

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



**Evaluación de Algaenzims^{MR}, Algaroot^{MR}, Turboenzims^{MR}, Quitaflor y Mayor
en el Cultivo de Papa Solanum tuberosum L. Variedad Norteña**

Por

ROMEO ALFONSO GUILLEN COUTIÑO

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Evaluación de Algaenzims^{MR}, Algaroot^{MR}, Turboenzims^{MR}, Quitaflor y Mayor en el Cultivo de Papa Solanum tuberosum L. Variedad Norteña

TESIS

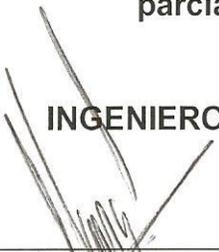
Presentada por

ROMEO ALFONSO GUILLEN COUTIÑO

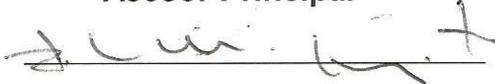
Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

APROBADA


M.C. Alberto Sandoval Rangel
Asesor Principal


Dr. Víctor Manuel Zamora Villa
Sinodal


Dr. Víctor Manuel Parga Torres
Sinodal Externo


M.C. Juan Antonio Villarreal Sánchez
Sinodal Externo


M.C. José Omar Cárdenas Palomo
Sinodal Externo


Ing. Benito Canales López
Sinodal Externo

Coordinador de la División de Agronomía


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Coordinación

Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2011

DEDICATORIA

*A ti madre: **Ofelia Coutiño Saldaña**. Por darme la vida, cariño y amor, con tu paciencia y cuidado que en los momentos difíciles siempre encontramos una sonrisa y salimos adelante, tu siempre me apoyaste en mi decisión de estudiar, gracias por tus oraciones, por darme tu bendición siempre que de tu lado partía que fueron momentos difíciles para mí pero que hoy tienen su recompensa. Te amo mamá.*

*A ti padre: **Romeo Guillen Vásquez (+)**. Que aunque ya no estés con nosotros físicamente yo se que te llena de orgullo saber que esta meta se ha cumplido. Por tus sabios consejos que me diste un día, por hacer de mí un hombre de bien y enseñarme el camino correcto para lograr el éxito.*

*A mis hermanos: **Marcelo, María Leticia, Irene, Anselmo, Sandra, Roylan y Julieta**. Por brindarme su apoyo incondicionalmente siempre que lo necesito, por darme la confianza de seguir adelante con mi sueño, que hoy he cumplido con satisfacción, gracias por el amor y cariño, los llevo a todos en mi mente y mi corazón.*

*A mis sobrinos: **Erika del Rubí, Marco Antonio, Carlos Ignacio, Hannia Estefani, Jesús Alejandro, Brian, Juan José, José Eduardo, Rocío Guadalupe, Amauri de Jesús, Diego Fernando, Kevin Gudiel y Jesús Antonio**. Por la armonía familiar que forman en sus hogares, el cariño y ánimo que siempre me dan aún no estando con ustedes, pues son parte esencial de mi vida, los quiero mucho.*

*A mis cuñados: **Ignacio, Jorge Luis, Juan Antonio, Gudiel, Marien, Glenda y Lucina del Carmen.** Por sus consejos y la buena convivencia que gracias a Dios siempre tenemos, con las bromas y sobre todo la generosa amistad que siempre me brindan.*

A mis tíos y padrinos: Para todos ellos que me dieron su apoyo incondicional, pues siempre me colmaron de grandes cosas como la del respeto hacia las demás personas.

*A mis primos: **Ciro Enrrique, Leonel de Jesús, Jorge Luis y Segundo Bertalí.** Por compartir sus experiencias conmigo y tener esa gran amistad que hace que nuestra vida tenga grandes momentos, en los cuales marcamos historia; a todos los admiro y respeto.*

*A mis abuelos: **Jesús (+), Josefina (+), Gordiana (+) y Belisario (+).** Porque ellos siempre enseñaron las buenas acciones en la familia y sé que hasta donde ellos estén les da satisfacción el que haya terminado mi carrera.*

*A mis amigos: **Guillermo, Mario Antonio, Eder, Roel de Jesús, Limberg, Raúl, Nahúm, Elmer, Alexander P., Alexander S., Mariano, Pedro, Luis, Eray, Alonso, Jesús Alejandro y Wilber.** Gracias a todos ellos por los buenos momentos de convivencia y apoyarme en las buenas y en las malas, y aunque no todos estuvieron en la universidad conmigo siempre me llenaron de alegría y buenos consejos que fueron de provecho para mí.*

Señor proteje a toda mi familia y mis amistades en donde quiera que estén...Gracias!!

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por darme la capacidad, sabiduría y paciencia para terminar mis estudios, gracias por darme la mano cuando más lo necesito y proveerme de salud y mentalidad en este largo caminar, hoy por ti he terminado otra etapa importante de mi vida; Gracias Dios.

A Mí Alma Mater: Gracias por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de tener el privilegio de ser otro aprendiz más que hizo historia en tu regazo.

Al M.C. José Omar Cárdenas Palomo: Por su generosidad, su incondicional apoyo y la gran confianza que me demostró en todo este trabajo, porque en él encontré una gran enseñanza, un excelente amigo, gracias por todo.

Al Dr. Víctor Manuel Zamora Villa: Por su valioso apoyo en la realización estadística de este trabajo, así como también sus aportaciones e ideas que fueron de gran importancia.

Al Ing. Benito Canales López: Por darme la oportunidad de trabajar en coordinación con su empresa y darme el apoyo necesario para realizar este trabajo, también por transmitirme un poco de su gran conocimiento.

Al M.C. Alberto Sandoval Rangel: Por ser un excelente asesor, con sus ideas, consejos y sobre todo su gran disposición para realizar este trabajo, demostrando lo que es; una gran persona.

Al T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmíquel: Por todo el sustento que me dio al realizar este trabajo en laboratorio, por la paciencia, comprensión y su gran sabiduría, ya que fue de gran soporte para mí en este arduo trabajo.

Al Dr. Emilio Rascón Alvarado: Por brindarme su sincero apoyo fuera y dentro del laboratorio de suelos y darme esa confianza para poder entrar y salir al laboratorio la hora que mi trabajo lo permitiera.

Al Dr. Víctor Manuel Parga Torres: Por su gran apoyo y disposición para el logro de este trabajo, con sus aportes de su gran conocimiento en el cultivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO GENERAL	4
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia de las Algas Marinas	5
Extractos de Algas Marinas	6
Efectos de las Algas Marinas en la Agricultura	8
Efecto de las Algas Marinas en el Suelo	13
Generalidades del Cultivo de Papa.....	15
MATERIALES Y METODOS	18
Descripción de los Tratamientos	18
Descripción de Actividades	19
Fecha y Densidad de Siembra	20
Variables Evaluadas	20
En campo	20
En laboratorio	21
Análisis Estadístico	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
Número de Tallos (Primera medición).....	26
Número de Tallos (Segunda medición)	27
Altura de Plantas (Segunda medición).....	28
Diámetro de Tallo (Segunda medición).....	29
Altura de Plantas (Tercera medición).....	30
Diámetro de Tallo (Tercera medición).....	31
Rendimiento Comercial por Calidad.....	32
Rendimiento total.....	36
pH y Conductividad Eléctrica de suelos	37
CONCLUSIONES	42
LITERATURA CITADA	44
APÉNDICE	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
1	Descripción de los tratamientos del experimento.....	19
2	Rendimiento por hectarea para cada tratamiento.....	41
3	Comparación del T2 contra el T1 (testigo).....	51
4	Comparación del T3 contra el T1 (testigo).....	51
5	Comparación del T4 contra el T1 (testigo).....	52
6	Comparación del T5 contra el T1 (testigo).....	52
7	Comparación del T6 contra el T1 (testigo).....	53
8	Comparación del T7 contra el T1 (testigo).....	53
9	Valores porcentuales de las medias del análisis de minerales realizados en el tubérculo.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Plantas de papa después de la aplicación de los extractos de Algas Marinas.....	15
2	Medias de tallos medidos por metro lineal.....	27
3	Medias de tallos por metro lineal.....	28
4	Medias de altura de plantas medidas en un metro lineal.....	29
5	Medias de diámetro de tallo por metro lineal.....	30
6	Medias de altura de plantas medidas en un metro lineal.....	31
7	Medias de diámetro de tallo por metro lineal.....	32
8	Comparación de peso en categoría de extras entre los tratamientos.....	33
9	Comparación de peso en categoría de primeras entre los tratamientos.....	34
10	Comparación de pesos en categoría de segundas entre los tratamientos.....	35

11	Comparación de pesos en categoría de terceras entre los tratamientos.....	36
12	Pesos totales de los tratamientos sin importar categoría.....	37
13	Valores de pH, en estrato de 0.0 a 0.15 m de profundidad de suelo.....	38
14	Valores de pH, en estrato de 0.15 a 0.30 m de profundidad de suelo.....	39
15	Conductividad Eléctrica en estrato de 0.0 a 0.15 m de profundidad de suelo.....	40
16	Conductividad Eléctrica en estrato de 0.15 a 0.30 m de profundidad de suelo.....	41
17	Rendimiento por hectárea del mejor tratamiento en comparación con el testigo y ganancias significativas en pesos	54
18	Contenido de materia orgánica en estrato de 0.0 a 0.15 m expresada en porcentaje.....	55
19	Contenido de materia orgánica en estrato de 0.15 a 0.30 m expresada en porcentaje.....	55

20	Porosidad en estrato de 0.0 a 0.15 m expresada en porcentaje y su grupo de significancia.....	56
21	Porosidad en estrato de 0.0.15 a 0.30 m expresada en porcentaje.....	56
22	Porcentaje de contenido de proteína cruda en el tubérculo, en el cual no se encontraron deferencias significativas.....	57

RESUMEN

Con el propósito de evaluar los productos derivados de algas marinas; Algaenzims^{MR}, Algaroot^{MR}, Turboenzims^{MR}, Mayor y Quitaflor en el suelo de cultivo, el crecimiento, rendimiento y calidad de la papa (*Solanum tuberosum* L. variedad Norteña). Se realizó este trabajo en la localidad de Los Lirios Municipio de Arteaga Coahuila, durante el periodo mayo - octubre del 2010. Se evaluaron siete tratamientos, con tres repeticiones, en un diseño de bloques completos al azar. Las variables evaluadas fueron: pH y Conductividad Eléctrica del suelo, número de tallos, altura de plantas, diámetro de tallo, rendimiento comercial por calidad (extras, primeras, segundas y terceras), proteína cruda en el tubérculo, contenido de N, P, K, Ca, Mg. Los resultados mostraron que, el Algaenzims^{MR} a dosis de 2 L ha⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días después de siembra aceleró la brotación de tallos e incrementó en un 89 % el rendimiento respecto al testigo y aumentó el porcentaje de primeras, segundas y terceras. La aplicación de Algaenzims^{MR} 2 L ha⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días+ Algaroot^{MR} 2 L ha⁻¹ + Turboenzims^{MR} 20 L ha⁻¹ a suelo a la siembra, aumentaron la altura de las plantas, también se observó una tendencia a aumentar el contenido de proteína cruda en el tubérculo. El producto Mayor no mostró efecto sobre las variables evaluadas. El efecto de Quitaflor no pudo observarse, debido a que se presentó una helada, la cual provocó aborto de flores de todos los lotes. La aplicación de los productos (Algaenzims^{MR}, Algaroot^{MR}, Turboenzims^{MR} y Mayor), no mostraron efecto sobre la conductividad y pH del suelo.

