

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA



**“EFECTO DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus* L.
cv. LORCA”**

Presentado por:

CARLA NATALIA LAYTEN VERA

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

Lima – Perú

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EFECTO DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus* L.) cv. LORCA”**

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRONOMO

CARLA NATALIA LAYTEN VERA

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
PATROCINADOR

Dr. Julio Toledo Hevia
MIEMBRO

Dr. Oscar Loli Figueroa
MIEMBRO

Lima – Perú
2015

F04.
L429
T

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. LA ALCACHOFA	3
2.1.1. ORIGEN	3
2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	3
2.1.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	4
2.1.4. CULTIVARES:	5
2.1.5. FACTORES MEDIO AMBIENTALES	6
2.1.6. PROPAGACIÓN	7
2.1.7. MANEJO AGRONÓMICO.....	8
2.2. ALGAS MARINAS	16
2.2.1. USOS DE LAS ALGAS MARINAS	16
2.2.2. EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS	17
2.2.3. ESTUDIOS REALIZADOS CON EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL	20
3.1.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	20
3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	20
3.1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	22
3.2. MATERIALES Y EQUIPO	23
3.2.1. CULTIVAR	23
3.2.2. MANEJO DEL CULTIVO	23
3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS EVALUADOS	25
3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	31
3.3.1. TRATAMIENTOS.....	31
3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
3.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
3.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	32
3.4. EVALUACIONES	33

43 920

3.4.1. EVALUACIONES AGRONÓMICAS	33
3.4.2. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1. EVALUACIONES AGRONÓMICAS.....	34
4.1.1. RENDIMIENTO	34
4.2. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS	37
4.2.1. DIÁMETRO Y ALTURA DEL CAPÍTULO	37
4.2.2. PESO PROMEDIO DEL CAPÍTULO	37
4.2.3. NÚMERO DE CAPÍTULOOS POR PLANTA.....	41
4.2.4. MATERIA SECA DE HOJAS.....	42
4.2.5. MATERIA SECA DE CAPÍTULOS.....	44
4.2.6. ANÁLISIS FOLIAR	45
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. BIBLIOGRAFÍA	51
VIII. ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Análisis físico-químico del suelo: Fundo San Martín – Cañete	21
Cuadro N° 2: Datos meteorológicos históricos 2008-2011, Marzo – Octubre. Cañete	22
Cuadro N° 3: Composición de Fertimar	25
Cuadro N° 4: Composición de Vitamar Excel	26
Cuadro N° 5: Composición de Stimplex-G	28
Cuadro N° 6: Composición de Agrostemin.....	29
Cuadro N° 7: Composición de Alger	30
Cuadro N° 8: Tratamientos evaluados.....	31
Cuadro N° 9: Características del campo experimental.....	32
Cuadro N° 10: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.	35
Cuadro N° 11: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas en el diámetro y altura del capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.	38
Cuadro N° 12: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el peso promedio (g) y número de capítulos por planta del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.	40
Cuadro N° 13: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en hojas y capítulos del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.....	43
Cuadro N° 14: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre la concentración de nutrientes en hojas del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Datos Históricos Temperatura	23
Gráfico N° 2: Efecto de la aplicación de extractos de algas marianas sobre el rendimiento (t/ha) de capítulos de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.....	36
Gráfico N° 3. Efecto de la aplicación de algas marinas sobre el rendimiento en miles de docenas/ha de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.....	36
Gráfico N° 4: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el diámetro del capítulo del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L) cv. Lorca. Cañete – 2012.....	39
Gráfico N° 5: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre la altura del capítulo del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.....	39
Gráfico N° 6: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el peso promedio del capítulo (g) en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012....	41
Gráfico N° 7: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el número de capítulos por planta en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L) cv. Lorca. Cañete – 2012.	42
Gráfico N° 8: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en hojas (%) del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.....	44
Gráfico N° 9: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en capítulos (%) en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Croquis y distribución de los tratamientos en el área experimental, Fundo San Martín. Cañete - 2012.....	55
ANEXO 2: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados.....	56

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los extractos de algas marinas¹ en el rendimiento² y calidad³ del cultivo de Alcachofa⁴ (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca, bajo condiciones del valle de Cañete. El diseño empleado para este experimento fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar, el área experimental se dividió en 24 parcelas, siendo el área por parcela de 21 m². Para el presente trabajo se utilizaron 5 tratamientos y un Testigo, cada uno con 4 repeticiones. Los productos comerciales utilizados a base de extractos de algas marinas fueron Agrostemin, Stimplex, Vitamar Excel, Fertimar y Alger, las dosis utilizadas fueron las recomendadas por las casas comerciales, realizándose tres aplicaciones para cada tratamiento. Las evaluaciones realizadas fueron rendimiento en toneladas/hectárea y miles de docenas/ha; peso promedio del capítulo (g), número de capítulos por planta (unidades), diámetro y altura del capítulo (cm), materia seca en hojas y capítulos (%) y análisis foliar. Los rendimientos variaron entre 16,08 y 21,41 t/ha y 14,49 y 18,92 doc/ha (miles) siendo el tratamiento con Agrostemin el que obtuvo el valor más alto, sin embargo no se observaron diferencias significativas para esta variable. Los valores de diámetro y altura de capítulo no fueron influenciados por ningún tratamiento los valores promedio variaron entre 5,82 y 6,00 cm y 6,42 y 6,74 cm. No se encontraron diferencias significativas para las variables peso promedio de capítulos y número de capítulos por planta siendo el Tratamiento con Agrostemin el que obtuvo el mayor valor con 97,71 g y 19,34 capítulos por planta. La materia seca tampoco fue afectada por ninguno de los tratamientos, estos valores variaron para hojas entre 17,72 % y 21,96% y para capítulos entre 13,88 y 18,25 %. Para el análisis foliar se encontró diferencias significativas para el contenido de Potasio (K), siendo el Tratamiento con Fertimar el que obtuvo el mayor contenido de potasio con 3,22 %. Según la prueba de comparación de medias de Duncan se obtuvo diferencias entre las medias de los tratamientos para el contenido de Fósforo (P), Potasio (K), Cobre (Cu) y Boro (B).

Palabras clave: Extractos de algas marinas¹, rendimiento², calidad³, alcachofa⁴.

ABSTRACT

The effect of seaweed extracts¹ in the yield² and quality³ of artichoke⁷ crop (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca was evaluated. A randomized complete block design was used in this experiment; the experimental area was divided into 24 plots, each plot with an area of 21 m². For this work 5 treatments and a witness, each one with 4 replicates, was used. The commercial products based on seaweed extracts were Agrostemin, Stimplex, Vitamar Excel, Fertimar and Alger, the dose used were recommended by manufacturers, three applications per treatment were realized. The evaluations were made in yield tonnes/hectare and thousands of dozens/hectare, average weight of heads (g), number of heads per plant (units), diameter and height of the head (cm), dry matter in leaf and head (%), and foliar analysis. Yield ranged between 16,08 and 21,41 t/ha and 14,49 and 18,92 doz/ha (thousand) being Agrostemin treatment which had the highest value, however no significant differences were observed for this variable. The values of diameter and height of artichoke head were not influenced by any treatment, the mean values ranged between 5,82 to 6,00 cm and 6,42 to 6,74 cm, respectively. For the variables average weight of heads and number of head per plant no significant differences were found, Agrostemin obtained the highest value with 97,71 g and 19,34 heads per plant. Dry matter was also not affected by any of the treatments, these values ranged between 17,72 % and 21,96 % for leaves and for artichoke heads between 13,88 % and 18,25%. Significant differences were found in leaf analysis for the content of Potassium (K), Fertimar obtained the highest value 3,22 %. Duncan test showed differences between treatments means for the content of phosphorus (P), potassium (K), copper (Cu) and Boron (B).

Key Words: Seaweed extracts¹, yield², quality³, artichoke⁴.

