)	69,162.50	8518.25	0.25	17290.63	8772.38	1.03	102.98
T3 (75 Kg/ha)	100,687.50	9223.75	0.25	25171.88	15948.13	1.73	172.90
T4 (100 Kg/ha)	104,100.00	9367.00	0.25	26025.00	16658.00	1.78	177.84

- El rendimiento Kilogramos por hectárea es el promedio del rendimiento de los datos tomados en campo.
- El precio de venta es el valor referencial del precio de venta en el mercado local.

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos (cuadro N° 5) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas, pues indicando que los bloques estuvieron homogéneos durante la evaluación de éste parámetro. El efecto de los tratamientos estudiados (dosis de fertilizante - micromate calcium fortified) sobre la altura de planta fue altamente explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) donde el factor evaluado influenció en un 99.4% del parámetro estudiado, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 2.3% se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo según Calzada (1982), donde se observa que hubo una precisión en la toma de datos y homogeneidad entre los tratamientos en evaluación.

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos (cuadro N° 4) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro N° 5), donde el T4 (100 kg.ha⁻¹ MCF) reportó el mayor promedio con 29.5 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T3 (75 kg.ha⁻¹ MCF), T2 (50 kg.ha⁻¹ MCF), T1 (25 kg.ha⁻¹ MCF) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 25.9 cm, 22.1 cm, 18.0 cm y 16.1 cm de altura de planta respectivamente. Se destaca que el incremento de las dosis de

micromate calcium fortified (variable independiente) ha generado una respuesta lineal de la altura de planta (variable dependiente) descrita por la ecuación $Y = 3.475 x + 11.89$ (gráfico N° 1) y una alta relación de correlación (r) de 99.5% ($\sqrt{R^2} = \sqrt{0.9892}$); es decir a mayor dosis de fertilizantes hubo mayor altura de planta en la lechuga.

Conociendo la composición química del Micromate Calcium Fortified conteniendo Calcio (10%), Magnesio (6%), Azufre (5%), Zinc (3%), Hierro (2%), Manganeso (1.5%), Boro (1%) y Cobre (0.3%). Los micronutrientes son esenciales en la nutrición de las plantas. La ausencia parcial o total de alguno de ellos provoca síntomas de deficiencia, ocasionando disminuciones de cosecha. Uno de los factores que ejercen mayor influencia sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos son la disponibilidad, la absorción y la distribución de nutrientes esenciales en la planta (López-Lefebre *et al.*, 2002). La literatura especializada señala que la absorción de nutrientes está estrechamente relacionada con la tasa de crecimiento de la planta (Marschner, 1995); en consecuencia, la dinámica de acumulación de elementos minerales en las diversas etapas fenológicas es una herramienta de gran utilidad para optimizar la nutrición del cultivo (Rengel, 2004). La extracción de nutrientes corresponde a la remoción que realizan los diferentes órganos de la planta durante su ciclo productivo y su conocimiento es un requisito básico para establecer los programas de fertilización. Por lo que se indica que los resultados obtenidos son corroborados por investigaciones realizadas por autores antes mencionados (López, Lefebre *et al.*, 2002; Marschner 1995 y Rengel 2004).

6.2. Del diámetro de la base del tallo

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos (cuadro N° 7) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas, por lo que se asume que el arreglo de los bloques no existe diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (dosis de fertilizante - micromate calcium fortified) sobre el diámetro de la base del tallo fue muy determinante expresado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 96.8%, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 5.8% se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo, indicando que existe precisión en toma de Datos (Calzada 1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos (cuadro N° 8) con los promedios ordenados de mayor a menor,, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro N° 5), donde los tratamientos T3 (75 kg.ha^{-1} MCF) y T4 (100 kg.ha^{-1} MCF) reportaron promedios estadísticamente iguales entre sí, con 1.7 cm y 1.6 cm de diámetro de la base del tallo, superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T2 (50 kg.ha^{-1} MCF), T1 (25 kg.ha^{-1} MCF) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 1.3 cm, 1.1 cm y 0.8 cm de diámetro de la base del tallo respectivamente. La evaluación de esta variable también acentúa que el incremento de las dosis de micromate calcium fortified (variable independiente) ha generado una respuesta lineal del diámetro de la base del tallo (variable dependiente), quiere decir que a mayor dosis de micromate

calcium fortified ha generado mayor diámetro de la base del tallo descrita por la ecuación $Y = 0.224 x + 0.6525$ (gráfico N° 2) y una alta relación de correlación (r) de 95.1% ($\sqrt{R^2} = \sqrt{0.9048}$).

6.3 Del número de hojas por planta

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos (cuadro N° 9) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (dosis de fertilizante - micromate calcium fortified) sobre el número de hojas por planta es muy determinante ya que el Coeficiente de Determinación (R^2) nos muestra un resultado de 99.8%, por otro lado, así mismo el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 0.7% indica que hubo precisión en la toma de datos para este parámetro evaluado, siendo el rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos (cuadro N° 8) con los promedios ordenados de mayor a menor,, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro N° 7), donde el tratamiento T4 ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF) reportó el mayor promedio con 28.9 hojas por planta, superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T3 ($75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF), T2 ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF), T1 ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 25.9 hojas, 24.1 hojas, 16.6 hojas y 14.1 hojas por planta respectivamente. La evaluación de esta variable también resalta que el incremento de las dosis de micromate calcium fortified

(variable independiente) ha generado una respuesta lineal del número de hojas por planta (variable dependiente), quiere decir una mayor dosis de micromate calcium fortified habrá mayor número de hojas por planta, descrita matemáticamente por la ecuación $Y = 3.89 x + 10.25$ (gráfico N° 3) y una alta relación de correlación (r) de 97.6% ($\sqrt{R^2} = \sqrt{0.9531}$).