Palabras clave: Algas Marinas, productos.

INTRODUCCIÓN

El uso de las algas marinas y/o sus derivados, está ganando cada día más amplitud e importancia, porque además de ser un mejorador de suelos también es un bioestimulante que aumenta determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales, (Ratiba, 1997).

Por otro lado, el uso irracional de fertilizantes químicos y pesticidas alteran los suelos, contaminan los alimentos obtenidos en los cultivos y el medio ambiente en general, perjudicando de esta forma directamente al ser humano; por lo cual es necesario buscar alternativas para la recuperación de los suelos, aplicar una agricultura que no afecte tanto al medio ambiente y desarrollar tecnología que garantice la producción de alimentos sanos y las algas marinas y/o sus derivados entre ellos los productos Algaenzims^{MR}, Turboenzims^{MR}, Algaroot^{MR}, Mayor y Quitaflor de la empresa Palau Bioquim, pueden ser una buena opción.

Se realizó esta prueba en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), ya que es considerada el cuarto alimento de mayor consumo en el mundo y su producción es de unos 320 millones de toneladas por año. Esta cantidad tiende a aumentar mientras que el maíz, trigo y arroz, va decreciendo. Su cultivo se encuentra presente en más de cien países. Entre ellos, los de América del

Norte y Europa vienen siendo de los mayores productores, aunque en las últimas décadas hubo un crecimiento extraordinario de estas plantaciones en Asia, África y América Latina (Borba,2008).

En México la papa tiene gran importancia económica y alimentaria; en 2009 a nivel nacional la superficie sembrada fue de 54,141.36 hectáreas, con una producción de 1,500,497.23 toneladas con un rendimiento promedio de 27.74 toneladas por hectárea. El consumo anual per cápita de la papa es de 17 kg, la papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento de los mexicanos, se utiliza en la elaboración de guisos, frituras, ensaladas y puré (SIAP, 2010). Aportando a la dieta carbohidratos, proteínas, celulosa, minerales, así como vitaminas A, C, G y vitaminas del complejo B.

OBJETIVO GENERAL

Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue: Evaluar los productos **Algaenzims^{MR}**, **Algaroot^{MR}**, **Turboenzims^{MR}**, **Mayor y Quitaflor** en el suelo; el crecimiento, rendimiento y calidad de la papa *Solanum tuberosum L.* (variedad Norteña).

HIPÓTESIS

La aplicación de los productos: **Algaenzims^{MR}**, **Algaroot^{MR}**, **Turboenzims^{MR}**, **Mayor y Quitaflor**, afectará el suelo, el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de papa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de las Algas Marinas

Las algas marinas han sido usadas por siglos en la agricultura, como alimento, como mejoradores de suelo y como suplemento para animales. El tratamiento de los cultivos con algas ha crecido con popularidad, por lo que presenta la tendencia a desarrollar un gran número de productos de algas procesadas; los cuales se dividen en tres grupos: harina que se aplica al suelo en grandes volúmenes o mezclada con el suelo del sustrato en plantas de invernadero: extractos líquidos o en polvo y concentrados, que se usan para sumergir las raíces; en el suelo, para mejorar la retención de humedad y como fertilizantes foliares (Booth 1969, Seen et al 1961, Meeting *et al.*, 1991).

Taze, citado por Canales (1997), mencionan que las algas pardas tienen la siguiente clasificación taxonómica:

División: Phaeophyta.

Clase: Cyclospora.

Familia: Phaeophyceae.

Género: ***Sargassum***.

Especie: ***acinarium L.***

Nombre común: Algas pardas.

El crecimiento y el desarrollo de las plantas está gobernado por hormonas vegetales: fitohormonas, las cuales controlan directa e indirectamente la ejecución de numerosas y variadas reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general, (Ratiba, 1997).

Canales (1999) reporta de los estudios hechos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y de las pruebas de campo llevadas a cabo con agricultores cooperantes, han alcanzado rendimientos extras de 1 a 3 toneladas por hectárea de maíz, trigo y arroz, los básicos más importantes, cuando se les ha aplicado de 1 a 3 litros de Algaenzims que es el extracto de algas marinas hecho en México.

Extractos de Algas Marinas

Los extractos son comercializados para su uso en la agricultura y la horticultura. La mayoría de los extractos son preparados de harina seca de *Ascophyllum nodosum*. Las sustancias activas de los extractos de algas deben de ser capaces de tener efecto a bajas concentraciones.

Ha sido sugerido que elementos traza son probablemente constituyentes activos, pero Blunden y Gordon, citados por Canales (1997), menciona que la cantidad de las sustancias forma una porción insignificante en el total de los requerimientos del cultivo. La presencia de hormonas vegetales (sustancias naturalmente promotoras del crecimiento) ha sido demostrada en

los extractos de algas disponibles comercialmente los cuales tiene alto contenido de sustancias con actividad semejante a las citocininas.

Seen, citado por Canales (1997), menciona que entre las ventajas de los extractos de las algas marinas esta el incremento de la calidad.

Las especies más comunes utilizadas son: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia máxima* y *Fucus vesiculosus*, *Laminaria* y *Sargassum*, son menos usadas, aunque todas estas pertenecen a las *Phaeophyceae* (Mooney y Van Standen, 1987).

El número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros: *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum* (Norrie, 2005).

La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integrados de nutrición de cultivos. También se usan para producir efectos benéficos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas (Norrie, 2005).

Las algas tienen mejores propiedades que los fertilizantes de granja porque liberan más lentamente el nitrógeno, son ricas en micro elementos y no traen semillas de malezas (Boraso, *et al.*, 2005).

Efectos de las Algas Marinas en la Agricultura

Los fertilizantes de origen marino fueron antiguamente utilizados en Oriente. Según varios documentos la utilización de los fertilizantes de origen marino apareció en Europa en el siglo IV (Cabioch, 1976, citado por Ratiba, 1997). En concreto, las algas marinas, se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos; actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido en fibra y como fertilizante por su contenido en minerales.

Según varios autores, entre ellos Crouch y Van Staden (1993), y López (1997), las algas marinas así como sus derivados, se utilizan gracias al alto contenido en NPK y en todos los macro elementos y micro elementos (trazas en algunos casos), además de 27 sustancias naturales cuyo efecto es similar a los reguladores del crecimiento de las plantas: vitaminas, carbohidratos, proteínas y sustancias biocidas que actúan contra algunas enfermedades.

Los efectos conseguidos por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas son: aumento del crecimiento de las plantas (Blunden, 1991; Jeannin *et al.*, 1991; Arthur *et al.*, 2003), adelanto de la germinación de las semillas (El-Sheekh, 2000), retrasan la senescencia, reducen la infestación por nemátodos (Featonby-Smith y Van Staden, 1983), incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas (Kuwada *et al.*, 1999).

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Hong *et al.*, 1995).

Trabajos realizados en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal (Gálvez, 2005) demostraron que la aplicación foliar de extractos de algas (*Durvillea antarctica*) en las especies vegetales arándano (*Vaccinium corymbosum*) y ciruelo (*Prunus insititia*) permitió un aumento considerable de la acumulación de materia seca en la parte aérea así como un aumento de la materia seca total de todos los árboles de arándano y ciruelo. También se observó un aumento de la concentración de potasio en los ciruelos tratados con extractos de algas.

Existe cada vez más preocupación en cuanto al uso excesivo de los productos fitosanitarios. Un gran interés está dedicado a la utilización de conceptos y de productos que en principio estarían previstos para la agricultura biológica o ecológica. Sin embargo, cada vez más personas (entre los científicos o agricultores) piensan que no tiene sentido la presencia de estas limitaciones y/o denominaciones. En efecto, si existe un modo que podría minimizar el uso de fungicidas o insecticidas tiene que ser utilizado y aprovechado de alguna forma en toda la agricultura.

Activar las autodefensas de las plantas está basado en estimular los mecanismos de defensa naturales presentes en las plantas que normalmente están en estado latente. Dicho efecto se traduce por el aumento de su capacidad de defenderse contra un espectro de agentes y/o patógenos. La resistencia puede ser específica (relación gen a gen) o no específicas. Más interés está dedicado a las resistencias no específicas. Este tipo de resistencia puede ser inducido por varios agentes llamados, según el origen, elicitores bióticos o abióticos. Pueden ser bacterias, hongos, fragmentos de pared celular, foseñil de aluminio, glicoproteínas, harpinas, (Ratiba, 1997).

Varios trabajos entre ellos aquellos realizados por Lizzi *et al.*, 1998; han demostrado que la aplicación foliar de extractos del alga *Ascophyllum nodosum* reducen significativamente la infección por mildiu en hojas infectadas por *Phytophthora capsici* y *Plasmopara viticola*. Los mismos autores han demostrado un aumento del contenido de peroxidasas y de la concentración de fitoalexinas, ambos marcadores de la resistencia, en las hojas de pimienta.

Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos son los de mejorar el crecimiento de las raíces (Jones y Van Staden, 1997), incrementar la cosecha de frutos y semillas (Arthur, 2003; Zurawicz *et al.*, 2004), e incrementan el grado de maduración de los frutos (Fornes *et al.*, 2002).

Más recientemente, en un trabajo publicado por (Zhang y Ervin, 2004), demostraron por primera vez la presencia de citoquininas en los extractos de algas y que su aplicación induce un aumento de la concentración endógena del nivel de citoquininas, lo que posiblemente es la base de la mejora contra la sequía de la hierba estudiada "Bentgrass".

Son muchas y diferentes las respuestas de las plantas al tratamiento con algas que incluyen: Altos rendimientos, incrementan la toma de nutrientes, cambios en la composición de sus tejidos, mayor resistencia a heladas, a las enfermedades fungosas y al ataque de insectos, prolonga la vida de anaquel de los frutos y mejora la germinación de las semillas. Se supone que estos numerosos beneficios que aportan las algas, se derivan de las propiedades quelatantes de ciertos componentes (Lynn, 1972), mejora la absorción de elementos mayores y menores por las plantas (Ofermans, Seen y Kingman), citados por Canales (1997).

Los registros de la respuesta indicada por *Ascophyllum nodosum* aplicada a las plantas, incluye aceleración de la actividad respiratoria, incremento en el rendimiento de algunos cultivos, mejoramiento de la calidad tales como: Incremento de sólidos solubles en tomates y uvas, y mejoramiento en la prolongación en el mercado de la vida de anaquel. Se ha comprobado que al tratar la semilla con extractos de algas marinas su capacidad germinativa aumenta en comparación con los testigos, esto se atribuye al hecho de que las algas marinas contienen compuestos reguladores de crecimiento, además de

enzimas, Canales (1997), reporta en su libro “Las Algas” que al tratar con extractos de algas marinas semillas de betabel se obtuvo un 84% de germinación con respecto al testigo que presentó un cero por ciento de germinación.

Lasso, citado por Díaz (2002), menciona que, encontró un incremento en el rendimiento de trigo (*Triticum vulgare* L.) al aplicar 8 litros de Algaenzims al suelo.

Flores (1997), menciona que, la aplicación de extractos de algas marinas en tomate de cascara en alguna de sus formas, para esta variable no afectó fenotípicamente de manera muy notable el peso de los frutos. El aumento ligero en algunos tratamientos a los cuales se les aplicó ALGAENZIMS^{MR}, puede deberse a una mayor concentración de carbohidratos que es donde finalmente se concentran los productos de todas las actividades metabólicas de las plantas.