I. INTRODUCCIÓN

En la década de los 90, se empiezan a realizar investigaciones para la introducción del cultivo de Alcachofa sin espinas, con finalidad de exportación en fresco y conservas (corazones y fondos). Es así que se introducen los principales cultivares sin espinas Green Globe, Imperial Star, Lorca entre otros¹. El área de este cultivo se ve incrementada, registrándose en el año 2009 una superficie de 6,39 mil hectáreas, siendo las principales zonas de producción Ica, Arequipa, La Libertad, Ancash, Junín y Lima².

Pero a pesar de ser un cultivo cuya área se encontraba en crecimiento la Asociación de Agroexportadores nos informa que para el año 2013 las exportaciones de este cultivo se han reducido por un tema de rentabilidad. Sin embargo según el Sistema de Inteligencia de las Naciones Unidad ComTrade para el año 2013 nuestro país ocupa el tercer lugar entre los países exportadores de alcachofas en conserva con un 9 % del total de envíos en el mundo³.

Para los cultivos de exportación como es la alcachofa, las empresas de insumos agrícolas se encuentran ofreciendo actualmente diversos fertilizantes foliares y bioestimulantes para aumentar y mejorar la producción. Algunos de estos nuevos productos son hechos a base de algas marinas y son usados actualmente en la agricultura.

Los extractos de algas contienen nutrientes mayores como nitrógeno, fósforo y potasio, y nutrientes menores como cobre, zinc, magnesio entre otros, además contienen sustancias promotoras de crecimiento en pequeñas cantidades como auxinas, giberelinas y citoquininas. Los principales géneros de algas que se utilizan para la elaboración de estos extractos son: *Fucus*, *Laminaria*, *Ascophyllum*, *Ankistrodesmus*, *Sargassum*, *Eklonia*, *Durvilles* entre otras.

Se tienen documentados los experimentos realizados con extractos de algas en otros países como India y Brasil, principalmente realizados en leguminosas de grano, obteniendo resultados significativos para los parámetros de rendimiento y toma de nutrientes.

¹ <http://www.ipeh.org/alcachofa.asp>

² Ministerio de Agricultura – Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Dirección de Agronegocios. 2011

³ <http://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-alcachofas-sumaron-us-247-millones>

Considerándose que el uso y la venta de estos extractos se han incrementado en la agricultura peruana es necesario que se realicen pruebas de su efectividad, para contar con estadísticas científicas y saber si influyen o no en la mejora de la productividad y calidad de los cultivos.

Bajo este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo:

- Evaluar el efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad del cultivo de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca, bajo condiciones del Valle de Cañete.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA ALCACHOFA

2.1.1. ORIGEN

La alcachofa (*Cynara scolymus* L.) pertenece a la familia Compositae y es probablemente originaria del Norte de África y/o el sudoeste de Europa, donde fue sembrada hace 2000 a 3500 años antes de Cristo. De Italia fue introducida a Inglaterra en 1548 y de allí paso a los Estados Unidos en 1806 (INIA, 2001).

Esta cultivo puede ser que no sea una especie originaria, sino más bien consecuencia de una serie de selecciones hechas por el hombre a partir del cardo silvestre (*Cynara cardunculus* var. *Sylvestris* (Lamk, Fiorei), obteniendo primero el cardo comestible (*Cynara cardunculus* var. *cardunculus*) y, a partir de éste, también por selección, se habría llegado a la obtención de la alcachofa actual cultivada. Su nombre botánico actual es *Cynara cardunculus* L. var. *Scolymus*(L) Hayek (Serrano, 2006).

2.1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

a. TAXONOMÍA (Flores y Vilcapoma, 2003)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Tribu:	Cynareae
Género:	Cynara
Especie:	<i>Cynara scolymus</i> L.
Nombre común:	Alcachofa, alcaucil (español), artichoke (inglés), carciofo (francés)

2.1.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El sistema radicular es ramificado; Costa y Sierra Central del Perú, se ha observado que la raíz principal alcanza hasta 1,2 m de profundidad y las raíces secundarias cubren un área de 0,5-0,6 m de diámetro. Después del primer año, la raíz taxomorfa se vuelve carnosa y sirve como un órgano de almacenamiento (INIA, 2001). En variedades producidas por semilla, la raíz es más pivotante y alcanza menor tamaño que en las variedades que se multiplican vegetativamente (Serrano, 2006).

La planta posee un tallo en cuyo extremo principal se desarrolla una inflorescencia que se denomina cabezuela. De las yemas auxiliares del tallo principal se desarrollan ramificaciones que sustentan alcachofas secundarias y terciarias de menor tamaño. La altura de la planta alcanza hasta 1,8 metros (CIREN, 1988).

Las hojas se insertan alrededor de un tallo muy corto, no visible, formando una roseta como ocurre con las lechugas. Las jóvenes son muy crespas, hendidas y tienen una tonalidad plateada muy acentuada que van perdiendo a medida que crecen, llegando a ser muy grandes, de color verde algo grisáceo, con bordes aserrados de grandes dientes y con nervaduras carnosas y prominentes hacia el envés, que tiene color blanquecino. Las hojas bajas maduras se doblan por su peso y se tienden sobre el suelo, siendo esto más notorio cuando pierden turgencia por estrés hídrico (Robles, 2001).

Las flores corresponden a una inflorescencia o alcachofa que es la parte comestible, consta de un receptáculo que se conoce comúnmente como “fondo de alcachofa” y de brácteas que protegen a las flores, cuya base también es comestible (CIREN, 1988).

El capítulo o cabezuela puede ser alargado o achatado, formando un rosetón, con hojas (brácteas) verdes o moradas, imbricadas unas con otras, unidas en la base (receptáculo), que va a continuación del tallo. Estas brácteas son erectas, de forma ovada o alargada; son tiernas y carnosas en el interior para ir endureciéndose hacia la periferia, cuyo ápice puede terminar en una uña o en una espina; son de color verde oscuro a claro y pueden ser azul y violeta en otras (Serrano, 2006).

2.1.4. CULTIVARES:

Basniski y Zohary citados por INIA (2001), indican que la colección mundial de alcachofa de Bari, fue sujeta a un examen detallado de los diferentes cultivares por los investigadores. El análisis mostró que la mayoría de las muestras examinadas corresponden a los siguientes grupos principales:

- El grupo “spinosi” caracterizado por los cultivares con largas espinas puntiagudas en las brácteas y hojas.
- El grupo “violetti” con cabezas de tamaño medio de color violeta, que son cosechados relativamente temprano en la primavera.
- El grupo “romaneschi” que contiene cultivares con cabezas esféricas o sub-esféricas que son cosechadas relativamente tarde en la primavera.
- El grupo “catanesi” con cabezas relativamente pequeñas y elongadas. La cosecha comienza a finales de otoño y continúa en primavera.

Los principales cultivares sembrados en el Perú son los siguientes:

- A – 106: Cultivar sin espinas, propagado por semillas, de crecimiento uniforme. Capítulos de forma variable, brácteas jaspeadas de violeta y verde brillante con hendidura en ápice, el corazón es blanco (Martinez, 2007).
- Blanca de Tudela: cultivar vigoroso de porte medio, mide aproximadamente 1 metro. La cabezuela es de color verde claro, es precoz, el capítulo es oval, pequeño y con mayor tendencia a elipsoide, también es compacto en su base (Flores, 2007).
- Criolla: Los cardos tienen el tamaño deseado a los 7 – 11 cm. Se adapta a zonas alto andinas desde 0 hasta 3500 m.s.n.m. (COPEME, 2009).
- Green Globe: cultivar proveniente de Norteamérica. Esta es carnosa, grande, de brácteas más cerradas y no presenta espinas (CIREN, 1988).
- Imperial Star: Plantas de porte alto y baja capacidad de rebrotación el primer año. El capítulo principal es subesférico compacto de grandes dimensión. Producción precoz con ciclo productivo medio a largo (Gobierno de Aragon, 1999).
- Lorca: Plantas vigorosas con cabezuelas de color verde o capítulos ovales a veces achatados, de color verde. Es precoz y muy productiva, la producción es de 15 a 20 capítulos por planta con rendimientos de 15 a 20 t/ha/año (Flores, 2007).