Como sucede en todos los vegetales, el ritmo de crecimiento al estar regulado por reacciones metabólicas y a su vez ellas, catalizadas por diferentes enzimas, la temperatura juega un rol fundamental en determinar la velocidad, la tasa de incremento de materia fresca o seca, o cualquier otro parámetro que cuantifique el crecimiento. La lechuga como todas las especies tienen temperaturas cardinales en las cuales efectúa su crecimiento/desarrollo, siendo la T óptima 16 a 20 °C, la Tmínima 6 °C y la Tmáxima 27°C, todas ellas sujetas a pequeñas variaciones en función del tipo varietal considerado. También la intensidad luminosa juega un rol importante en el crecimiento y morfología de la planta. Con intensidades luminosas insuficientes, se observa un aumento de la proporción de la nervadura central, con respecto al mesófilo, la base de la hoja tiende a alargarse (Ryder, 1979).

La incorporación de Micromate Calcium Fortified (MCF) al suelo, incorporó micronutrientes fundamentales como el Zinc, el cual interviene como activador de algunas funciones importantes y participa en la formación de auxinas y hormonas del crecimiento, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de la planta. El Manganeso es un elemento que en las plantas se localiza en los órganos jóvenes, actúa sobre el funcionamiento de las oxidasas y sobre la

síntesis de algunos ácidos aminados, actúa como catalizador en procesos enzimáticos en la planta. Es un elemento fundamental en la formación de la clorofila, mejorando la capacidad fotosintética del cultivo y su capacidad de acumulación de energía interna. El hierro en el suelo puede encontrarse en forma ferrosa (asimilada fácilmente por la planta) o en forma férrica (poco soluble). En las plantas es un elemento esencial para la formación del pigmento clorofílico, se asimila en forma ferrosa (Fe^{2+}) y en forma orgánica. El hierro toma parte en los procesos respiratorios de la planta y contribuye a la formación de las proteínas. El Boro es un elemento que se acumula en los tejidos viejos de la planta y su traslado a los jóvenes se hace con dificultad, por ello los síntomas de carencia se manifiestan primeramente en brotes y hojas jóvenes. Tiene un importante papel en la circulación de azúcares (sacarosa principalmente) en forma de complejo azúcar-borato.

El Calcio, el cual regula la formación y el funcionamiento de las membranas celulares. En su ausencia, las membranas de las células jóvenes se desarrollan insuficientemente y pierden selectividad para la absorción iónica, plasmoliza el citoplasma celular y, al rebajar el potencial osmótico, reduce la transpiración proporcionando menor consumo de agua y, en consecuencia, aumentando la resistencia a la sequía. - Reduce o elimina la fitotoxicidad del boro, manganeso y otros elementos metálicos. - Interviene en la formación de enzimas que catalizan numerosas reacciones enzimáticas: ATP-asa, α -amilasa, fitasa, etc. El Mg, interviene en la formación de la clorofila y otros pigmentos (xantofilas, carotenos, etc.). Interviene en la movilización de los fosfatos favoreciendo la formación de ADP y ATP (procesos de fosforilación) y

el Azufre, forma parte constituyente de las proteínas (cistina, cisteína, metionina). Forma parte de las vitaminas (biotina), interviene en los mecanismos de óxido-reducción de las células. Las proteínas se ordenan en grandes cadenas moleculares, el azufre ayuda a la constitución de estas macromoléculas además de formar parte de los aminoácidos. Elementos fundamentales aportados por el Micromate Calcium Fortified y que al ser aplicadas en dosis crecientes desde 25 hasta 100 kg.ha⁻¹, estarían explicando sus efectos a través de los resultados obtenidos.

6.4. Del peso de la planta

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos (cuadro N° 11) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas, incicando la homogeneidad entre los bloques. El efecto de los tratamientos estudiados (dosis de fertilizante - micromate calcium fortified) sobre el peso de la planta fue muy determinante explicado por el Coeficiente de Determinación (R^2) con 87.1%, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 14.6% siendo más elevado que los parámetros anteriores, pero aun así se encuentra dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo, (Calzada 1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos (cuadro N° 12) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro N° 11), donde los tratamientos T4 (100 kg.ha⁻¹ MCF) y T3 (75 kg.ha⁻¹ MCF) reportaron

promedios estadísticamente iguales entre sí, con 208.2 g y 201.4 g de peso de la planta, superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T1 (25 kg.ha⁻¹ MCF), T2 (50 kg.ha⁻¹ MCF) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de 139.6 g, 138.3 g y 87.6 g de peso de la planta respectivamente. La evaluación de esta variable también resalta que el incremento de las dosis de micromate calcium fortified (variable independiente) ha generado una respuesta lineal del peso de la planta (variable dependiente), como los demás parámetros estudiados, en esta evaluación también nos muestra que a mayor dosis de micromate calcium fortified, también hay mayor peso de la planta, según como nos muestra la ecuación $Y = 30.3 x + 64.12$ (gráfico N° 4) y una alta relación de correlación (r) de 95.6 ($\sqrt{R^2} = \sqrt{0.9143}$).