Acalco (2010), encontró que bajo el estudio del producto TURBOENZIMS^{MR} induce mayor crecimiento tanto de raíces como en tallos en plantas de tomate, melón y sandía aplicando una dosis de 0.5 ml/L.

Hernández (2005), menciona que la aplicación de ALGAENZIMS^{MR} incrementa el porcentaje de germinación en semillas de chile ancho (*Capsicum annum* L.).

Con la aplicación de ALGAENZIMS^{MR} en semillas de cilantro en dosis de 4.0 ml/L., se obtuvo plántulas de mejor vigor que presentaban buenas características agronómicas y con la aplicación de 2.0 ml/L., se obtuvo un mayor porcentaje de germinación en comparación con el testigo, (Díaz, 2002).

La mejor forma de aplicar ALGAENZIMS^{MR}, es en forma foliar a razón de 5 ml/L., puesto que incrementa los rendimientos en un 21% más en comparación con otras formas de aplicación en el cultivo de tomate hidropónico, además permite la obtención de frutos de muy buena calidad, (Francisco, 2003).

Talamás (1998), reporta que, con la aplicación de Algas marinas incrementó en un 23.4% el rendimiento del cultivo de papa en comparación al testigo. Además de aumentar un 2% de calidad de primeras, 5% de segundas y 5% de terceras, en comparación al testigo.

Efecto de las Algas Marinas en el Suelo

Por compactación del suelo, Mc Garry (2001), citado por Méndez, (2004), en el cultivo de algodón, ha detectado pérdidas del 20 al 50% y, en cereales, hasta un 50%. Se presentan varios trabajos donde los rendimientos de los cultivos tratados con ALGAENZIMS^{MR}, superan a los de los testigos.

Reyes (1993), al tratar con ALGAENZIMS^{MR}, un suelo compacto arcilloso, encontró que la porosidad se incrementó de 10% a 50%, y la textura del suelo cambió, en 9 meses que duró el experimento, en cuanto a porcentaje (media) de: arcilla, limo y arena, de 55.8, 25.4, 18.8 (testigo) a, 45.5, 37.0, 17.5 (tratado).

Munguía (2002), reporta que al tratar un suelo arcilloso con Algaenzims^{MR} en cultivos en rotación de trigo y maíz con cobertura de residuos y cero labranza, se observó un decremento en la compactación de suelo en un 59%.

Villarreal (2003), al tratar un suelo con ALGAENZIMS^{MR} y microorganismos marinos en el mismo experimento, aislados como son: Fijadores de nitrógeno del aire, Mohos y Levaduras, Halófilos y Gérmenes Aeróbicos Mesofílicos, en los 5 tratamientos, reporta que, en 4 meses que duró el experimento, se dio un cambio de textura en cuanto a porcentaje (media) de arcilla, limo y arena de: 4.9, 2.4, 92.7 (testigo) a 12.9, 6.3, 80.8 (tratado).

Generalidades del Cultivo de Papa



Figura 1: Plantas de papa después de aplicar los productos de Algas Marinas.

El cultivo de la papa es muy antiguo, ya que se practicaba durante el descubrimiento de América, el centro de origen de la papa cultivada es de los altiplanos de América del sur y fue introducida a Europa desde sudamérica a finales del siglo XVI. (De Candolle, 1883 y Montaldo 1984, citado por Cepeda, 2003).

Temperatura

Durante su crecimiento, el cultivo de la papa requiere una variación en la temperatura ambiental. Después de la siembra la temperatura debe subir hasta 20 °C para que la planta se desarrolle bien. Luego se necesita una temperatura

más alta para un buen crecimiento del follaje; aunque no debe pasar de los 30 °C durante el desarrollo de los tubérculos, es importante que la temperatura se encuentre entre los 16 y 20 °C. Especialmente en regiones más calientes, es esencial que las noches sean frescas para ayudar a la introducción de la tuberización de los tallos (SEP, 1982).

Luz

El tubérculo no requiere luz para brotar, sin embargo, cuando la planta emerge necesita bastante luz para su desarrollo; las temperaturas altas durante mucho tiempo reducen la producción (SEP, 1982).

Humedad

La planta necesita una provisión de agua continua, durante la etapa de crecimiento; la cantidad total de agua para el desarrollo del cultivo es de aproximadamente de 500 mm. Durante la primera etapa del desarrollo de la planta se requiere sólo poca agua, pero después y hasta la cosecha, su consumo de agua es alto. Así mismo para facilitar la cosecha el campo debe estar seco (SEP, 1982).

Suelo

La papa se desarrolla bien en suelos francos y arenosos con buen contenido de materia orgánica y drenaje óptimo. El pH debe ser ligeramente ácido con un valor de 5 a 5.7, con un mínimo de 2 % de materia orgánica y una profundidad mayor de 60 cm, el contenido de carbonatos totales debe ser bajo y sin excesos de sales de sodio. Este cultivo puede crecer en casi todos los tipos de suelo, excluyendo suelos muy húmedos porque la semilla se pudre (SEP, 1982).

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en una parcela comercial del Rancho Los Lirios, Municipio de Arteaga, Coahuila, México; localizado al norte de la capital del estado en las coordenadas 26°31'45.22''N y 101°09'47.87''O, con una elevación de 1845 msnm.

En este trabajo se usaron tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) de cuarta categoría de la variedad norteña, utilizada por el productor cooperante.

Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron siete tratamientos, (cuadro 1), con un diseño de bloques completos al azar.

La parcela experimental fue de 4 surcos, cada tratamiento se ubicó en un área de 3 m de largo, con una separación entre tratamiento de 1 m, con tres repeticiones proporcionalmente y una distancia entre surcos de 0.90 m que dió un área por parcela experimental de 10.8 m² y por cada repetición se tomó 1 y 1.5 metros lineales para las variables fisiológicas y para el rendimiento respectivamente.

Cuadro 1: Descripción de los Tratamientos del Experimento.

Tratamientos	Descripción
1	Testigo absoluto, (fertilización de fondo, con los mismos riegos)
2	Algaenzims ^{MR} 2 L ha ⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días despues de siembra (dds)
3	Algaenzims ^{MR} 2 L ha ⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar + Quitaflor (inhibidor floral) a los 45 (dds)
4	Algaenzims ^{MR} 2 L ha ⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días+ Algarroot ^{MR} 2 L ha ⁻¹ + Turboenzims ^{MR} 20 L ha ⁻¹ a suelo a la siembra.
5	Algaenzims ^{MR} 2 L ha ⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días+ Algarroot ^{MR} 2 L ha ⁻¹ + Turboenzims ^{MR} 20 L ha ⁻¹ a suelo a la siembra + Quitaflor.
6	Mayor al 2% + Algaenzims ^{MR} 2L.ha ⁻¹ suelo a la siembra. A los 45 días se aplicó foliarmente 1L. de Algaenzims ^{MR}
7	Mayor al 2% + Algaenzims ^{MR} 2L.ha ⁻¹ suelo a la siembra. A los 45 días se aplicó foliarmente 1L. de Algaenzims ^{MR} + Quitaflor.

Descripción de Actividades

El terreno se preparó con maquinaria, una fertilización de fondo de 60-150-60 de N-P-K, con sulfato de amonio, súper fosfato simple y cloruro de potasio. Se realizó una segunda fertilización a los 30 dds (al cierre de cultivo) de: 60-00-100 de N-P-K, con cloruro de potasio y sulfato de amonio.

Fecha y Densidad de Siembra

La siembra se realizó el 15 de mayo del 2010, con una densidad de plantación de 111,000 plantas/ha. Considerando 0.10 m de distancia entre plantas, una distancia de 0.9 m entre surcos.

Variables Evaluadas

En campo

Número de Tallos

Se hicieron dos mediciones, el 8 de junio y el 27 de julio del 2010.

Se utilizó cinta métrica.

Altura de Plantas

Esta variable se midió durante la segunda y tercera evaluación (27/07/2010 y 27/08/2010). Seleccionando tres plantas dentro del metro lineal. La altura se tomó con una cinta métrica midiendo de la base hasta la tercer yema en orden descendente.

Diámetro de Tallos

Esta variable se midió en la segunda y tercera evaluación (27/07/2010 y 27/08/2010). Esta medición se llevó a cabo igual que en la medición de altura, ya que de las mismas plantas se tomaron los datos. En esta medición se utilizó un vernier digital.

Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual el 22 de octubre del 2010, considerando 1.5 metros lineales para cada tratamiento. Para lo cual se utilizaron 3 picos, 1 carretilla, bolsas de papel para las muestras y marcador permanente para marcar las bolsas.

Muestra de Suelo

El mismo día de la cosecha se sacó una muestra de suelo a dos estratos; de 0.0-0.15 m y de 0.15-0.30 m este muestreo se realizó únicamente para cuatro tratamientos: El testigo (T1), T2, T5 y T7; esto debido a que son los tratamientos más representativos del experimento. Para realizar las muestras se usó una regla de 30 cm, espátula, bolsas de plástico para las muestras, etiquetas adheribles y marcador permanente.

En laboratorio

Rendimiento

Para determinar el rendimiento, primero se llevó a cabo una selección de los tubérculos por tratamientos, en categorías de acuerdo al diámetro del tubérculo.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| a) Extras: > de 65 mm - 90 mm. | d) Terceras: 30 mm – 44 mm. |
| b) Primeras: 55 mm – 64 mm. | e) Cuarta: < de 30 mm. |
| c) Segundas: 45 mm – 54 mm. | |

Una vez seleccionadas se pesaron por categorías, obteniendo así los pesos por separado de todas las categorías por tratamiento. Para esto se utilizó bolsas de 2 kg para seleccionar por categoría, marcador permanente, vernier digital y balanza granataria de 500 g.

pH del suelo

Se sacaron tres repeticiones de cada muestra de 10 g cada una, para tener un total de 72. Esta muestra fue puesta en frascos de vidrio de capacidad suficiente adicionando 20 ml de agua destilada. Posteriormente se llevaron a un agitador por 15 minutos, después de lo que se procedió a tomar lectura con el potenciómetro.

Conductividad Eléctrica

Para esta determinación se pesaron 300 g de suelo seco y tamizado en malla de 2 mm en un bote de plástico de un litro de capacidad. Después se adicionaron 150 ml de agua destilada y mediante espátula metálica se mezcló bien, dejando en reposo por 24 horas después de tapar herméticamente. Transcurrido este tiempo, se colocó la pasta en un embudo con orificios y pasando el lixiviado a través de papel filtro, colectando cuando menos 30 ml de lixiviado. Este líquido fue luego llevado a lectura en el conductivímetro, expresando en dS m^{-1} .

Contenido de Minerales en el Tubérculo de Papa

Nitrógeno. Se utilizó el método Kjeldhal; se cortó un tubérculo, tomando 1 gr de muestra en un matraz, después las muestras se llevaron al aparato kjeldhal a temperatura de 100 °C, hasta que tomaran un color verde ámbar, se titulan con agua desionizada, se anotan los ml gastados para hacer el cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ NITRÓGENO} = \frac{(\text{ml gastados de } H_2SO_4 - 0.3) \times 0.014 \times 0.10526}{\text{gr de muestra}} \times 100$$

Donde:

0.3 = ml gastados de H_2SO_4 BLANCO

0.014 = Miliequivalentes del Nitrógeno

0.10526 = Normalidad.