2.1.5. FACTORES MEDIO AMBIENTALES

a. CLIMA

Es un cultivo de clima templado y soleado. Necesita de veranos calurosos y secos, donde el invierno sea suave, para que la vegetación en esa época calurosa paralice su desarrollo y, luego, en la estación fría produzca inflorescencias. El espacio de temperatura para conseguir una buena producción está comprendido entre 8 °C y 30°C; por encima y por debajo de esos valores la planta detiene su desarrollo vegetativo (Serrano, 2006). Las condiciones óptimas de temperatura para la alcachofa, oscilan entre 15 a 18°C en el día, y 10 a 12°C en la noche (Casas, 2000).

La alcachofa resiste el frío, pero las heladas fuertes dañan las cabezas y el follaje. Sobre 28 °C las cabezas tienden a abrirse, pierden color y maduran más rápidamente y se tornan menos carnosas y más duras. El tiempo fresco y una alta humedad relativa, características de climas costeros en partes de Chile, Perú y California, son muy favorables para el desarrollo y buena calidad de la inflorescencia comestible (Casseres, 1980).

b. SUELO

La alcachofa prospera en un amplio rango de suelos, pero es recomendable que sean fértiles, profundos, ricos en materia orgánica y tengan un buen drenaje. Prefiere suelos con pH que varíe de 6,4- 7,5 y la conductividad eléctrica sea menor de 4 dS/m. La alcachofa es una planta que agota intensamente el terreno, por lo cual es aconsejable la adición de materia orgánica y la rotación con otros cultivos (leguminosas) después de tres años, pudiendo ser instalado nuevamente en el mismo terreno luego de tres años (INIA, 2001).

Citas bibliográficas extranjeras indican que las cosechas se reducen a partir de 5 dS/m (conductividad eléctrica expresada en mmhos/cm a 25°C) aunque eso no parece ser limitante en nuestro medio, donde desarrolla aparentemente bien hasta con 9,8 dS/m. Sin embargo cabe la posibilidad de que la calidad de los capítulos pudiera verse afectada en alguna forma. Lo mismo podría ocurrir en suelos muy alcalinos, en los que son frecuentes las deficiencias de nutrientes menores (Robles, 2001).

c. AGUA

La alcachofa requiere de una adecuada disponibilidad de agua principalmente durante el crecimiento vegetativo, formación de yemas y maduración de cabezuelas florales. La falta de agua durante el crecimiento trae como consecuencia plantas pequeñas, pobres en vigor y desarrollo; en caso que la escasez se presente durante la formación de yemas se promoverá la formación de cabezuelas de inferior calidad. La mayor demanda hídrica se presenta al final de la etapa de crecimiento vegetativo e inicio de la formación de inflorescencias. El aumento de la temperatura promueve una intensa transpiración causando muchas veces marchitez de las hojas y "estrés" de la planta luego de una tarde calurosa.

Los niveles hídricos son bastante considerables ya que el cultivo desarrolla una exuberante área foliar. Según estudios realizados a nivel de Costa, se ha determinado entre 7 500 a 11 000 m³ de agua/ha en condiciones de riego por gravedad (INIA, 2001).

d. LUZ

Basnizky y Zohary mencionados por INIA (2001) nos dicen que la alcachofa es una planta de días largos con un fotoperiodo mínimo de 10,5 horas. La longitud del día y la alternancia de periodos de oscuridad durante el crecimiento de una planta tienen un efecto notable en la determinación de la época de floración. Algunas plantas florecen cuando los días son cortos (12 a menos horas de luz diurna), pero otras sólo lo hacen cuando reciben de 14 a más horas de iluminación; otras son neutras, es decir no son afectadas por este tipo de variaciones.

2.1.6. PROPAGACIÓN

a. SEMILLA BOTÁNICA

La propagación por semilla botánica implica realizar un almacigado (Casas, 2000). En la alcachofa el porcentaje de germinación de las semillas está muy ligado a las condiciones del clima bajo las que se desarrolló la planta madre, siendo difícil obtener más de 80% en las que se consideran buenas por haber ocurrido una adecuada vernalización. La germinación se produce alrededor del séptimo día en almacigos protegidos y al décimo o algo más si está a la intemperie (Robles, 2001).

Cuando las plantas tienen 4 ó 5 hojas se trasplantan, separándolas entre sí unos 70 – 90 cm (Maroto, 2002).

b. HIJUELOS

Los hijuelos son brotes nuevos que se originan a partir de yemas del tallo principal de la planta, y que desarrollan su propio sistema radicular. Para su propagación los hijuelos se cortan con algo de raíz. Los hijuelos se separan de la planta madre haciendo un corte en diagonal, además se corta el follaje de 15 a 20 cm de largo para reducir la transpiración de la planta (INIA-URURI, 2011).

La propagación por hijuelos, implica tener ya la plantación y se seleccionan las plantas sanas, más productivas y con mejores características de botones florales, y de ahí se extraen hijuelos con porciones radiculares, para trasladarlos a otros campos y utilizarlos como material de trasplante. Estos hijuelos se extraen de las plantas cuando están acabando su ciclo de producción o cosecha (Casas, 2000).

2.1.7. MANEJO AGRONÓMICO

a. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del suelo es una labor sumamente importante dentro del proceso productivo del cultivo, por cuanto el suelo recibirá las plántulas y permitirá su crecimiento y desarrollo hasta la cosecha; siendo una de las causas de los bajos rendimientos la mala preparación de suelos.

Una adecuada y oportuna preparación del suelo facilitará el prendimiento de las plántulas, si estas encuentran suelos demasiado compactos se debilitarán llegando a la muerte (INIA, 2001).

Como la raíz es profunda se requiere subsolado para facilitar su penetración y drenaje del agua excedente, especialmente en los suelos arcillosos que se compactan mucho con los riegos, el paso de maquinaria y trabajadores.

Es también muy importante la nivelación cuando se riega por gravedad, por la ya señalada susceptibilidad de las plantas a los problemas de anegamiento, sobre todo en su primera etapa de desarrollo (Robles, 2001).

En Costa y Sierra durante la preparación del suelo se incorpora los abonos orgánicos (estiércol entre 15 a 20 t/ha) (INIA, 2001).

b. SIEMBRA

Cuando los plantines tienen de 2 a 3 hojas verdaderas y una altura de 15 a 20 cm se realiza el trasplante, un día antes del trasplante se realiza un riego de enseñanza. El plantín se coloca en la mitad de la costilla del surco y luego se procede a realizar un riego ligero. Los plantines antes de ser trasplantados deben ser desinfectados y remojados en un producto enraizante.

Cuando la plantación se hace con hijuelos conviene cortar las hojas por la mitad, con la finalidad de reducir la transpiración y deshidratación en tanto se desarrollan las raíces absorbentes. La plantación se hace colocando el hijuelo a 15 cm de profundidad y regándolo inmediatamente sin que el agua llegue al cuello, procediéndose en igual forma cuando se trata de esquejes. En el caso de usarse plántulas procedentes de semilla botánica, el cuello debe quedar a ras del suelo y el agua debe llegarle también por capilaridad, siendo peligrosa la saturación del terreno en esta etapa.

La densidad de siembra va a depender del tipo de producto que se desea obtener. Densidades muy bajas (2500 a 3500 plantas por hectárea) se emplean para producir alcachofas de tamaño grande (mayores de 200 gramos por capítulo); densidades altas (7000 a 10000 plantas por ha) se utilizan para obtener capítulos pequeños (capítulos de 100 a 150 gramos). Sin embargo, hay que tener en cuenta como desarrollan estos cultivares en cada zona (Robles, 2001).