El flujo de nutrimentos en el sistema suelo-planta está en función del ambiente, la planta, manejo, factores socioeconómicos, y está gobernado por una serie de complejas interacciones entre las raíces de las plantas, microorganismos, reacciones químicas y diferentes vías de movimiento. La cantidad de nutrimentos en la planta depende de los procesos que se llevan a cabo en el suelo, lo que implica que cuando la disponibilidad excede a la demanda, varios procesos actúan para evitar dicho exceso. Dichos procesos incluyen transformaciones por microorganismos tales como nitrificación, desnitrificación, inmovilización, fijación, precipitación, hidrólisis, así como procesos físicos tales como lixiviación y volatilización (Shaviv y Mikkelsen 1993).

El movimiento de nutrimentos en la planta depende de la capacidad de

absorción y de la demanda del nutrimento, de tal manera que este movimiento envuelve diferentes procesos metabólicos (Shaviv y Mikkelsen 1993) interconectados como son: la liberación del suelo a la solución del mismo, el transporte hacia las raíces para su absorción y la translocación y utilización dentro de la planta. El transporte de nutrimentos hacia la raíz, la absorción y translocación de los mismos ocurre simultáneamente; por esta razón, si se produce un cambio en uno de estos procesos se afectarán los demás. En otras palabras, si un proceso se vuelve lento, este será un factor limitante en la toma y translocación de nutrimentos en la planta.

En el sistema suelo, los nutrimentos llegan a la raíz de la planta por flujo de masas, difusión e interceptación radical. El flujo de masas es el transporte pasivo de nutrimentos hacia la raíz mediante el agua que la planta absorbe. La cantidad de nutrimentos que llegan a la raíz mediante este proceso, depende de la concentración de los mismos en la solución del suelo y de la proporción de agua que llega y circule en la raíz. El suministro de nutrimentos por flujo de masas es afectado por las propiedades del suelo, condiciones climáticas, forma y solubilidad de los nutrimentos y por la especie de planta. La cantidad de nutrimento en la solución del suelo cercana a la raíz, puede aumentar, mantenerse o disminuir dependiendo del balance entre la cantidad que se supe a la raíz por flujo de masas y la cantidad que se absorbe por la raíz (Barber 1995).

6.5 Del rendimiento

Se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) para tratamientos (cuadro N° 13) y donde por lo menos uno de los tratamientos evaluados fue diferente a los demás, así mismo, en la fuente de variabilidad Bloques no existió diferencias significativas. El efecto de los tratamientos estudiados (dosis de fertilizante - micromate calcium fortified) sobre el rendimiento fue muy determinante ya que el Coeficiente de Determinación (R^2) en 87.1%, por otro lado, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con 4.6% indicando la precisión en la toma de datos y estando dentro del rango de aceptación para investigaciones en campo definitivo, (Calzada 1982).

La prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos (cuadro N° 12) con los promedios ordenados de mayor a menor, corrobora el resultado del análisis de varianza (cuadro N° 14), donde los tratamientos T4 ($100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF) y T3 ($75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF) reportaron promedios estadísticamente iguales entre sí, con $104,100.0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $100,687.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente, superando estadísticamente a los promedios de los tratamientos T1 ($25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF), T2 ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ MCF) y T0 (testigo) quienes reportaron promedios de $69,812.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, $69,162.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y $43,787.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento respectivamente. La evaluación de esta variable también resalta que el incremento de las dosis de micromate calcium fortified (variable independiente) ha generado una respuesta lineal del rendimiento (variable dependiente) descrita por la ecuación $Y = 15150x + 32060$ (gráfico N° 5) y una alta relación de correlación (r) de 95.6 ($\sqrt{R^2} = \sqrt{0.9143}$), este dato nos explica que cuando mayor dosis de

micromate calcium fortified reflejará un mayor rendimiento en el cultivo de lechuga.

Scaife y Jones (1970), demostraron que el peso fresco de las plantas de lechuga al momento de cosecha está relacionado directamente con el peso de las semillas, ocurriendo que a mayor peso de la semilla se obtienen lechugas de mayor tamaño. Además, observando entre otros parámetros, el largo de la radícula 3 días después de la germinación, encontraron que es el parámetro más indicado para establecer el resultado potencial del cultivo, y en otro experimento posterior los mismos autores llegaron a la conclusión que semillas más pesadas tenían ventajas de mayor tasa de crecimiento inicial, pero esta diferencia inicial no se mantuvo al momento de cosecha.

Debido a que todo el ciclo comercial del cultivo se corresponde con desarrollo vegetativo, las curvas de extracción de nutrientes acompañan la curva de producción de materia seca de la planta, a lo largo del ciclo del cultivo. Premuzic *et al.*, (1995), encontraron que para el cultivar Maravilla de las 4 Estaciones, entre los 30 y 59 días desde la siembra (DDS), hubo un aumento gradual de la materia seca, tanto en raíces como en parte aérea, mientras que en los restantes días hasta la cosecha (66DDS), se registró un incremento de 500% respecto de la masa inicial, respondiendo en ambos casos a un modelo exponencial de crecimiento, expresado matemáticamente como: $y = e^{(a + bx)}$.