Fósforo. Se licuaron 10 g de muestra en 40 ml de agua desionizada, se filtró la muestra y del destilado se hizo una dilución para proseguir a leer en el espectrofotocolorímetro, ThermoSpectronic. El fósforo se calcula, determinando una curva de 0, 25, 50, 75, y 100 ppm, a partir de un estandar de fosforo de 1000 ppm de dilución de reactivos para fósforo, tomando en cuenta la absorvancia leída en el espectrofotocolorímetro, ThermoSpectronic, los valores se reportan en porcentaje.

Potasio. Se cortó el tubérculo, se peso 1 g de muestra y se colocó en un vaso de precipitado de 80 ml, se llevó a una parrilla de calentamiento dentro de una campana de extracción para la digestión, donde se preparó una mezcla de ácido nítrico y perclórico 3:1 con una cantidad de 40 ml para cada muestra.

Después de la digestión se filtra usando papel filtro número 42 sin cenizas, para proseguir a aforar con agua desionizada a 100 ml, para realizar otra solución diluída se toma 1 ml de la muestra aforada y se afora nuevamente con agua desionizada a 100 ml, después se lee en el espectrofotómetro de absorción atómica marca Varian, AA-1275. Que para este mineral se toma la muestra concentrada para lectura.

Calcio. Al igual que el potasio y magnesio, todo el procedimiento es el mismo, lo que diferencia es que para este mineral y el magnesio se leen las muestras diluídas en el espectrofotómetro de absorción atómica, Varian, AA-1275, esto con el fin de que la solución concentrada por su alto contenido de los respectivos minerales no entran en el estándar de medición.

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron bajo un diseño de bloques completos al azar, con el programa estadístico SAS (1996) con una prueba de medias de Duncan, con el 95% de probabilidad, mediante el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado.

τ_i = Efecto del tratamiento.

μ = Efecto de la media.

β_j = Efecto del bloque.

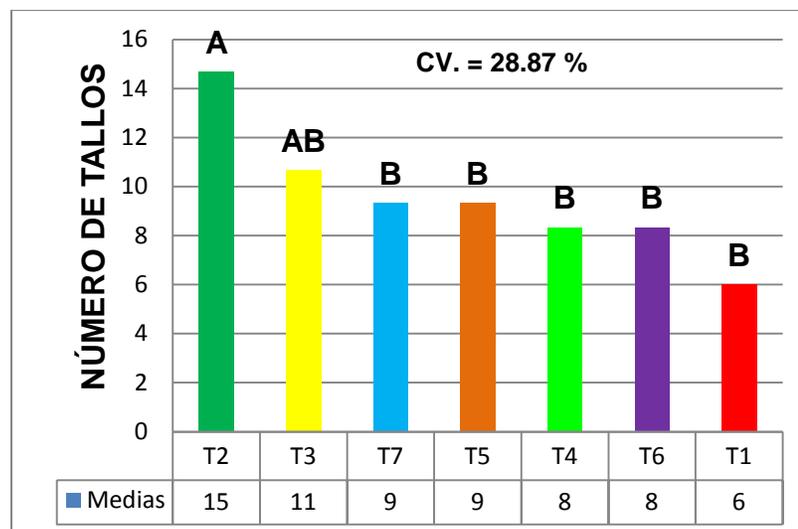
ϵ_{ij} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Tallos (Primera medición)

De acuerdo al análisis estadístico, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en cuanto al número de tallos por metro lineal la primera medición (Figura 2), siendo el T2 (Algaenzims^{MR} 2L. ha⁻¹ a la siembra + 1L. foliar a los 45 días) el mejor tratamiento ubicándose en el primer grupo de significancia, seguido por el T3 que se ubicó en el segundo grupo de significancia con respecto al testigo y los demás tratamientos se ubicaron en el tercer grupo de significancia.

No existe investigación previa para esta variable, sin embargo, el aumento del número de tallos del T2 pueden deberse a que según Hong *et al.*, (1995), los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Los cuales permitieron una mayor eficiencia de brotación en poco tiempo.



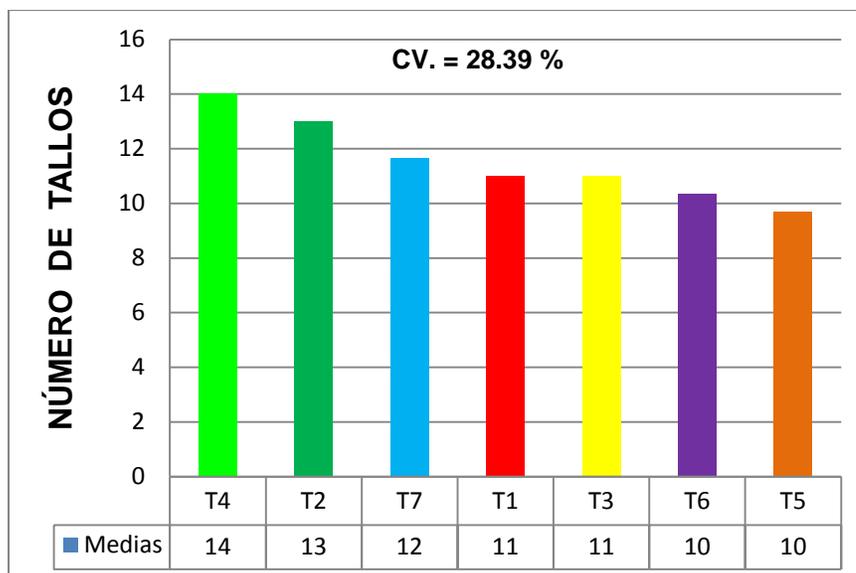
Las literales A,B, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$),
T= Tratamientos.

Figura 2. Medias de tallos medidos por metro lineal.

Número de Tallos (Segunda medición)

Según el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 3), sin embargo existió una tendencia de T4 (Paquete: Algaenzims^{MR} 2L.ha⁻¹ al suelo a la siembra. y Algaroot^{MR} 2L.ha⁻¹ + Turboenzims^{MR} 20L.ha⁻¹ a los 45 días) que presentó mayor número de tallos, seguido del T2 (Algaenzims^{MR} 2L. a la siembra), en comparación al testigo.

Como se mencionó anteriormente, no hay reportes preliminares, pero el aumento del número de tallos puede relacionarse con la investigación de Díaz, (2002) quien menciona que al aplicar Algaenzims^{MR} en semillas de cilantro obtuvo mayor porcentaje de germinación.



No se encontraron diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

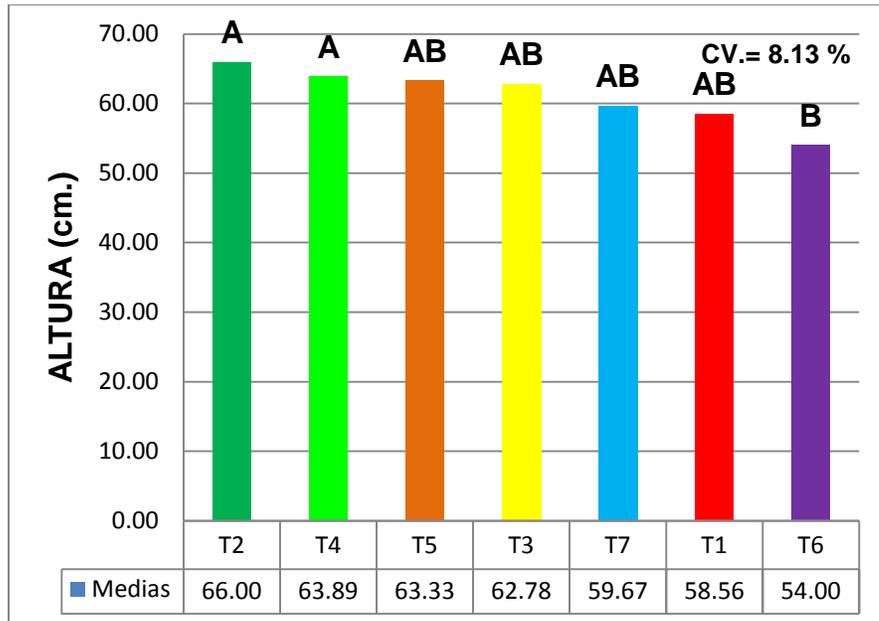
Figura 3. Medias de tallos por metro lineal medidos en la segunda medición.

Altura de Plantas (Segunda medición)

En la altura de las plantas medidas en un metro lineal, se encontraron diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico (Figura 4), siendo el T2 y T4, los mejores tratamientos ya que se ubicaron en el primer grupo de significancia, por lo que el peor tratamiento fue el T6 que se ubicó en el tercer grupo de significancia.

Lo cual concuerda con lo que reportan Blunden, (1991); Jeannin *et al.*, (1991); Arthur *et al.*, (2003), quienes afirman que los efectos conseguidos por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas son: Aumento del crecimiento de las plantas; también los resultados de

la investigación de Acalco (2010), que dice que la aplicación de TURBOENZIMS^{MR} induce mayor crecimiento de raíces y tallos.



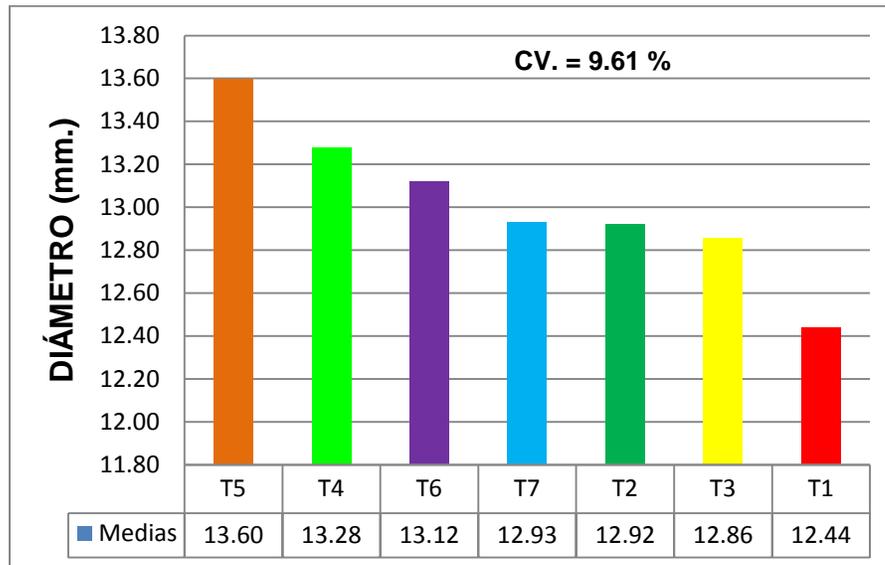
Las literales A, B, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 4. Medias de altura de plantas medidas en un metro lineal.

Diámetro de Tallo (Segunda medición)

Para la variable de diámetro de acuerdo al análisis estadístico realizado, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 5), en cuanto a los diámetros de las plantas medidos en un metro lineal. Sin embargo se observó una tendencia a aumentar del T5 con una media de 13.60 mm. Por lo que el tratamiento mas bajo fue el testigo con una media de 12.44 mm.

Esto puede atribuirse a un alto contenido de elementos mayores y menores, además de enzimas y reguladores de crecimiento en los extractos de algas marinas (Canales, 1997).