Las experiencias a la fecha, nos indican que las densidades entre plantas pueden oscilar entre 40 a 60 cm y entre hileras, entre 1,2 a 1,8 m. Mayores densidades para las condiciones de sierra y menores densidades para las condiciones de costa (Casas, 2000).

En la costa las mejores plantaciones son las que se instalan a fines del verano (Marzo) porque permiten mayor aprovechamiento de la producción, pues las alcachofas que se cosechan en invierno o inicios de la primavera no se abren y pueden lograrse de mayor tamaño si el propósito es la exportación en fresco. Para industria también la época es buena porque se pueden cosechar de hasta 150 gramos sin que se forme pilosidad

interna. Si estas plantas se chapodan puede lograrse otra cosecha en verano, pero de menor volumen y calidad. Una ventaja adicional, hablando de variedades anuales, es que las siembras de Marzo cuya cosecha concluye en primavera - permiten la rotación con otro cultivo de verano; cosa que es muy importante porque siempre han faltado cultivos rentables de invierno para hacer rotaciones (Robles, 2001).

c. FERTILIZACIÓN

La fertilización de la plantación va a depender, como en todo cultivo, de las condiciones de fertilidad que presente el suelo donde se va a desarrollar. Las dosis que se han empleado en promedio oscilan alrededor de 250-150-200 kg/ha de NPK, se puede suplementar con la aplicación de materia orgánica a la preparación del suelo y aplicaciones de fertilizantes foliares completos durante el desarrollo del cultivo. El fraccionamiento de la dosis puede hacerse en los tres primeros meses del cultivo (Casas, 2000).

Según Alsina (1982), se calcula que una cosecha media de 15 toneladas de alcachofa extrae por hectárea: 120 kg N, 84 kg de P_2O_5 y 180 kg de K_2O . Mientras Robles (2000), menciona que una cosecha de 15000 kg/ha., extrae del suelo 150 kg de N, 60 kg de P y 180 kg de K.

d. RIEGO

En lo relacionado a los requerimientos hídricos, la alcachofa es una planta muy exigente en agua; sin embargo, hay que evitar excesos como déficits, ya que podría favorecerse las pudriciones radiculares. La plantación siempre debe mantenerse en capacidad de campo. Cuando entra en producción la planta, por lo general requiere de un mayor suministro, por lo que los riegos son más frecuentes (Casas, 2000).

INIA (2001) nos menciona que los niveles hídricos son bastante considerables ya que el cultivo desarrolla una exuberante área foliar y que en los estudios realizados a nivel de costa, se ha determinado entre 7500 a 11000 m³ de agua en condiciones de riego por gravedad. Bajo el sistema de riego por goteo, la eficiencia es mayor, el consumo de agua puede reducirse hasta 5000 m³/ha si se maneja bien (Robles, 2001).

e. ÁCIDO GIBERÉLICO

El ácido giberélico es una fitohormona promotora del crecimiento y la fructificación. En el caso de la alcachofa se usa para estimular el desarrollo de la cabezuela, aumentando su tamaño (Casseres, 1980). Las aplicaciones exógenas de ácido giberélico (AG) se han mostrado en algunos cultivares de alcachofas, multiplicados a través de sus semillas, como agentes que pueden soslayar las necesidades en frío e inductores de la floración (Maroto, 2002).

Aplicaciones de giberelinas 60 y 90 días antes de la cosecha, a una concentración de 10 a 40 ppm, son efectivas para incrementar la inducción floral y obtener una cosecha más precoz. Sin embargo, esta práctica puede afectar el rendimiento total, tamaño y peso de la inflorescencia (Valadez, 1994).

La aplicación exógena de ácido giberélico, ocasiona a las plantas "un estirón", es decir, favorece un crecimiento violento, por lo que las plantas deben estar bien protegidas de agua y nutrientes para responder adecuadamente a esa mayor exigencia de crecimiento, por lo que se recomienda regar antes de la aplicación con un adicional de fertilización nitrogenada (por ejemplo, agregar nitrato de amonio o nitrato de calcio, 100 kg/ha) (Casas, 2000).

f. CONTROL DE MALEZAS

En la alcachofa el mejor modo de controlar las malezas es mediante el empleo de herbicidas preemergentes, que deben aplicarse antes del trasplante o inmediatamente después, empleando campanas protectoras en las boquillas para no mojar las plántulas o hijuelos. Entre los herbicidas recomendados se encuentran los herbicidas sistémicos que no actúan sobre las raíces, sino alterando los procesos de la germinación, como el Pendimetalin (Prowl), que aplicado en preemergencia afecta solo el embrión de las semillas, no teniendo acción tóxica sobre las raíces de las plántulas que pudieran tomarlo (Robles, 2001).

En Costa el control se efectúa en forma manual con lampa y mediante el uso de maquinaria agrícola. El control manual con lampa está más generalizado durante toda la campaña productiva de la alcachofa porque se hace menos daño; considerando que

la alcachofa en sus etapas avanzadas (reproductiva y maduración) presenta hojas grandes con un peciolo quebradizo.

En Sierra constituyen un problema de importancia económica porque el efecto de competencia comienza desde el trasplante de la alcachofa, que coincide con el periodo de lluvias el cual favorece la germinación de muchas especies que rápidamente invadirán toda la extensión del terreno (INIA, 2001).

g. CONTROL SANITARIO

g.1. PLAGAS

Entre las principales plagas del cultivo de alcachofa se encuentran:

- **Lepidópteros.** En las primeras etapas del cultivo se presentan como insectos dañinos los gusanos de tierra atacando plantas pequeñas y luego dañando hojas tiernas y cogollos antes de la aparición de las alcachofas, a las que también pueden atacar dejando lesiones en las brácteas que las descalifican para su comercialización. Dentro de la familia Noctuidae, las especies más frecuentes se ubican en los géneros *Agrotis*, *Feltia*, *Spodoptera*, *Pseudoplusia*, *Copitarsia*, incluso, *Heliothis*, debiendo ser controladas con aplicaciones de bioinsecticidas a base de las endotoxinas de *Bacillus thuringiensis* o de inhibidores de síntesis de quitina, que deben ser aplicados en forma general al aparecer los primeros daños (Robles, 2001; CIREN, 1988).
- **Pulgones.** Las especies más frecuentes son *Aphis fabae* y *Myzus persicae*, pudiendo presentarse también *Aphis gossypii* en las zonas aldoneras. Producen melazas y encrespamiento en las hojas y si se sitúan en los capítulos tiernos los descalifican para el mercado por contaminarlos con sus cuerpos (Robles, 2001).

- **Moscas minadoras:** Las larvas hacen minas en el amplio limbo de las hojas, una las hace redondeadas (*Agromyza sp.*) y otra serpenteantes (*Liriomyza huidobrensis*); en el interior se encuentran pequeñas larvitas de color blanco amarillento que comen el parénquima foliar, por lo que las minas toman color marrón (Robles, 2001). Debido a las altas poblaciones de *L. huidobrensis*, las hojas se caen produciendo defoliación parcial o total de la planta lo cual afecta a la producción (INIA, 2001).
- **Moscas blancas.** Se trata de las especies *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifolii*, que son polífagas y cosmopolitas y pueden convertirse en una seria plaga si se les combate con insecticidas orgánicos (Robles, 2001).
- **Escarabajos:** Las larvas de este grupo de insectos fitófagos de la familia Scarabaeidae, ocasionalmente pueden afectar el sistema radicular de esta hortaliza, especialmente cuando se incorpora materia orgánica (Sanchez y Vergara, 1998).
- **Arañitas rojas:** *Oligonychus peruvianus* y *Tetranychus ludeni*, infestan a la alcachofa y el daño es provocado por las ninfas y adultos que producen moteados blanquecinos en las hojas, seguido por amarillamiento y bronceamiento foliar. En infestaciones severas, las hojas mueren y caen. Las condiciones de sequía favorecen la presencia de estos ácaros (INIA, 2001).
- **Nemátodos.** Por tener raíces suculentas la alcachofa es muy sensible al ataque del nemátodo *Meloidogyne incognita*, que forma los característicos nódulos y debilita rápida y sensiblemente a las plantas, que acusan marchitez por no poder tomar suficiente agua y nutrientes (Robles, 2001).

g.2. ENFERMEDADES

Entre las principales enfermedades del cultivo de alcachofa se encuentran:

- **Oidiosis:** Es producida por el hongo *Leveillula taurica*, produce un micelio externo muy importante en el envés, el haz se amarillea y se necrosa (Maroto, 2002). Como consecuencia del avance de la enfermedad las manchas se tornan amarillentas y luego se necrosan y arquean virando a color marrón, llegando a comprometer toda la hoja (Robles, 2001).