Los nutrimentos han sido caracterizados por tener alto, bajo o intermedio movimiento en el floema, lo cual ha sido determinado claramente por medio

del empleo de isótopos. Los elementos que son muy móviles en el floema desde las hojas son el nitrógeno, fósforo, potasio y en menor proporción el magnesio. Altas concentraciones de estos elementos se han encontrado en extractos del floema circulando por la planta; cuando la disponibilidad de estos elementos disminuye, las hojas más jóvenes retienen su circulación a expensas de las hojas más viejas, produciendo con ello una disminución en concentración y la aparición de las deficiencias en las hojas viejas (Maschner 1995). Elementos como el calcio, boro, manganeso y hierro, son prácticamente inmóviles en el floema desde las hojas. Cuando el suministro desde la raíz de estos elementos disminuye, su contenido disminuye en las hojas jóvenes, mientras que en las hojas viejas e incluso las senescentes, la concentración se mantiene alta. La poca movilidad del calcio y del boro en el floema se atribuye a la poca concentración de estos elementos en los jugos del floema, la aparición de la deficiencia de calcio y boro en las hojas jóvenes, es independiente del contenido total en la planta y generalmente se produce tan pronto como el suministro externo es inadecuado (Haynes y Robbins 1947). Este fenómeno ha sido demostrado por Oertli (1993), quien al transferir plantas de tomate de una solución de alta concentración de boro a otra sin boro, las plantas desarrollaron los síntomas de deficiencia en las hojas jóvenes, mientras que las hojas viejas mantuvieron su concentración y apreciables cantidades de boro se perdieron por efecto de la gutación (Kohl y Oertli 1961; Nable *et al.*, 1990). Brown y Hu (1993) y Hu y Brown (1994), indican que el boro retenido en las células de las plantas está confinado y fuertemente unido a compuestos pécticos de la pared celular. En contraste con la inmovilidad del boro en el floema en la mayoría de las especies, existen

otras del género *Malus*, *Prunus* y *Pyrus*, en donde el boro es móvil en el floema (Hanson 1991a, 1991b), Brown y Hu (1996) indican que la movilidad del boro en esas especies está relacionada con la presencia del sorbitol que es el principal fotosintato que es translocado, y el boro forma complejos con ese compuesto.

El manganeso tiene una movilidad en el floema similar a la del calcio y además, se ha reportado que aplicaciones foliares con este micronutriente son efectivas por poco tiempo (Gettier *et al.*, 1985). Aun cuando no se tienen pruebas contundentes sobre la movilidad del hierro, la rápida aparición de su deficiencia en hojas jóvenes de plantas creciendo en sustratos bajos en hierro, sugieren que el hierro es poco móvil en el floema. Otros elementos como el azufre, cobre y zinc, tienen una movilidad variable en el floema desde las hojas y Hill (1980) indica que la retención y movimiento de estos elementos está relacionada con el movimiento del nitrógeno. Finalmente el movimiento vía floema desde las hojas de elementos como molibdeno, cobalto y níquel ha recibido poco estudio por lo que es poco confiable colocarlos a ellos en cualquiera de los tres grupos anteriormente comentados. Sin embargo, Gupta y Lipsett (1981) reportan que aplicaciones foliares de molibdeno han permitido corregir deficiencia en varias especies y que en maní incluso aumentó la concentración en las semillas, indicando con ello que el molibdeno tiene una alta movilidad en el floema desde las hojas.

Sin embargo, es importante destacar también que la aplicación de materia orgánica (gallinaza) en todos los tratamientos ha desempeñado un papel

importante en el efecto de la aplicación de micronutrientes. Siendo conocido su efecto tampón y el mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo y por ende favoreciendo la actividad y desarrollo de los microorganismos. Estas bondades son descritas por muchos autores como Abad (1993) señala que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos; por su parte, Kononova (1967) señala el efecto estimulante de los ácido húmicos y los fulvoácidos en la formación de raíces al acelerar la diferenciación del punto de crecimiento. Warman (1998) encontró que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en P y K, mientras que los suelos fertilizados con compost tienen un mayor contenido de C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn. También se ha evaluado el efecto de la materia orgánica o de productos derivados de ésta, sobre el crecimiento de la planta o la producción de los cultivos. Buniselli *et al.*, (1990) encontraron un aumento del peso y altura de la planta, longitud de la mazorca y rendimiento de grano en maíz, cuando aplicaron 100, 300 y 900 kg/ha de residuos sólidos urbanos (RSU) compostados, junto con aplicaciones complementarias de NPK. De la misma manera, Climent *et al.*, (1990), al añadir 18 y 36 t/ha de RSU compostado y con una relación C/N, corregida con la aplicación de fertilizante nitrogenado mineral, lograron incrementar el rendimiento de papa en un 25% con relación al control.

Resultados similares, pero en el cultivo de cebolla china, fueron obtenidos por Pelaez y Lozano (2014) en la Provincia de Lamas, quienes con la aplicación de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calcium Fortified (T4) se obtuvieron los

mayores promedios en rendimiento con 48,862.50 kg.ha⁻¹, peso total de la planta con 97.73 g, diámetro del cuello de la planta con 1.20 cm y, altura de planta con 39.1 cm.