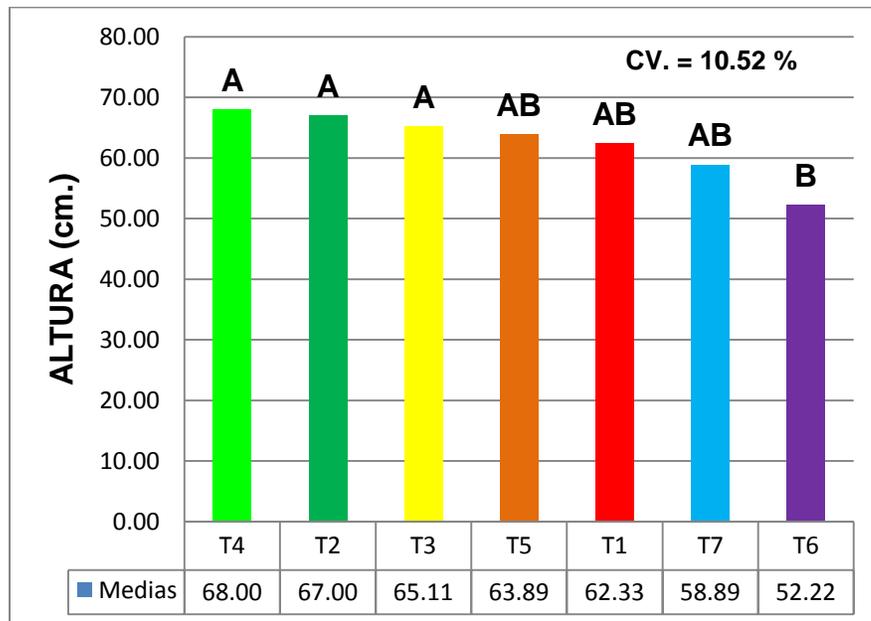
No se encontraron diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 5. Medias de diámetro de tallo por metro lineal.

Altura de Plantas (Tercera medición)

Según el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la altura de plantas (Figura 6), siendo el T4 (Paquete) el mejor tratamiento que se ubicó en el primer grupo de significancia, seguido por el T2 y T3, puesto que el peor tratamiento fue el T6 que ocupó el tercer grupo de significancia.

Lo cual coincide con la investigación de Acalco (2010) y la afirmación de Blunden, (1991); Jeannin *et al.*, (1991); Arthur *et al.*, (2003), quienes mencionan que al aplicar algas marinas se obtiene mayor crecimiento de raíz y de tallos en las plantas.



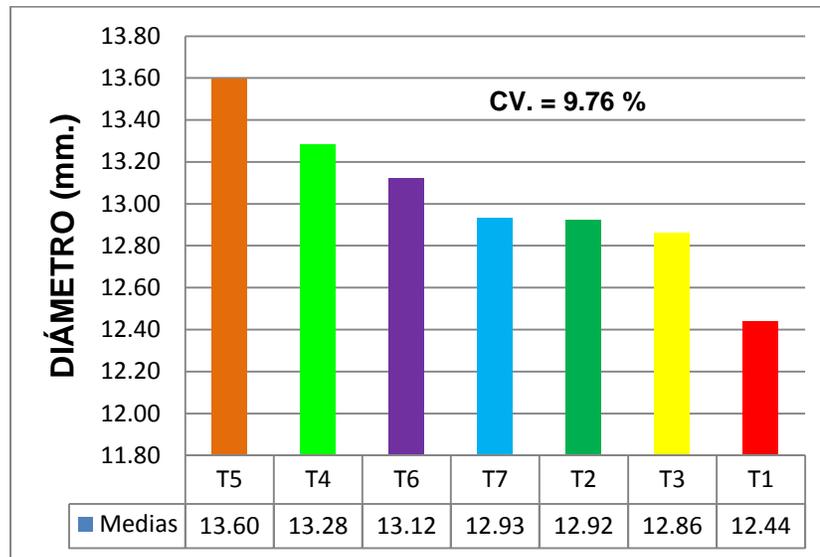
Las literales A, B, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 6. Medias de altura de plantas medidas en un metro lineal.

Diámetro de Tallo (Tercera medición)

De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 7), en cuanto al diámetro de tallo medido en un metro lineal, durante la tercera medición, aunque se observó una tendencia mayor del T5 que presentó una media de 13.60 mm de diámetro en comparación al testigo, que fue el peor tratamiento.

Esto posiblemente se deba a que en ésta etapa la planta ya estabiliza el ensanchamiento del diámetro, relacionado con (Canales, 1997), que menciona que los extractos de algas marinas son ricos de elementos mayores y menores, además de enzimas y reguladores de crecimiento.



No se encontraron diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), (T=Tratamientos).

Figura 7. Medias de diámetro de tallo por metro lineal.

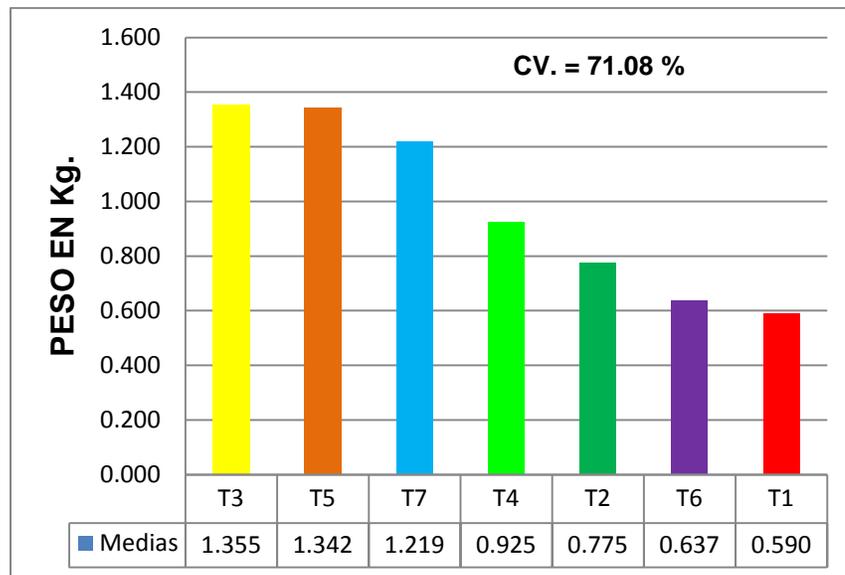
Rendimiento Comercial por Calidad

Extras

Según el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas en la categoría de extras cosechadas en 1.5 metros lineales (Figura 8), sin embargo todos los tratamientos tienden a superar al testigo. El tratamiento 3 presentó mayor incremento en el peso de extras con 130% más

que el testigo, seguido del tratamiento T5 127%, T7 107%, T4 57%, T2 31% y T6 8% más que el testigo.

Lo cual puede relacionarse con la investigación de Talamás (1998), quien menciona que la aplicación de extractos de algas marinas aumentan la calidad de la papa.



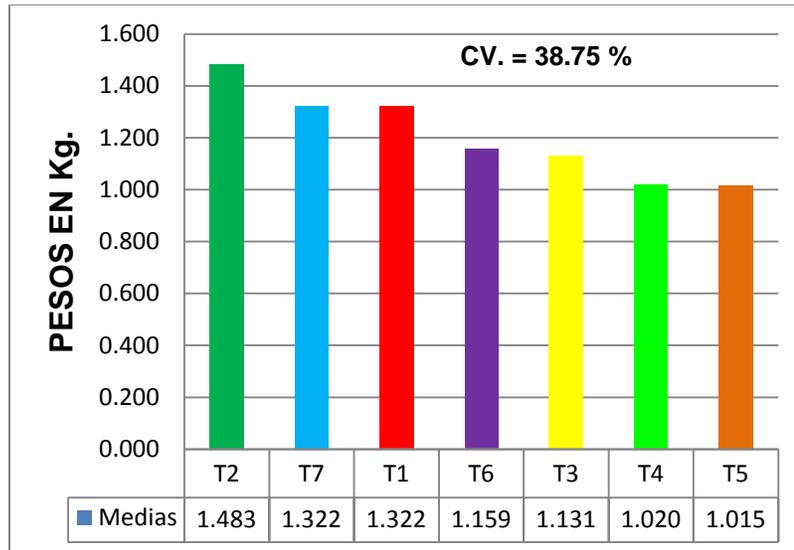
No se encontraron diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 8. Comparación de peso en categoría de extras entre los tratamientos.

Primeras

Según el análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas en peso de la categoría de primeras (Figura 9). Sin embargo se observó una tendencia del T2 que presentó 12% más peso que el testigo el resto de los tratamientos presentaron igual o menor peso que el testigo.

Esto se relaciona con la investigación de Talamás (1998), quien reporta que, aplicando ALGAENZIMS foliarmente, y suelo + foliar aumentó en un 2% la calidad de primeras.



No se encontraron diferencias estadísticas, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

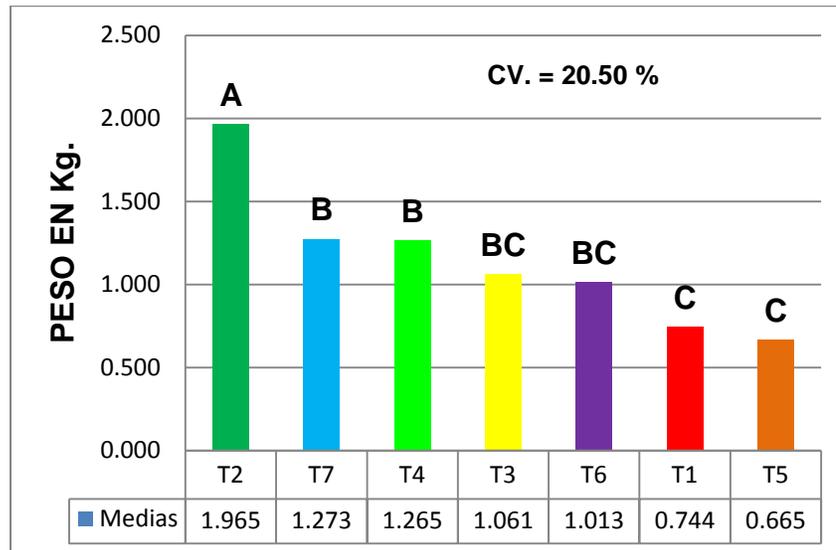
Figura 9. Comparación de peso en categoría de primeras entre los tratamientos.

Segundas

De acuerdo al análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas de los pesos (kg.) en categoría de segundas (Figura 10), en el cual el mejor tratamiento fue el T2 (ALGAENZIMS^{MR} 2L.ha⁻¹ a la siembra + 1L. foliar a los 45 días) ya que se ubicó en el primer grupo de significancia con un peso de 1.965 kg (164% más que el testigo), todos los tratamientos excepto el T5 incrementaron el rendimiento de esta categoría desde un 36% hasta un

164%, el único tratamiento que presentó menor peso que el testigo fue el T5 (paquete) con un peso de 0.065 kg.

Lo que vuelve a concordar con la investigación de Talamás (1998), que al aplicar ALGAENZIMS^{MR} aumentó el rendimiento de segundas en un 5%.