- **Botrytis:** Es producida por el hongo *Botrytis cynerea*, ataca principalmente a los capítulos tiernos cuyas brácteas se van secando y tomando el aspecto de madera, llegando a momificarlos totalmente en tanto se desarrolla dentro de ellos el micelio del hongo en forma de moho gris. También puede extenderse a los pedúnculos florales, de los cuales pasa a los nuevos capítulos axilares que se van formando (Robles, 2001).
- **Chupadera:** Es producida por el hongo *Rhizoctonia solani*, los rizomorfos del patógeno van extendiéndose por la superficie de las jóvenes raíces y las van parasitando hasta acabar con ellas si la infección es intensa. A medida que los tejidos de la planta crecen la dificultad que este hongo tiene en parasitarlos es mayor precisamente a ello se debe el hecho que pasado un periodo crítico de juventud la muerte de plantas por *Rhizoctonia* es muy reducida (García, 1999).
- **Pudrición húmeda de la corona:** Es producida por la bacteria *Erwinia carotovora*, muy frecuente en la costa sobre brócoli y otros cultivos durante los inviernos con mucha garúa. Se ve muy favorecida por el anegamiento y se transmite a través de hijuelos procedentes de plantas enfermas. Es propia de climas húmedos como los de la costa y se presenta atacando el cuello, la corona y las raíces, que se ponen suaves, marrones y se pudren, produciendo una rápida marchitez que se diferencia de la del *Fusarium* porque es húmeda y maloliente.
- **Viruela.** Se presenta en la sierra y es causada por el hongo *Ramularia cynarea*, que produce pequeñas manchas circulares de color marrón en las hojas bajas, llegando a comprometerlas en su totalidad. Está muy relacionada al periodo de lluvias y obliga a realizar podas en forma preventiva (Robles, 2001).

h. COSECHA

La cosecha, se inicia alrededor de los cuatro meses del cultivo (Casas, 2000). La cosecha de las alcachofas se hace a mano, cortando el péndulo, entre 15 cm a 20 cm debajo de la cabeza, cuando éstas tienen de 5 a 10 cm de diámetro, según el cultivar. Los recolectores llevan canastos o mochilas para juntar el producto, el cual se comercializa en cartones o cajas según el tamaño (Casseres, 1980).

La frecuencia de cosecha es variable, los botones florales que se originan en los meses de menor temperatura necesitan de 19 a 20 días en lograr su índice de madurez comercial. Por el contrario, los botones florales que se originan en condiciones más calurosas, maduran más rápidamente y en 14 a 15 días adquirirán su madurez comercial.

Así, en la Costa Central, cuando la cosecha se inicia a partir de Octubre y las condiciones climáticas son templadas, el periodo aproximado de cosecha será de 90 días; esto se reducirá, si las temperaturas se elevan bruscamente en los próximos meses, llegando a un periodo de 60 días como máximo y obteniéndose un número de cosechas total que fluctúa de 7 a 10 por campaña productiva con intervalos de 7 días.

En condiciones de Sierra Central, en plantaciones procedentes de campaña chica el periodo de cosecha es de 100 días, con ocho cosechas por campaña e intervalos de 12-15 días. En plantaciones procedentes de campaña grande, el periodo de cosecha es de 110 días con 10 cosechas por campaña e intervalos de 10 días (INIA, 2001).

i. RENDIMIENTO

Los rendimientos que se reportan oscilan entre las 18 a 22 ton/ha, con un costo de producción alrededor de 3000 a 3500 dólares americanos por hectárea (Casas, 2000).

En las investigaciones realizadas en el país para alcachofa, Montes (2008) reportó un rendimiento de 28,7 y 23,8 t/ha para los cultivares Imperial Star y Lorca respectivamente en La Molina, bajo un sistema de riego por gravedad y una densidad de plantas de 11904 plantas/ha. Por otra parte Meza (2004) bajo una densidad de 13889 plantas/ha y un sistema de riego por gravedad reporta un rendimiento de 19 t/ha para el cultivar Lorca en la zona de Huancayo.

Pérez (2007) bajo el sistema de riego por goteo obtuvo 20,17 y 17,33 t/ha en los cultivares Imperial Star y Lorca respectivamente bajo una densidad de 10956 plantas/ha y en condiciones de La Molina.

2.2. ALGAS MARINAS

Las algas son organismos autótrofos de estructura simple, con escasa o nula diferenciación celular y de tejidos complejos. Se pueden clasificar las algas en tres amplios grupos basándose en su pigmentación: pardas, rojas y verdes, que reciben los nombres botánicos de feofíceas, rodofíceas y clorofíceas, respectivamente (Quitral, 2012).

Oikos (1996) citados por Baroja y Benitez (2008); indican que, se ha constatado que el alga, *Ascophyllum nodosum* contiene muchos de los reguladores de crecimiento naturales, como citoquininas, auxinas y giberelinas. A su vez *A. nodosum* contiene un compuesto quelante conocido como manitol el cual tiene la capacidad de transformar los micronutrientes en formas fácilmente asimilables por las plantas que se encuentran en el suelo, pero que generalmente no pueden ser absorbidos por los sistemas radiculares.

2.2.1. USOS DE LAS ALGAS MARINAS

a. AGRICULTURA

El uso de algas como fertilizantes se remonta, al menos, al siglo XIX. Lo iniciaron los habitantes de las costas, que recogían las algas arrancadas por la resaca del mar, normalmente algas pardas grandes, y las echaban en sus terrenos. Gracias a su elevado contenido de fibra, las algas actúan como acondicionador del suelo y contribuyen a la retención de la humedad, mientras que, por su contenido en minerales, son un fertilizante útil y fuente de oligoelementos (FAO, 2004).

Algunas algas marinas, tales como *Sargassum* y *Ascophyllum*, se han utilizado como abono verde en la agricultura costera de Europa y Norteamérica. La aplicación directa de las algas marinas a la agricultura es una operación que se ha practicado durante cientos de años. Los efectos benéficos de las algas marinas probablemente se deben al alginato de las algas pardas, el cual mejora la estructura del suelo y aumenta el humus y la capacidad de retención de agua del suelo. Los abonos de algas tienden a tener más sales de potasio que de fósforo (Dawes, 1986).

b. ALIMENTACIÓN

Las algas marinas han formado parte de la dieta humana desde tiempos muy lejanos en diferentes grupos humanos. En nuestro país las algas han formado parte de la dieta, como el yuyo o cochayuyo (Acleto, 1998).

c. INDUSTRIAL

El uso industrial principal de las algas marinas tuvo lugar en el siglo XVII en Francia, donde se quemaban las algas pardas, especialmente especies de *Laminaria*, para obtener sodio y potasio. Las algas pardas dominantes utilizadas fueron los quelpos, *Laminaria* y *Saccorhiza*, al igual que *Fucus* y *Ascophyllum*. La ceniza era importante para la producción de jabón y potasio.

Otro uso industrial que se obtuvo de las algas marinas fue que el yodo se podía obtener de las algas. En la actualidad sólo el Japón obtiene yodo a partir de algas marinas (Dawes, 1986).

d. MEDICINA

El uso de las algas marinas en la medicina se remonta desde el año 300 a.c., donde los chinos y los japoneses las han utilizado para tratar la gota y otros problemas glandulares. Los romanos usaron las algas marinas para curar heridas, quemaduras y salpullido (Dawes, 1991).