Huancaruna (2013), en su trabajo de tesis de pregrado titulado Evaluación de dosis de micronutrientes en el cultivo de pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB, en la provincia de Lamas, determinó que con una aplicación de 100 kg.ha⁻¹ reportó los mayores promedios con 104.983,1 kg.ha⁻¹ de rendimiento, 470,1 g de peso del fruto, 45,6 cm de longitud del fruto, 6,3 cm de diámetro del fruto, 13,4 frutos cosechados por planta, 48,5 flores por planta y 178,3 cm de altura de planta superando estadísticamente a los promedios de los demás tratamientos y que la evaluación y resultados de las variables describieron líneas de regresión lineal positiva en función de las aplicaciones de dosis progresivas de micronutrientes desde 25 a 100 kg.ha⁻¹.

6.6. Del análisis económico

Considerando los costos de producción y rendimiento en Kg.ha⁻¹ se elaboró el cuadro resumen del análisis económico por tratamiento (cuadro 13).

Los cálculos se realizaron tomando en consideración un costo de S/. 0.25 nuevos soles por kilogramo de lechuga, siendo este precio el que gobierna el mercado local en base a la ley de la oferta y la demanda. Siendo el tratamiento T4 (100 kg.ha⁻¹) el que alcanzó el mayor valor B/C con 1.78 y el mayor beneficio neto con S/. 16,658.00 nuevos soles por hectárea, seguido de los tratamientos T3 (75 kg.ha⁻¹), T1 (25 kg.ha⁻¹), T2 (50 kg.ha⁻¹) y T0 (testigo)

quienes alcanzaron valores B/C de 1.73; 1,06; 1.03 y 0.39 y beneficios netos de S/. 15,948.13; S/. 17,463.13; S/. 17,290.63 y S/. 10946.88 nuevos soles respectivamente. Es importante destacar que la región se practica normalmente la pequeña agricultura, siendo aproximadamente que un 90% son pequeños agricultores y específicamente los agricultores olerícolas establecen no más de 1/8 de hectárea por campaña, por lo que los cálculos del análisis económico por tratamiento podrían no ser muy confiables debido a la ley de la oferta y la demanda, el precio podría bajar aún más puesto que el mercado local fácilmente podría se saturado con la producción obtenida por hectárea.

VII. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

- 7.1. Con la aplicación de los tratamientos T4 (100 kg.ha⁻¹ MCF) y T3 (75 kg.ha⁻¹ MCF) se obtuvieron los mejores rendimientos con 2104,100.0 kg.ha⁻¹ y 100,687.5 kg.ha⁻¹ respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí.
- 7.2. Con la aplicación de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calciumm Fortified (T4) se obtuvieron las mejores características agronómicas en altura de planta (29.5 cm), número de hojas por planta (28.9 hojas) y peso de la planta (208.2 g).
- 7.3. Con la aplicación de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calciumm Fortified (T4) se alcanzó el mayor valor B/C con 1.78 y el mayor beneficio neto con S/. 16,658.00 nuevos soles por hectárea.
- 7.4. Con las aplicaciones crecientes de Micromate Calciumm Fortified (variable independiente) desde 25 a 100 kg.ha⁻¹ y en relación al tratamiento T0 (testigo), describieron respuestas lineales positivas y relaciones de correlación altas (sobre el 90%) sobre la altura de planta, diámetro de la base del tallo, número de hojas por planta, peso de la planta y rendimiento (variables dependientes)

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. La aplicación al suelo de 100 kg.ha^{-1} de Micromate Calciumm Fortified en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Greak Lakes 659, para las condiciones agroecológicas de la zona en estudio.

- 8.2. Evaluar en investigaciones posteriores y en condiciones edáficas distintas en efecto de la aplicación de Micromate Calciumm Fortified.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abad, M., 1993. *Características y propiedades*. En: Cultivos sin suelo curso superior de especialización. Editor F. Canovas Martínez & J. Díaz Álvarez. FIAPA. Almería, pp. 47-62.
2. AGUIRRE Y. 1994. Fertilización Química y Orgánica en Lechuga. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 20:111-122.
3. AÑEZ y TAVIRA, 1981. Revista de la facultad de Agronomía, Mérida, Venezuela 120 Pág.
4. ALDABE, L. 2000. Producción de hortalizas en Uruguay. Epsilon. Montevideo, Uruguay. 269 Pág.
5. Angulo, M. C. M. 2008. Producción de Lechuga. www.monografias.com/.../producción-lechuga/produccion-lechuga2.shtml
6. Bianco, V. 1990. Lattuga (*Lactuca sativa* L.). En: Orticoltura. Ed.: Patron, Bologna, Italia. 270-319.
7. Brown P.H., Hu H. 1993. Boron uptake in sunflower, squash and cultured tobacco cells—studies with stable isotope and ICP-MS. In 'Plant Nutrition—from Genetic Engineering to Field Practice' (Ed. N.J. Barrow) pp. 161-164. (Developments in Plant and Soil Sciences 54. Kluwer

Academic Publishers).