Las literales A, B, C, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

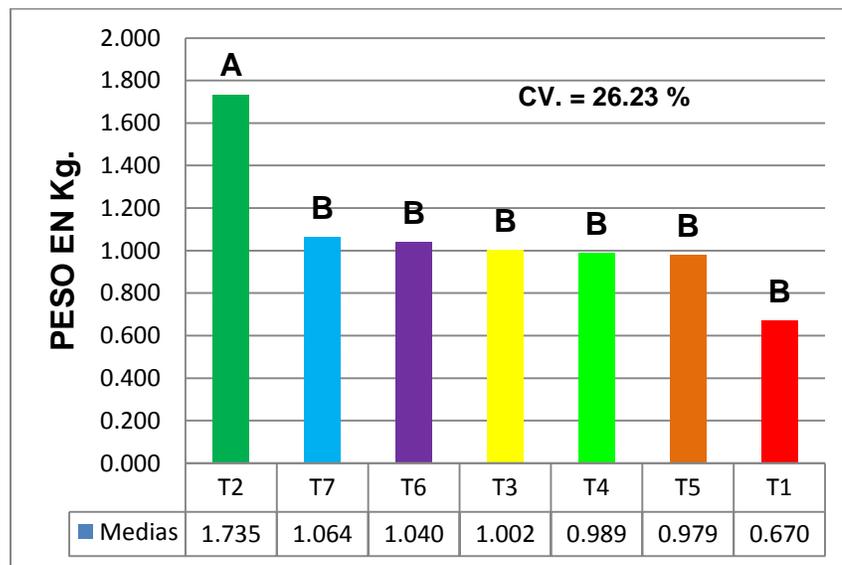
Figura 10. Comparación de pesos en categoría de segundas entre los tratamientos.

Terceras

Según el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 11), en el cual el mejor tratamiento fue el T2 (ALGAENZIMS^{MR} 2L. a la siembra + 1L. foliar a los 45 días), ubicándose en el primer nivel de significancia, ya que los demás tratamientos incluyendo al testigo se ubicaron en el segundo grupo de significancia. Sin embargo, todos

los tratamientos tuvieron mayor rendimiento que el testigo, desde un 46% hasta un 159%.

Esto concuerda con Talamás (1998), quien menciona que la aplicación de ALGAENZIMS^{MR} aumentó la calidad en un 5% para terceras.



Las literales A, B, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

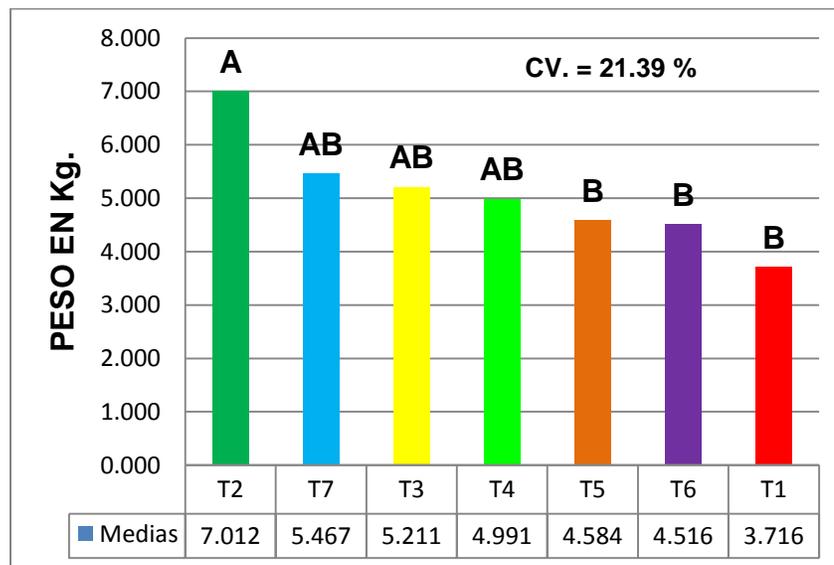
Figura 11. Comparación de pesos en categoría de terceras entre los tratamientos.

Rendimiento total

Según el análisis estadístico realizado para rendimiento total cosechado en 1.5 metros lineales, se encontraron diferencias significativas (Figura 12), en las cuales se demuestra que el mejor tratamiento fue el T2 (ALGAENZIMS^{MR} 2L.ha⁻¹ a la siembra y 1L.ha⁻¹ foliar a los 45 días, alcanzando

un peso de 7.012 kg/1.3 m². Kg, superando el peso del testigo en 89%. Todos los tratamientos tuvieron mayor rendimiento total que el testigo, desde 21.5 hasta 89%.

Esto coincide con el trabajo de Talamás (1998), que reportó que con el uso de algas marinas, se aumenta el rendimiento.



Las literales A, B, indican diferencia estadística según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 12. Pesos totales de los tratamientos sin importar categoría.

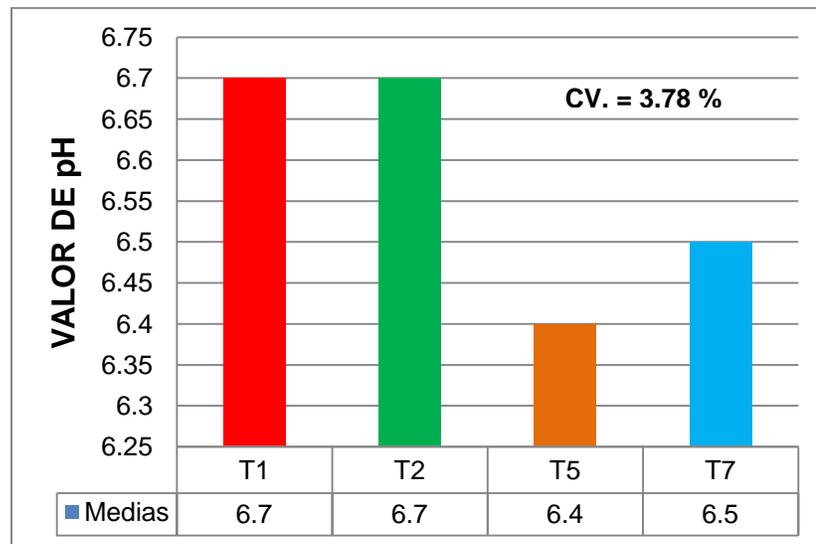
pH y Conductividad Eléctrica de suelos

pH

Según el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas en valores de pH de los cuatro tratamientos medidos en el estrato de 0.0 a 0.15 m. (Figura 13), sin embargo, el testigo y el T2 tendieron a un

mayor valor de pH ambos con 6.7, seguidos por el T7 y T5 con 6.5 y 6.4 respectivamente.

Los valores registrados son ligeramente altos en comparación a los de (SEP, 1982), quien dice que el pH debe ser ligeramente ácido con un valor de 5 a 5.7.



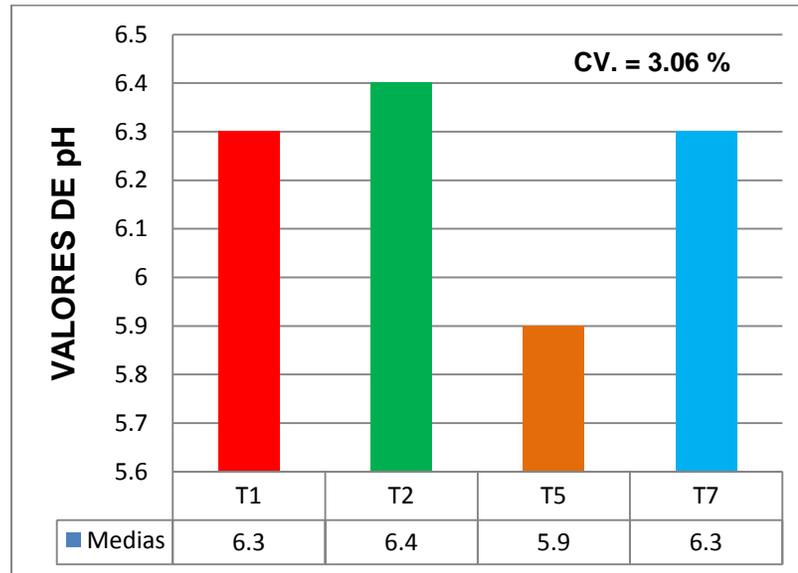
No existieron diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 13. Valores de pH en estrato de 0.0 a 0.15 m de profundidad de suelo.

De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Figura 14), aunque el T2 tendió a un mayor valor de pH seguido del T1, en comparación a los demás tratamientos.

En esta muestra se observa información diferente al estrato de 0.0 a 0.15 m, esto puede deberse a la profundidad de la muestra, pero se puede decir

que el suelo se encuentra en buenos niveles de pH para producir cultivos sin ningún problema.

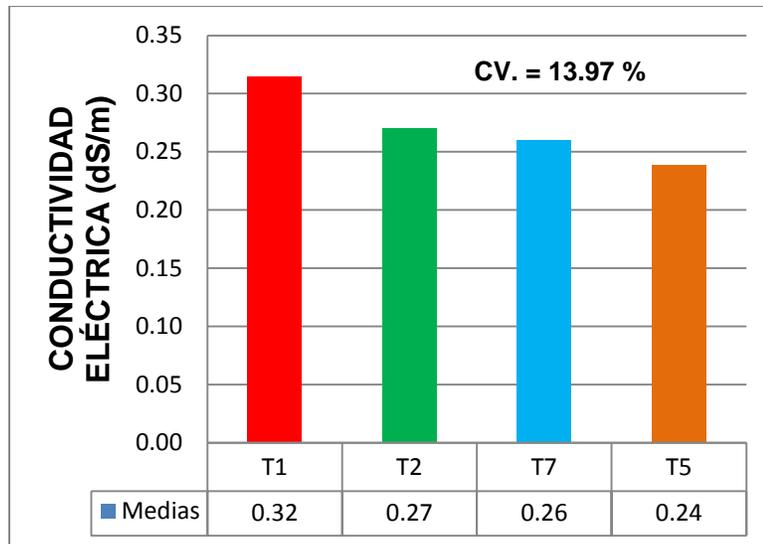


No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 14. Valores de pH, en estrato de 0.15 a 0.30 m de profundidad de suelo.

Conductividad Eléctrica

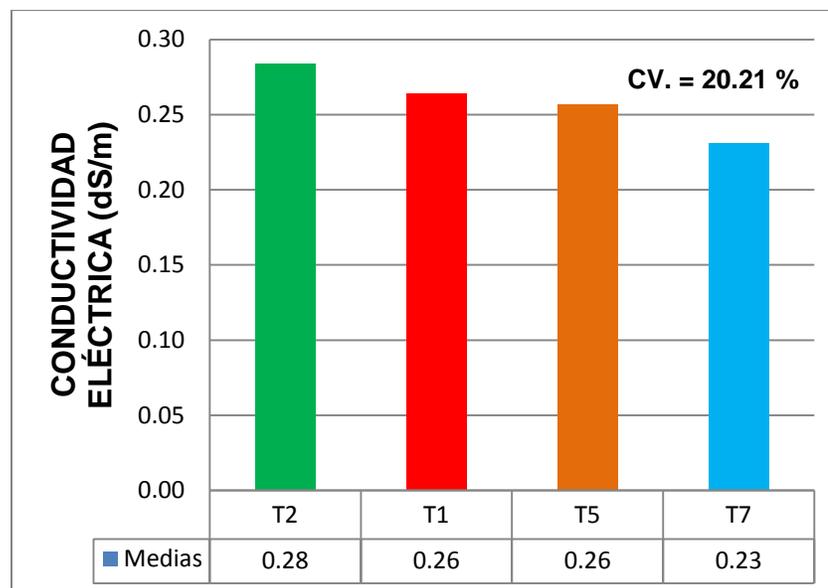
No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la Conductividad Eléctrica en el análisis realizado a estrato de 0.0 a 0.15 m (Figura 15). Sin embargo podemos decir que este es un suelo adecuado para la producción de cultivos, no presenta problemas de salinidad para los mismos.



No existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 15. Conductividad Eléctrica en estrato de 0.0 a 0.15 m de profundidad de suelo.