2.2.2. EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS

Las algas contienen esencialmente cuatro tipos de componentes: coloides, aminoácidos, nutrientes minerales, azúcares y fitohormonas. Las sales minerales extraídas de las algas pueden reemplazar a los fertilizantes a base de potasio.

Las algas empleadas como fertilizantes ya fermentadas o desecados en los cultivos de papa, tomates, remolachas, etc. Tienen ventajas sobre otros abonos comunes como el estiércol, así, impide la introducción de plagas producidas por hongos, insectos y malezas, aumenta la capacidad de las semillas la posibilidad de resistir a las heladas y mejora las condiciones físicas de ciertos suelos, contribuyendo a mantener la humedad edáfica por su alta capacidad hidroscópica (Acleto, 1986).

Cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que con ellas viven asociados, permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción (Canales, 2001).

2.2.3. ESTUDIOS REALIZADOS CON EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS

Martínez (1999) evaluó en condiciones de campo cuatro reguladores comerciales (Biofol, Biozyme, Cytokin y Activol) y un extracto de algas (AlgaEnzims) sobre el valor nutricional de un cultivo de papa obteniendo así que el mayor contenido de ceniza, humedad proteína y fibra dietética se obtuvo al aplicar AlgaEnzims y también que este obtuvo los más bajos resultados en materia seca, carbohidratos y rendimiento por planta.

Baroja y Benitez (2008) evaluaron en condiciones de campo el efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de alcachofa (Lorca y Green Globe) utilizando el Novaplex (un extracto de algas marinas a base de *Ascophyllum nodosum*, *Sogassum* y *Laminaria*). Obtuvieron como resultados que el mejor cultivar fue Lorca y el mejor bioestimulante fue Novaplex, los cuales tuvieron los mejores resultados en las variables días a la cosecha y rendimiento total con 16405,02 kg/ha.

En una evaluación realizada por Galvez (2005) demostró que la aplicación foliar de extractos del alga (*Durvillea antarctica*) en las especies frutales como 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, a su vez también observó un aumento de la concentración de potasio en los ciruelos tratados con extractos de algas. <http://www.terralia.com/index.php?revista=58&articulo=385>.

Extractos del alga marina *Kappaphycus alvarezii* a concentraciones de 0; 2,5; 5, 7,5; 10; 12,5 y 15 % v/v fueron evaluados por Rathore (2008) en el cultivo de soya (*Glycine max*). Obtuvo entre sus principales resultados mejora en el rendimiento del grano a la aplicación del 15% del extracto de alga, seguido del 12,5% obteniendo incrementos del 57 % y 46 % respectivamente. La aplicación de concentraciones mayores a 7,5% incrementó significativamente el rendimiento en la paja de soya con respecto al control. También obtuvieron incrementos

significativos para la absorción de N, P, K en granos a nivel de concentraciones de 7,5% y superiores. En paja se obtuvo mayor absorción de Fósforo a concentraciones de 7,5% y 10% del extracto de algas.

Un estudio realizado para evaluar la aplicación foliar del extracto de alga *Ascophyllum nodosum*, ácido L-glutámico y calcio en frejol común fue realizado en Brasil por Mogor (2008). En este estudio se evaluaron los siguientes tratamientos: testigo, solución con 60 g/L de extracto de alga; solución de CaCl_2 con 100 g/L de Ca^{+2} , solución mixta con 30 g/L de ácido glutámico, y 30 g/L extracto, solución mixta con 30 g/L de ácido L-glutámico y 100 g/L Ca^{+2} en forma CaCl_2 ; solución mezcla con 30 g/L de extracto y 100 g/L de Ca^{+2} , solución mixta con 15 g/L de ácido L-glutámico, y 15 g/L de extracto y 100 g/L de Ca^{+2} .

Las soluciones fueron diluidas en agua a 3 ml/L por concentración, y fueron pulverizadas en las plantas a los 12; 28 y 42 días después de la emergencia.

Entre las principales conclusiones de este estudio se tiene que las soluciones que contienen extracto de algas marinas y ácido L-glutámico promueven mayor crecimiento inicial de las plantas de frejol y que la solución conteniendo 30 g/L de extracto de alga y 100 g/L de Ca^{+2} en forma de CaCl_2 , y la solución que contiene 15 g/L de ácido L-glutámico asociado a 15 g/L de extracto de alga y 100 g/L de Ca^{+2} en forma de CaCl_2 , presenta efecto bioestimulante y promueve mayor producción de granos de frejol.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente ensayo se realizó en el Fundo San Martín de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el km 142 de la panamericana sur antigua en el distrito de San Luis, provincia de Cañete, región Lima, cuyas coordenadas geográficas son:

Latitud: 13° 04' 47''

Longitud: 74° 24' 24''

Altitud: 16 m.s.n.m.

3.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El análisis de la muestra se realizó en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y los resultados se presentan en el cuadro N° 1 en el cual se observan las principales características físicas y químicas del suelo.

El suelo del área experimental fue textura franca, en el podemos ver que presenta un pH ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica nos indica un suelo moderadamente salino (8-16 dS/m). En cuanto al nivel de carbonatos se encuentra en el rango medio, la materia orgánica hallada es menor al 2% por tanto es baja. El fósforo disponible se encuentra en el rango medio y el nivel de potasio en el rango de bajo. El suelo muestra una CIC de nivel medio 19,21; las relaciones catiónicas de K/Mg y Ca/Mg se encuentran en el rango normal.

Cuadro N° 1: Análisis físico-químico del suelo: Fundo San Martín – Cañete

pH (1:1)	C.E(es)	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Análisis mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles				
						Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺¹	Na ⁺¹	Al ⁺³ + H ⁺
						(me/100 g)									
7,5	9,38	3,1	1,21	11,3	95	47	41	12	Franco	19,21	16,32	2,05	0,55	0,3	0,0

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 2012.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Las condiciones meteorológicas durante el desarrollo del ensayo se presentan a partir de los datos históricos obtenidos de una estación meteorológica en Cañete. El promedio de los datos históricos por mes se observan en el Cuadro N° 2 y Gráfico N° 1 en el que se puede observar que la variación de la temperatura promedio durante la ejecución del ensayo fue entre 23,82°C y 16,46 °C; presentándose los mayores valores a inicio de campaña y los menores a final de cosecha. La temperatura máxima promedio se presentó en el mes de Marzo con 23,82 °C mientras que la temperatura mínima promedio se presentó en el mes de Agosto con 16,46 °C.

Cuadro N° 2: Datos meteorológicos históricos 2008-2011, Marzo – Octubre. Cañete

Mes	Temperatura (°C)		
	Máxima	Mínima	Promedio
Marzo	28,64	19	23,82
Abril	26,84	17,13	21,99
Mayo	22,61	15,15	18,88
Junio	20,2	14,53	17,37
Julio	19,78	14,15	16,97
Agosto	19,12	13,8	16,46
Septiembre	20,46	13,75	17,11
Octubre	21,53	14	17,77
PROMEDIO	22,4	15,19	18,8

FUENTE: Estación Meteorológica. Cañete, 2008-2011.