8. Businelli, M., Gigliotti, G. y Giusquiani, P. L., 1990. Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e destino dei nutrienti e dei metalli pesanti nel terreno. *Agrochimica* 35 (1-2-3), 13-25.
9. Climent, M. D., Aragón, P., Abad, M. y Roselló, M. V., 1990. Utilización del compost de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en agricultura. *Actas 1er. Congreso Internacional de Química de la ANQUE* 1, 171-180. Tenerife.
10. Calzada Benza, J. *Métodos estadísticos para la investigación*, 3era. edi, lima (Peru), jurida S.A, 1982, Pag.643
11. Dirección de Agricultura. 2002. "Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa*)". Ministerio de Asuntos campesinos y Agropecuarios "MACA" – Colombia Pág 120
12. Elano F y Otros 1997. Control of Black Sigatoka Disease (*Mycosphaerella fijiensis*) Using effective Microorganisms. Tesis de post grado. Escuela de Agricultura de la región Tropical Humeda (Earth University). Las Mercedes, Guacimo, Costa Rica. Pág. 36,37.
13. Farmagro. 2011. Humifarm). Los Olivos. Lima. Perú.
14. Gettier S.W., Martens D.C., Brumback Jr. T.B. 1985. Timing of foliar manganese application for correction of manganese deficiency in

soybean. *Agron. J.* 77:627-630.

15. Gupta U.C., Lipsett J. 1981. Molybdenum in soils, plants and animals. *Adv. Agron.* 34:73-115.
16. Hanson E.J. 1991a. Movement of boron out of tree fruit leaves. *HortScience* 26:271-273.
17. Hanson E.J. 1991b. Sour cherry trees respond to foliar boron applications. *HortScience* 26:1142-1145.
18. Haynes J.L., Robins W.R. 1947. Calcium and boron as essential factors in the root environment. *J. Amer. Soc. Agron.* 40:795-803.
19. Hill J. 1980. The remobilization of nutrients from leaves. *J. Plant Nutr.* 2:407-444.
20. Holdridge, R. L. 1987. *Ecología Basada en zonas de Vida*". Servicio Editorial. IICA San José – Costa Rica. 107 p.
21. Huancaruna M. A. 2013. Evaluación de dosis de micronutrientes en el cultivo de pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB, en la provincia de Lamas. Tesis de pregrado. UNSM-T. FCA. 62 p.
22. Hu H., Brown P.H. 1996. Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectins. *Plant Physiol.* 105:681-689.

23. <http://fichas.infohortalizas.com/hortalizas-verduras/lechugas-lechuga-iceberg-lechuga-romana.htm>.
24. INFOAGRO, ES. 2002. El cultivo de la lechuga (en línea). España. Consultado 17 mar. 2002. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
25. Krarup, C. Y Spurr, A. 1981. Características y funcionamiento estomático de lechugas (*Lactuca sativa* var. *Capitata*) en pre y postcosecha. *Investigación Agrícola*. 7 (2): 29- 36.
26. Kohl H.C., Oertli J.J. 1961. Distribution of boron in leaves. *Plant Physiol*. 36:420-424.
27. Kononova, M. M., 1967. Soil organic matter, its nature, its role in soil formation and in soil fertility. 2da edición. Pergamon Press. Oxford. 544 pp.
28. López-Lefebvre, L., R. Rivero, P. García, E. Sánchez, J. Ruiz y L. Romero. 2002. Boron effect on mineral nutrients of tobacco. *J. Plant Nutrition* 25 (3): 509-522.
29. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press, New York.
30. MAROTO, J., GARCÍA, A., BAIXAULLI, S. 2000. *La lechuga y la escarola*. Valencia; Caja Rural de Valencia. Fundación Ediciones Mundi-Prensa. España. 242pag.

31. Nable R.O., Paull J.G., Cartwright B. 1990. Problems associated with the use of foliar analysis for diagnosing boron toxicity in barley. *Plant Soil* 128:225-232.
32. Oertli J.J. 1993. The mobility of boron in plants. *Plant Soil* 155/56:301-304.
33. Pelaez J. y Lozano V. 2014. Efecto de cuatro dosis de fertilizante granulado a base de micro elementos, en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) var. roja chiclayana, bajo condiciones agroecológicas en la provincia de Lamas. Tesis de pregrado UNSM-T. FCA. 52 p.
34. Peñafel B. y Danoso M. 2004. Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435". Tesis de Post Grado. Ingeniería agropecuaria Universidad de Guayaquil. Pág. 3 al 16.
35. Premuzic, Z.; De los Ríos, A.; Clozza, M.; Miniño, H.; Vilella, F.; Yorio, A.F.de. 1995. Absorción y distribución de macronutrientes en lechuga. *Horticultura Argentina* 14(37): 68-73.
36. Quero, G. E. 2008. "Silicio en la Producción Agrícola" Instituto Tecnológico Superior de Uruap – Brasilia.
37. Rengel, M. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz en Venezuela. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Quito *Informaciones Agronómicas* No. 53: 5-8.