De acuerdo al análisis estadístico no presentaron diferencias significativas en el análisis realizado en estrato de 0.15 a 0.30 metros (Figura 16), además los valores de Conductividad Eléctrica son bajos, por lo que se puede asegurar la producción de cultivos sin problemas de salinidad.



No existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), T=Tratamientos.

Figura 16. Conductividad Eléctrica en estrato de 0.15 a 0.30 m de profundidad de suelo.

Cuadro 2. Rendimiento por hectárea para cada tratamiento.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO ton/ha.
1 (testigo)	27.5
2	51.8
3	38.6
4	36.9
5	33.9
6	33.4
7	40.5

CONCLUSIONES

El Algaenzims^{MR} a dosis de 2 L ha⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días después de siembra aceleró la brotación de tallos e incrementó en un 89 % el rendimiento respecto al testigo y aumentó el porcentaje de primeras, segundas y terceras.

La aplicación de Algaenzims^{MR} 2 L ha⁻¹ al suelo a la siembra + 1L Foliar a los 45 días+ Algarroot^{MR} 2 L ha⁻¹ + Turboenzims^{MR} 20 L ha⁻¹ a suelo a la siembra, incrementó la altura de las plantas, también se observó una tendencia a aumentar el contenido de proteína cruda en el tubérculo.

El producto mayor no mostro efecto sobre las variables evaluadas.

El efecto de Quitaflor no pudo observarse, debido a que se presentó una helada, la cual provocó aborto de flores de todos los lotes.

La aplicación de los productos (Algaenzims^{MR}, Algarroot^{MR}, Turboenzims^{MR} y Mayor, no mostraron efecto sobre la conductividad y pH del suelo.

RECOMENDACIONES

- La aplicación de estos productos tuvieron efectos positivos en el aumento de tamaño, peso y número de frutos, en la variedad Norteña, por lo cual se recomienda aplicarlo a otras variedades de papa.
- Hacer los análisis de suelo antes y después de establecer el experimento, para poder comparar elementos disponibles.
- Probar los productos en diferentes etapas, para observar los beneficios en el comportamiento del cultivo.

LITERATURA CITADA

- Acalco J. A. D. 2010. Efectividad de TURBOENZIMS^{MR} en el crecimiento de raíz y tallo, de plántulas de tomate, melón y sandía. Tesis de Licenciatura, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Arthur G. D., Stirk W. A. y Vanstaden J. 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. South African Journal of Botany 69: 207-211.
- Báez P. M. 1983. Monografía de la papa (*Solanum tuberosum* L.). U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- Booth E. 1969. The manufacture and properties of seaweed extracts. Proc Int Seaweed Symp 6. Pp. 655-662.
- Boraso A., A. Rico, S. Perales, L. Pérez y H. Zalazar. 2005. Utilización de algas marinas en la agricultura. En: <http://www.unp.edu.ar/museovirtual/algasmarinas/aplagricu.htm>. Consultado el 20 de julio del 2010.
- Borba N. 2008. La papa un alimento básico, Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica, RAP-AL Uruguay, doc. Pdf. Pp.1
- Blunden G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. John Wiley & Sons Ltd. pp. 65-81.

- Cabioch J. 1976. Utilization des Algues. *Skol-Vreiz*, 45: 20-24.
- Camacho G. S. A. 1997. Estudios de modelos de raíces y distribución de materia seca en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Canales L. B. 1997. Las algas en la agricultura orgánica, Consejo Editorial Trillas S. A. de C.V. México DF. Pp. 13-24, 28.
- Cepeda S. M. 2003. La papa el fruto de la tierra, Editorial Trillas S.A de C.V. México DF. Pp. 13- 24, 28.
- Crouch I. J. y Van Staden J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant growth Regulator*. 13: 21-29.
- Díaz G. C. 2002. Aplicación de ALGAENZIMS^{MR} y su efecto de germinación y vigor de semilla de cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.
- Doorembos J. y A. H. Kassan. 1992. Dirección de Información de Tierras y Aguas de la F.A.O. Roma. pp. 198.
- El-Sheekh M. M. y El-Saied A. E. F. 2000. Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. *Cytobios* 101: 378 - 382.
- Featonby-Smith B. C. y Vanstaden J. 1983. The effects of seaweeds concentrate on growth of tomato plants in nematode-infected soil. *Scientia Horticulture* 20: 137-146.

- Flores F. G. 1997. Evaluación de extractos de algas marinas (ALGAENZIMS^{MR}) en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) cv. Imperial. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- Fornes F., Sánchez. Perales M. y Guardiola J. L. 2002. Effect of a seaweed extract on the productivity of 'de Nules' clementine mandarin and Navelina orange. *Botanica Marina* 45: 486 - 489.
- Francisco F. N. 2003. Formas de aplicación de ALGAENZIMS^{MR} en tomate hidropónico. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México. p. 45.
- Friedman M. 2003. Chemistry, biochemistry and safety of acrylamide. A Review: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:4504-4526.
- Gálvez A. M. E. 2005. Efecto de la aplicación de un extracto de algas marinas (*Durvillea antártica*) en el crecimiento vegetativo de plántulas de Arándano y Ciruelo. Tesis de Magíster en fisiología Frutal. Pontificia universidad Católica de Chile. Facultad Agronomía e Ingeniería Forestal. Septiembre-2005. Santiago - Chile.
- Gaultney I. Krutz. G. W. Steinhardt. G. W. Leiljedahl J. B. 1982. Effect of subsoil compactation on corn yield. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 25:563-569.
- Guerrero G. A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos, 2ª edición, Mundiprensa, Madrid.España.Pp.539.
- Hernández H. R. 2005. Efecto de ALGAENZIMS^{MR} en la germinación y vigor de semillas de chile ancho (*Capsicum annum L.*). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, Saltillo, México.

- Hong, YP.CC., Chen, HL., Cheng, y CH, L. 1995. Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. *Gartenbauwissenschaft* 60: 191-194.
- Hooker. W. J. 1986. *Compendium of potato diseases*, 3a edition, American Phytopathological society, st. Paul. Minnesota, Estados Unidos.
- Jeannin I., Lescure J. C. y Morotgaudry J. F. 1991. The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Botanical Marina* 34 469-473.
- Jones N. B. y Van staden, J. 1997. The effect of a seaweed application on the rooting of pine cuttings *South African Journal of Botany* 63: 141-145.
- Kuwada K. T., Ishii I., Matsushita I., Matsumoto, and Kadoya K. 1999. Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliolate orange roots *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 68:321-326.
- Lizzi Y., Coulomb. C., y Polian C. 1998. Seaweed and Mildew: What Does the Future Hold? *The defense of plant.* 508: 29-30.
- López C. J. C. 2008. Efecto del producto ALGAENZIMS^{MR} en la resistencia del suelo simulando la compactación en laboratorio. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.
- Mc. Garry D. 2001. Tillage and soil compaction. *Conservation Agriculture. A Worldwide Challenge*, pp 281-191. Eds. L. García Torres J. Benites, A., Martínez Videla. Spain: FAO – ECA.

- Méndez A. I. de J. 2004. Disminución del Riesgo de Compactación de Suelos Agrícolas por Inadecuado Manejo en Coahuila. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Metting B, Zimmerman WJ, Crouch I and Van staden J. 1991. Agronomic uses of seaweed and microalgae. In: Akatuska I (ed) Introduction to applied phycology, pp. 269-307. The ague, Netherlands: SPB Academic publishing bv.
- Montaldo A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa, instituto interamericano de cooperación para la agricultura, San José, Costa Rica. Pp 285-296.
- Mooney and Van Staden J. 1987. Tentative identification of cytokinins in *sargasusum heterophyllum* (Phaeophyceae). Bot Mar 30:232-325.
- Munguía L. J. 2002. Experimentos con la Aplicación de ALGAENZIMS, Labranza Cero y Reducción de Fertilizantes en Maíz y Trigo en Rotación. Patrocinado por CIQA, Palau Bioquim y el SISTEMA CONACYT SIRREYES (2000-2001), clave de proyecto No. 19990606017. Saltillo, Coahuila, México.
- Norrie J. 2005. Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. En: <http://terralia.com/revista15/pagina26.htm>. Consultado el 9 de agosto del 2010.
- Osorio B. F. M. 1999. Efecto de ALGAENZIMS^{MR} sobre el rendimiento y calidad del fruto de dos híbridos de melón (*Cucumis melo L.*) cultivados en acolchado transparente bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.

- Peña B. A. 2004. Aplicación de ALGAENZIMS^{MR} con agrofilm en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.
- Ratiba M. 1997. Eds. Agrotécnicas, S.L. CIF B80194590. Inscrita en el R. Mercantil de Madrid, Tomo 1997, Folio 160, Hoja M35672.
- Reyes R. D. M. 1993. Efecto de Algas Marinas y Ácidos Húmicos en Suelo Arcilloso y otro Arenoso, así como su Influencia en Lechuga (*Lactuca sativa*). Tesis de Maestría U.A.A.A.N. Buenavista, Coahuila, México.
- SIAP. 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. Disponible en línea en la dirección: <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 22 de noviembre del 2010.
- Talamás H. E. 1998. Efecto de los extractos de algas marinas en la calidad y rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Tamaro D. 1981. Manual de horticultura, 9ª edición. G. Gil, México. Pp 56.
- Valadéz L. A. 1994. Producción de hortalizas. Edit. LIMUSA. S.A de C.V. México, D.F. pp.- 52-68.
- Villarreal S. J. A. 2003. Búsqueda del principio Activo del extracto de Algas Marinas ALGAENZIMS – tratamiento agrícola. Tesis de maestría UAdeC. Saltillo, Coahuila, México.
- Weaver R. J. 1996. Reguladores de crecimiento en las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México.

Zhang X. y Ervin E. H. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with Creeping Bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop science*. 44:1737-1745.

Zurawiczn E., Mazny A. y Basak A. 2004. Productivity stimulation in strawberry by application of plant Bio regulators. 653: 155-160.

APÉNDICE

Cuadros comparativos de pesos promedio en kg y porcentaje en categorías de los tratamientos contra el testigo.

Cuadro 3. Comparación del T2 contra el T1 (testigo).

CATEGORÍA	T1	T2	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	0.775	0.186	32
Primera	1.321	1.483	0.162	12
Segunda	0.744	1.965	1.221	64
Tercera	0.670	1.735	1.065	59
Cuarta	0.391	1.053	0.662	69
Peso Total	3.716	7.012	3.296	89

Cuadro 4. Comparación del T3 contra el T1 (testigo).

CATEGORÍA	T1	T3	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	2.033	1.444	45
Primera	1.321	1.131	0.190	14
Segunda	0.744	1.061	0.317	43
Tercera	0.670	1.001	0.331	49
Cuarta	0.391	0.661	0.270	69
Peso Total	3.716	5.211	1.495	40

Cuadro 5. Comparación del T4 contra el T1 (testigo).

CATEGORÍA	T1	T4	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	0.925	0.336	57
Primera	1.321	1.020	0.301	23
Segunda	0.744	0.973	0.229	31
Tercera	0.670	0.989	0.319	48
Cuarta	0.391	0.994	0.063	16
Peso Total	3.716	4.991	1.275	34

Cuadro 6. Comparación del T5 contra el T1 (testigo).