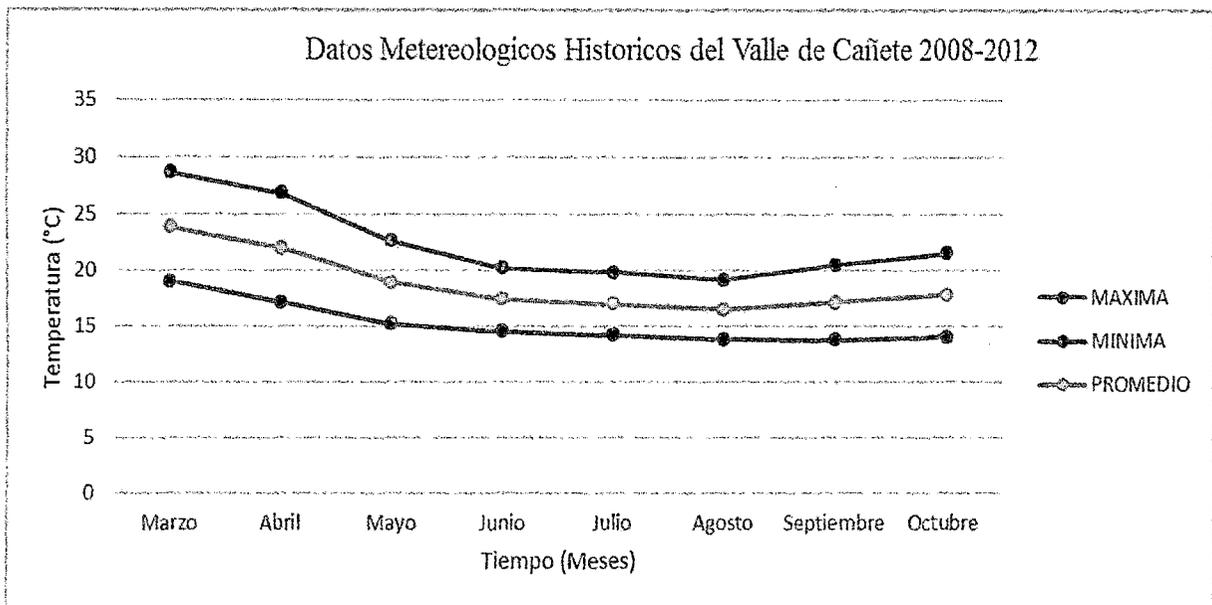


Gráfico N° 1: Datos Históricos Temperatura

3.2. MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1. CULTIVAR

Se utilizaron plantines de alcachofa del cultivar “Lorca”, estos se obtuvieron a partir de semilla botánica y fueron sembrados en bandejas. Se trasplantaron a campo definitivo a los 40 días de sembrados.

Las características del cultivar son las siguientes: Son plantas vigorosas con cabezuelas de color verde o capítulos ovales a veces achatados, de color verde. Es precoz y muy productiva, la producción es de 15 a 20 capítulos por planta con rendimientos de 15 a 20 t/ha/año (Flores, 2007).

3.2.2. MANEJO DEL CULTIVO

La campaña anterior al cultivo de Alcachofa fue maíz. La preparación del terreno se realizó con labores de gradeo y arado para posteriormente continuar con el surcado con un distanciamiento de 1,4 metros. En el surcado final se aplicó estiércol en bandas.

El trasplante se realizó de forma manual, el distanciamiento entre plántulas fue de 0,6 m, antes del trasplante se aplicó el enraizador (Rootex) a las bandejas. El trasplante se realizó el 26 de Marzo del 2012, en forma manual.

El tipo de riego utilizado fue el de gravedad, antes del trasplante se procedió al riego del terreno. La frecuencia de riego fue semanal incrementándose a dos veces por semana cuando se inició la cosecha.

La fertilización se realizó al pie de la planta, en dos fraccionamientos, siendo la dosis total de aplicación de 180-180-240 de NPK. La primera fertilización se realizó 24 días después del trasplante aquí se aplicó todo el fósforo y potasio con la mitad del nitrógeno. La segunda fertilización se realizó a los 60 días después del trasplante.

Se realizaron dos aplicaciones de ácido giberélico a los 40 y 65 días después del trasplante a la concentración de 20 ppm. Entre los principales problemas sanitarios que se presentaron en el campo experimental estuvieron *Botrytis cynerea* (moho gris), *Leveillula taurica* (oidiosis) y *Erwinia carotovora*. Para el moho gris se realizaron aplicaciones alternando los siguientes productos Talonil (Chlorotalonil), Novak (Iprodione) y Fordazim (Carbendazim). La presencia de oidiosis en el campo experimental se observó desde el primer mes de cosecha, causando estrés y el envejecimiento de las plantas. Para su control se utilizó azufre en polvo en un inicio y luego se aplicaron triazoles (Score) y estrobilurinas (Flint). Para controlar el daño ocasionado por *Erwinia* se realizaron aplicaciones de Hidróxido de cobre.

Entre los insectos que se presentaron durante la campaña de alcachofa se encuentran *Liriomyza huidobrensis*, gusanos comedores de hojas como *Spodoptera spp* y el gusano perforador de la bellota (*Heliothis virescens*) este último ocasiono daños en los capítulos, a pesar de la presencia de las plagas, estas no tuvieron importancia económica.

El control de las malezas en el campo se realizó con el herbicida Pendimetalin (Prowl), los posteriores controles se realizaron manualmente con lampa. El periodo de cosecha comenzó a inicios de agosto, a los 126 días después del trasplante. Las características del capítulo cosechado variaron entre 40 – 70 mm de diámetro. Se realizaron un total de 32 cosechas, el periodo de cosecha tuvo una duración de 91 días. Los capítulos cosechados fueron colocados en jabs para su traslado a la planta industrial.

3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS EVALUADOS

a. FERTIMAR-PSW Peruvian Seaweeds

FERTIMAR es un bioestimulante foliar 100% orgánico a base de algas marinas, compuesto por una amplia gama de nutrientes requeridos por las plantas; contribuye en la nutrición de las plantas, ya que aporta los nutrientes necesarios para realizar la síntesis de los diversos constituyentes a nivel celular y así favorecer a las actividades fisiológicas de la planta (Cuadro N°3). La mayoría de microelementos y aminoácidos ejercen una función de estimulación interviniendo en todos los procesos fisiológicos como: germinación, trasplante, brotamiento, floración, cuajado y llenado de frutos (PSW Peruvian Seaweeds, 2012).

Cuadro N° 3: Composición de Fertimar

Componentes	Cantidad
Materia Orgánica	0,95 – 1,0 %
Nitrógeno	1,3 – 1,7 %
Fósforo	0,5 – 1,0 %
Potasio	7,3 – 7,8 %
Calcio	1,2 – 2,1 %
Magnesio	0,7 – 1,2 %
Zinc	13 – 15 ppm
Cobre	2 ppm
Boro	133 ppm
Manganeso	9 ppm
Hierro	120 ppm

FUENTE: PSW Peruvian Seaweeds 2012.

b. VITAMAR EXCEL – ARIS Industrial.

VITAMAR EXCEL es un extracto hidrolizado de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) enriquecido con microelementos, aminoácidos, vitaminas y carbohidratos que proporcionan una concentración más alta de compuestos beneficiosos (Cuadro N°4). Contribuye a la nutrición de la planta ejerciendo una doble función, como bioestimulante y aportando minerales de rápida disponibilidad y asimilación, también aumenta el nivel de clorofila en la planta, favoreciendo y estimulando un crecimiento fuerte y saludable. Las aplicaciones regulares al follaje inducen la resistencia adquirida localizada (LAR) contra un rango de hongos, bacterias y virus; hay indicaciones que este efecto también puede ser sistémico y mejora la habilidad de resistencia de las plantas al estrés por condiciones medioambientales extremas y/o pueden reducir en éstas los efectos de los ataques de plagas y enfermedades (Aris Industrial, 2012).

Cuadro N° 4: Composición de Vitamar Excel

Nutrientes		Aminoácidos	
Componentes	Cantidad	Elemento	Cantidad
Nitrógeno	0,5 – 2,0 %	Prolina	0,25 %
Potasio	1,5 – 2,5 %	Ácido glutámico	0,71 %
Fósforo	0,1 – 0,2 %	Acido aspártico	0,53 %
Boro	80 – 100 ppm	Serina	0,27 %
Calcio	1,0 – 3,0 %	Isoleucina	0,26 %
Magnesio	0,5 – 1,0 %	Leucina	0,38 %
Cobalto	< 1 ppm	Lisina	0,30 %
Manganeso	10 – 50 ppm	Arginina	0,22 %
Molibdeno	< 2 ppm	Alanina	0,34 %
Zinc	10 – 50 ppm	Valina	0,27 %
		Metionina	0,11 %
		Glicina	0,30 %

FUENTE: Aris Industrial. 2012.

c. Stimplex-G: Química Suiza Industrial del Perú S.A

Stimplex-G es un extracto 100% natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contienen aditivos artificiales. Contiene citoquininas naturales encapsuladas en proteínas específicas (Protohormonas Glicosilicadas) que al ingresar dentro de la planta es liberado por su sistema de regulación natural, actuando eficientemente y dentro de la planta (Cuadro N°5).