38. Ryder, E. 1979. Leafy salad vegetables, 13-93.AVI Publi, Connecticut, EE.UU., -Scaife, M. and Jones, D. 1970 Effect of seed weight on lettuce growth. J Hortic. Sci(45): 299-302.
39. Sánchez. E, J. A. 2009. "Manual de manejo y fertilización de suelos cafetaleros en Satipo – Perú", Pág. 26 y 27.
40. Universidad Nacional Agraria "La Molina". 2000. Paquete Tecnológico de las lechugas, empleando las variedades Grand Rapids y Great Lakes 659.
41. Mallar, A. 1978. La lechuga. 1 ed. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, S.A. 1, 5, 10, 18-19 p.
42. Warman. P. R. 1998. Results of the long-term vegetable crops production trials: conventional vs compst-amended soiles. Acta Horticulturae. 469. Pag.
43. www.stoller.pe Página 1 de 3
44. ZINK F, YAMAGUCHI M., 1962. Studies on the growth rate and nutrient absorption of head lettuce. Journal of Agricultural Science 32(11) 471-500.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se desarrolló en el área de cultivos en el fundo "EL PACÍFICO", ubicado en la provincia de Lamas región San Martín – Perú. Se tuvo como objetivo, determinar y evaluar los caracteres vegetativos y de rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) variedad Great Lackes 659, influenciado por fertilizante Granulado a Base de micro elementos; bajo condiciones agroecológicas en la Provincia de Lamas. Se utilizó 5 tratamientos con la variedad Great Lackes 659, de los cuales, Con la aplicación de los tratamientos T4 (100 kg.ha⁻¹ MCF) y T3 (75 kg.ha⁻¹ MCF) se obtuvieron los mejores rendimientos con 2104,100.0 kg.ha⁻¹ y 100,687.5 kg.ha⁻¹ respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí. Con la aplicación de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calciumm Fortified (T4) se obtuvieron las mejores características agronómicas en altura de planta (29.5 cm), número de hojas por planta (28.9 hojas) y peso de la planta (208.2 g). Con la aplicación de 100 kg.ha⁻¹ de Micromate Calciumm Fortified (T4) se alcanzó el mayor valor B/C. Con las aplicaciones crecientes de Micromate Calciumm Fortified (variable independiente) desde 25 a 100 kg.ha⁻¹ y en relación al tratamiento T0 (testigo), describieron respuestas lineales positivas y relaciones de correlación altas (sobre el 90%) sobre la altura de planta, diámetro de la base del tallo, número de hojas por planta, peso de la planta y rendimiento (variables dependientes).

Palabras clave: Micromate Calciumm Fortified, aplicaciones, aplicaciones, Great Lackes 659, rendimiento.

SUMMARY

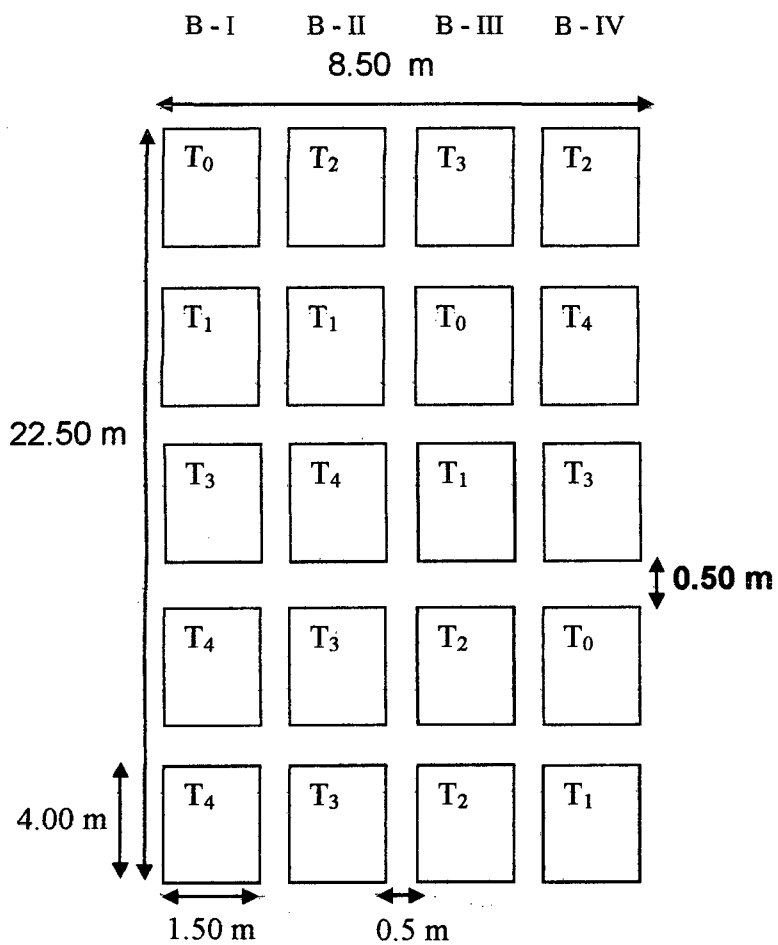
This research was developed in the area of crops on the farm "PACIFIC", located in the province of San Martín Lamas region - Peru. It was aimed to determine and evaluate the vegetative characteristics and crop yield of lettuce (*Lactuca sativa*) Lackes 659 Great variety, influenced by Granular fertilizer based on microelements; under agro-ecological conditions in the Province of Lamas. 5 treatments with Great variety Lackes 659, of which, with the application of T4 (100 kg ha⁻¹ MCF) and T3 (75 kg ha⁻¹ MCF) treatments the best yields were obtained with 2104 was used, 100.0 kg ha⁻¹ and 100,687.5 kg ha⁻¹ respectively, being statistically equal. With the application of 100 kg ha⁻¹ Micromate Calciumm Fortified (T4) were the best agronomic traits in plant height (29.5 cm), number of leaves per plant (28.9 sheets) and plant weight (208.2 g) . With the application of 100 kg ha⁻¹ Micromate Calciumm Fortified (T4) the highest value B / C was reached. With increasing applications Micromate Calciumm Fortified (independent variable) from 25 to 100 kg ha⁻¹ and in relation to treatment T0 (control), they described positive linear responses and relationships high correlation (over 90%) over height plant, diameter of the stem, number of leaves per plant, plant weight and yield (dependent variables).