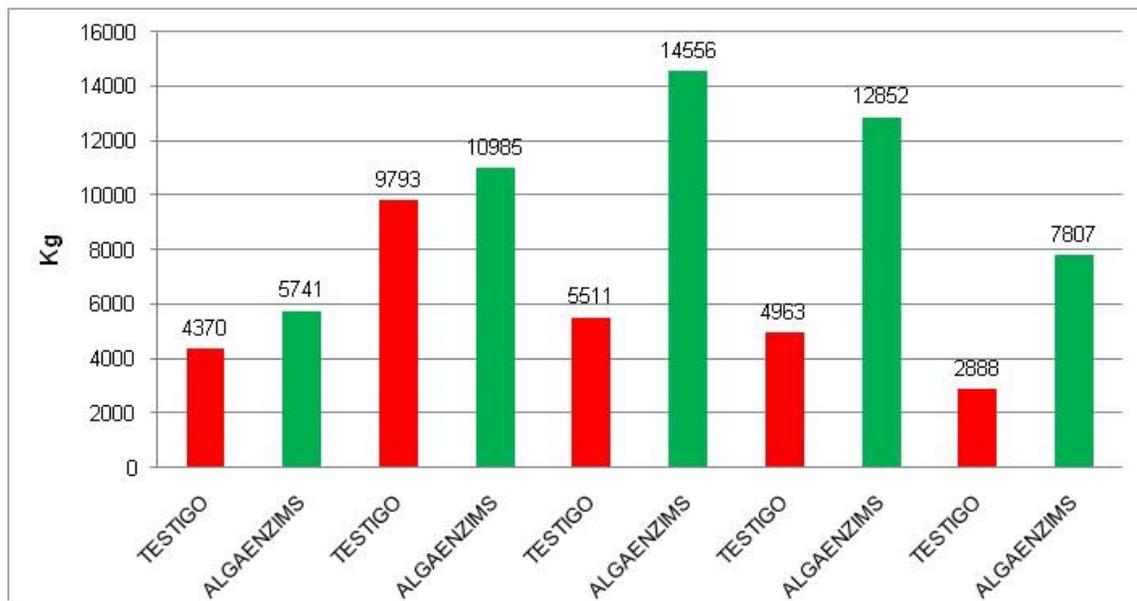
CATEGORÍA	T1	T5	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	1.342	0.753	28
Primera	1.321	1.342	0.021	2
Segunda	0.744	0.664	0.080	11
Tercera	0.670	0.979	0.309	46
Cuarta	0.391	0.583	0.192	49
Peso Total	3.716	4.910	1.194	32

Cuadro 7. Comparación del T6 contra el T1 (testigo).

CATEGORÍA	T1	T6	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	0.636	0.047	8
Primera	1.321	1.159	0.162	12
Segunda	0.744	1.013	0.269	36
Tercera	0.670	1.040	0.370	55
Cuarta	0.391	0.668	0.277	71
Peso Total	3.716	4.516	0.800	22

Cuadro 8. Comparación del T7 contra el T1 (testigo).

CATEGORÍA	T1	T7	DIFERENCIA (kg)	%
Extra	0.589	1.219	0.630	107
Primera	1.321	1.322	0.001	0
Segunda	0.744	1.273	0.529	71
Tercera	0.670	1.064	0.394	59
Cuarta	0.391	0.588	0.197	50
Peso Total	3.716	5.466	1.750	47



Categorías, precio y superficie	Extras \$9		Primeras \$9		Segundas \$7		Terceras \$5		Cuarta \$2.5		Total	
	1.35m	1ha ⁻¹	1.35m	1ha ⁻¹	1.35m	1ha ⁻¹	1.35m	1ha ⁻¹	1.35m	1ha ⁻¹	1.35m	1ha ⁻¹
Tratado	5,741	51,669	10,985	98,865	14,556	101,892	12,852	64,260	7,807	19,517.5	51,944	336,203.5
Testigo	4,370	38,330	9,793	88,137	5,511	38,577	4,963	24,815	2,888	7,220	27,525	198,079

Figura 17. Rendimiento por hectárea del mejor tratamiento en comparación con el testigo y ganancias significativas en pesos.

Análisis complementarios realizados al suelo

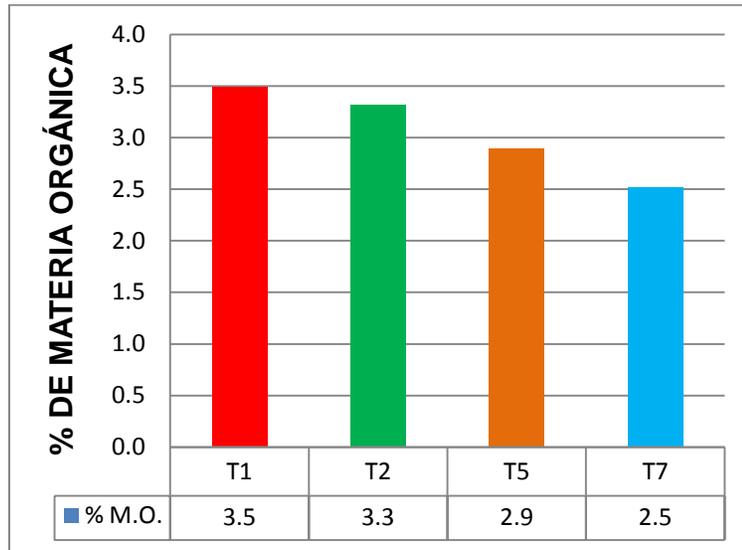


Figura 18: Contenido de materia orgánica en estrato de 0.0 a 0.15 m.

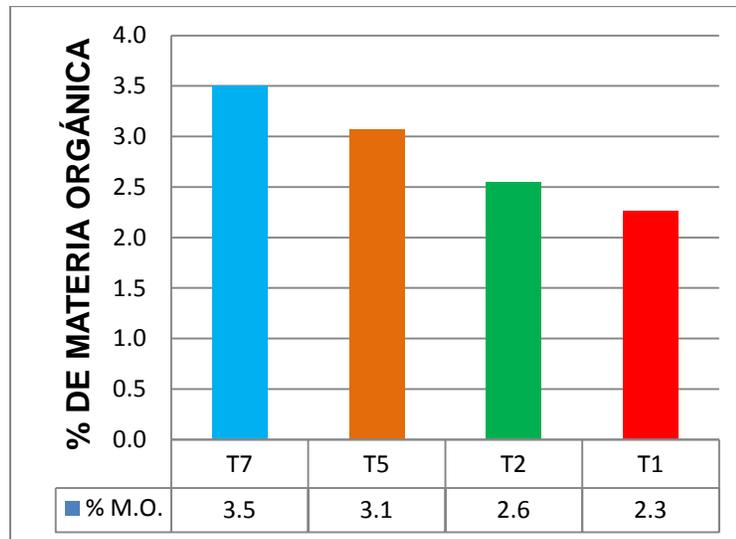


Figura 19: Contenido de materia orgánica en estrato de 0.15 a 0.30 m.

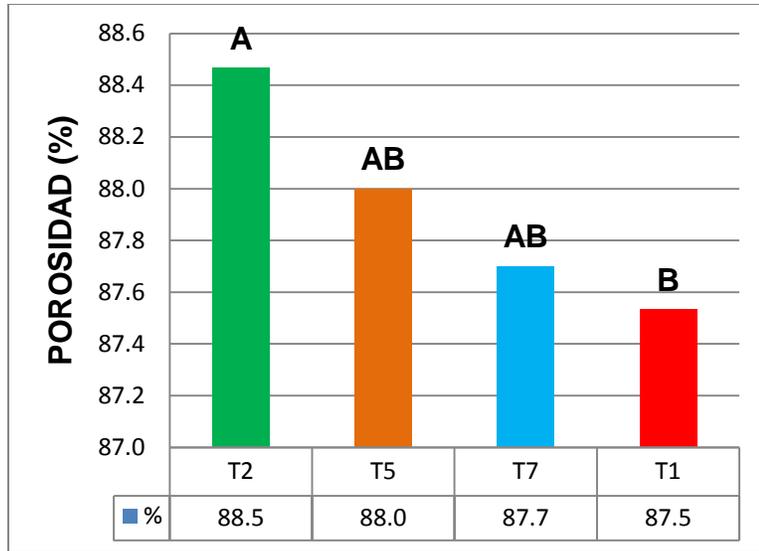


Figura 20. Porosidad en estrato de 0.0 a 0.15 m.

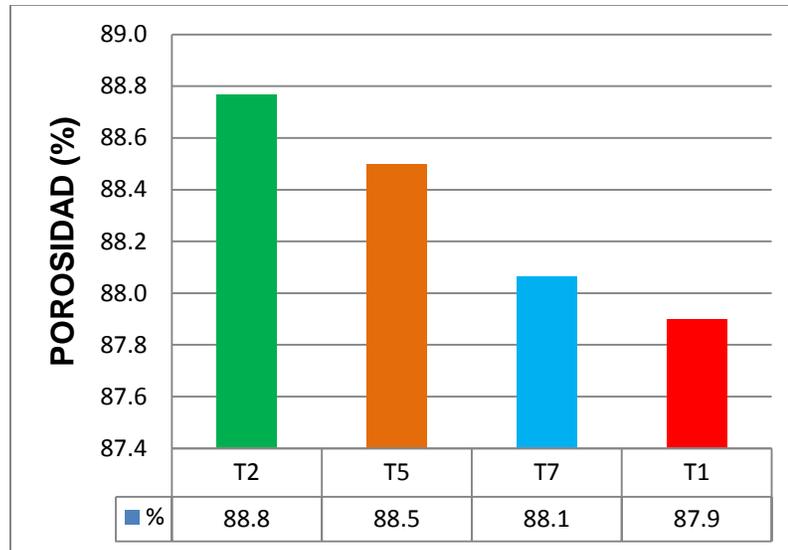


Figura 21. Porosidad en estrato de 0.15 a 0.30 m.

Análisis realizados en el tubérculo de papa.

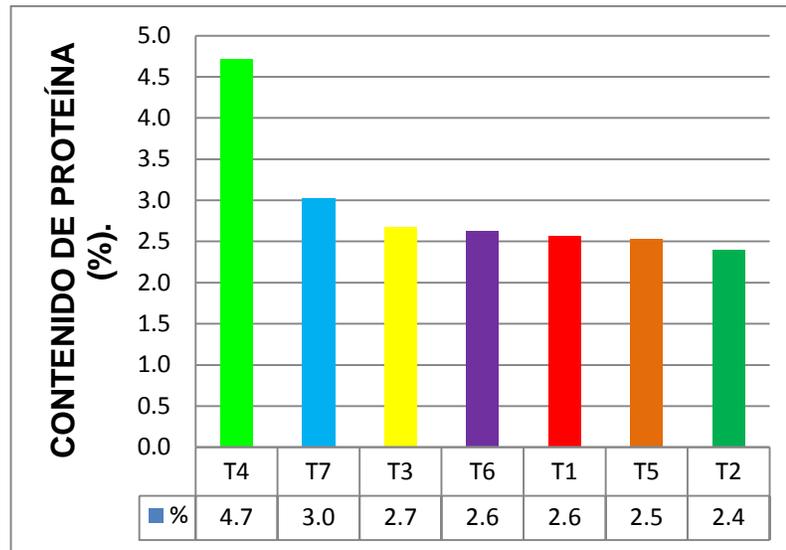


Figura 22. Porcentaje de contenido de proteína cruda en el tubérculo.

Cuadro 9. Valores porcentuales de las medias del análisis de minerales realizados en el tubérculo.

MINERALES	TRATAMIENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nitrógeno	0.7	0.4	0.4	0.7	0.4	0.4	0.5
Fósforo	0.0006	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005
Potasio	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
Calcio	0.0007	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003
Magnesio	0.005	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004