Keywords: Fortified Calciumm Micromate, applications, applications, Great Lackes 659 performance.

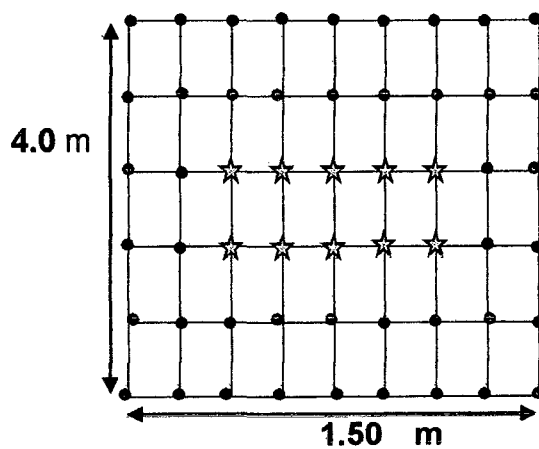
ANEXOS

Anexo 1: Datos de campo

Croquis de campo experimental Figura 1



Detalle de la unidad experimental Figura 2



Anexo 2: Costos de producción por tratamiento

T0 (Testigo)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				2100.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	20	600.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				1570.00
Gallinaza	Kg.	2.5	600	1500.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Micromate Calciumm Fortified	Kg.	3	0	0.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	43.7875	875.75
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3900.00
Gastos Administrativos (10%)				390.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				3570.75
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				7860.75

T1 (25 Kg/ha de MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				2100.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	20	600.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				1645.00
Gallinaza	Sacos	2.5	600	1500.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Micromate Calciumm Fortified	Kg.	3	25	75.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	69.8125	1396.25
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3900.00
Gastos Administrativos (10%)				390.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4166.25
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8456.25

T2 (50 Kg/ha de MCF)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				2100.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	20	600.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				1720.00
Gallinaza	Kg.	2.5	600	1500.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Micromate Calciumm Fortified	Kg.	3	50	150.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	69.1625	1383.25
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3900.00
Gastos Administrativos (10%)				390.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4228.25
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				8518.25

T3 (75 Kg/ha de MCF)

Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				2100.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	20	600.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				1795.00
Gallinaza	Kg.	2.5	600	1500.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Micromate Calciumm Fortified	Kg.	3	75	225.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	100.6875	2013.75
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3900.00
Gastos Administrativos (10%)				390.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4933.75
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				9223.75

T4 (100 Kg/ha MCF)

Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				1800.00
Limpieza de campo	Jornal	30	10	300.00
Removido del suelo	Jornal	30	20	600.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				2100.00
Siembra	Jornal	30	10	300.00
Deshierbo	Jornal	30	10	300.00
Riego	Jornal	30	10	300.00
Aporque	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	20	600.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				1870.00
Gallinaza	Sacos	2.5	600	1500.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Micromate Calciumm Fortified	Kg.	3	100	300.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	104.1000	2082.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3900.00
Gastos Administrativos (10%)				390.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				5077.00
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				9367.00

Anexo 3: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN - SUELOS

SOLICITANTE: JORGE LUIS PELAEZ RIVERA

FECHA DE MUESTREO: 08/03/2014

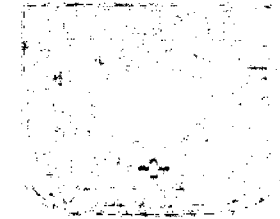
TESISTA: JOSE ESTALIN JIMENEZ SANTOS

FECHA DE REPORTE: 08/03/2014

PROVINCIA: LAMAS

TESIS

SECTOR: FUNDO PACÍFICO



N° M	Análisis Físico				pH	C.E. (µS)	% M.O.	Elementos Disponibles			CIC	Análisis Químico meq/100g					
	Textura			Clase Textural				% N	P (ppm)	K (ppm)		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Al	Al+H
	% Are	% Arc	% Lim														
	53.6	35.2	11.2	Franco arcillo arenoso	6.12	215.2	2.13	0.232	63.22	235.2	17.56	14.30	1.75	0.9100	0.602	0.00	0.00

pH	C.E. (µS)	% M.O.	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Al	Al + H
6.12	215.23	2.18	0.232	63.22	235.2	14.30	1.75	0.9100	0.00	0.000
Moderadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo	Normal		

DETERMINACIONES	METODOLOGÍAS
TEXTURA :	MÉTODO DEL HIDRÓMETRO BOUYOUCCOS
pH :	POTENCIÓMETRO SUSPENSIÓN SUELO - AGUA 1 : 2.5
FÓSFORO :	OLSEN MODIFICADO EXTRACCIÓN NaHCO ₃ 0.5M; pH 8.5 FOTÓMETRO
POTASIO, CALCIO, MAGNESIO Y SODIO:	EXTRACCIÓN CON Acetato de Amonio 1N ABSORCIÓN ATÓMICA
MATERIA ORGÁNICA :	WALKLEY Y BLACK
NOTA: El Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de la Facultad de Ciencias Agrarias no es responsable de la toma de muestras en éstos análisis.	