La protohormona glicosilicada penetra cualquier membrana o tejido de planta. Contiene agentes quelatizantes naturales: ácido alginico, manitol, laminarian, que favorecen el aprovechamiento de los nutrientes por la planta. Mejora la penetración y sistematicidad de los plaguicidas que se aplican en forma conjunta incrementando su efectividad.

d. AGROSTEMIN: QUÍMICA SUIZA INDUSTRIAL DEL PERÚ S.A

Es un extracto natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contiene ningún aditivo artificial (100% natural). Contiene más de 60 componentes entre ellos: macro y micro nutrientes (biológicamente quelatizados por carbohidratos), aminoácidos y promotores biológicos fitohormonales de auxinas, giberelinas y citoquininas (Cuadro N° 6). Contiene protohormonas naturales encapsuladas en proteínas específicas (protohormonas glicosilicadas) que promueven dentro de la planta, la liberación natural de auxinas, giberelinas y citoquininas en forma balanceada.

e. ALGER – FARMAGRO

Bioestimulante trihormonal a base de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*, *Sargassum* y *Laminaria*) obteniendo ácidos alginicos, aminoácidos libres y fitohormonas de origen orgánico vegetal (Cuadro N°7).

Cuadro N° 5: Composición de Stimplex-G

Composición (p/v)		Aminoácidos (g/100 g de proteína)	
Componentes	Cantidad	Elemento	Cantidad
Materia Orgánica	mínimo 13 %	Ácido Aspártico	0,88
Protocitoquinina (Kinetina)	0,01 %*	Ácido Glutámico	1,16
Nitrógeno	0,35 %	Alanina	0,71
Fósforo (P ₂ O ₅)	0,64 %	Arginina	Trazas
Potasio (K ₂ O)	4,20 %	Cisteína	Trazas
Calcio (Ca)	320 ppm	Fenilalanina	0,56
Magnesio (Mg)	665 ppm	Glicina	0,88
Manganeso (Mn)	375 ppm	Histidina	Trazas
Hierro (Fe)	413 ppm	Isoleucina	0,37
Cobalto (Co)	0,75 ppm	Lisina	0,25
Zinc (Zn)	500 ppm	Metionina	0,25
Cobre (Cu)	25 ppm	Prolina	0,79
Boro (B)	300 ppm	Serina	Trazas
Molibdeno (Mo)	25 ppm	Tirosina	0,42
Niquel (Ni)	0,75 ppm	Treonina	Trazas
Ingredientes inertes	80 %	Triptófano	0,00
Total	100 %	Valina	0,62

*Basado en la actividad biológica

FUENTE: Química Suiza Industrial del Perú S.A. 2012

Cuadro N° 6: Composición de Agrostemin

Composición (p/v)		Aminoácidos (g/100 g de proteína)	
Componentes	Cantidad	Elemento	Cantidad
Materia Seca	24 %	Ácido Aspártico	5,44
Materia Orgánica	11 – 14%	Ácido Glutámico	7,69
Ceniza	11 – 14%	Alanina	3,81
Nitrógeno	0,25 – 0,5 %	Arginina	0,22
Fósforo	0,25 – 0,75%	Cistina	Trazas
Potasio	3,5 – 4,0%	Fenilalanina	2,82
Magnesio	0,12 – 0,19%	Glicina	3,16
Calcio	0,03 – 0,05%	Histidina	0,42
Boro	325 – 350 ppm	Isoleucina	1,94
Hierro	413 – 475 ppm	Leucina	4,84
Manganeso	377 – 379 ppm	Lisina	1,33
Cobre	33 – 40 ppm	Metionina	1,39
Zinc	513 – 525 ppm	Prolina	4,42
Cobalto	0,75 ppm	Serina	0,14
Molibdeno	25 ppm	Tirosina	1,80
Níquel	0,75 ppm	Treonina	1,27
		Valina	3,46

FUENTE: Química Suiza Industrial del Perú S.A. 2012.

Cuadro N° 7: Composición de Alger

Composición (p/v)	
Componentes	Cantidad
Ácido algínico	4,00 %
Giberelinas	--
Auxinas	--
Citoquininas	--
Materia Orgánica	18,60 %
Nitrógeno	0,50 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	2,00 %
Potasio (K ₂ O)	7,44 %
Magnesio	0,20 %
Calcio	0,54 %
Azufre (SO ₄)	0,84 %
Hierro	10,00 %

FUENTE: Farmagro. 2012

3.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

3.3.1. TRATAMIENTOS

Las aplicaciones de extractos de algas marinas se realizaron en tres momentos a los 60; 75 y 90 días después del trasplante a campo definitivo, con un intervalo de 15 días entre las aplicaciones. Las dosis utilizadas fueron de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada casa comercial. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una mochila de 20 L de capacidad. Los tratamientos evaluados se muestran en el Cuadro N° 8:

Cuadro N° 8: Tratamientos evaluados

Tratamientos evaluados	Producto	Dosis	Procedencia
Tratamiento 0	Testigo	Sin ninguna aplicación	
Tratamiento 1	Agrostemin	25 ml/20 L	Química Suiza
Tratamiento 2	Stimplex	50 ml/20 L	Química Suiza
Tratamiento 3	Vitamar Excel	50 ml/20 L	Aris Industrial
Tratamiento 4	Fertimar	50 g/20 L	PSW
Tratamiento 5	Alger	25 ml/20 L	Farmagro

3.3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño de Bloques Completamente al Azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las pruebas estadísticas realizadas fueron Análisis de Variancia y la prueba de medias de Duncan al 5 % para la comparación de medias entre tratamientos. El análisis de variancia y la prueba de comparación de medias se realizaron utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, Version 9.1, ISA).

3.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo aditivo lineal para el presente experimento es el que le sigue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1,2,3,4,5,6 \quad j = 1,2,3,4$$

Y_{ij} : Es el valor observado en el i -ésimo tratamiento con algas marinas y el j -ésimo bloque

μ : Es el efecto de la media general

τ_i : Es el efecto del i -ésimo tratamiento con algas marinas

β_j : Es el efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} : Es el efecto del error experimental en el i -ésimo tratamiento con algas marinas y el j -ésimo bloque.

3.3.4. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

En el cuadro N°9 se observan las características del campo experimental. Cada unidad experimental tuvo un área de 21 m².

Cuadro N° 9: Características del campo experimental

Cultivo	Alcachofa
Cultivar	Lorca
Diseño experimental	DBCA
Número de tratamientos	6
Unidad experimental (parcela)	
Largo de la parcela	5 m
Ancho de la parcela	4,2 m
Área de la parcela	21 m ²
Bloques	
Número de bloques	4
Largo del bloque	25,2 m
Ancho del bloque	5 m
Área del bloque	126 m ²
Calles	
Área total de calles (25,2 m x 4 m)	100,8 m ²
Área total experimental	604,8 m ²

3.4. EVALUACIONES

3.4.1. EVALUACIONES AGRONÓMICAS

a. RENDIMIENTO

Se evaluaron y pesaron los capítulos obtenidos en cada cosecha de las plantas del surco central de cada unidad experimental, siendo un total de 8 plantas evaluadas. Se pesaron los capítulos obteniéndose los rendimientos por parcela que luego fueron llevados a rendimiento en toneladas y miles de docenas por hectárea. Las inflorescencias se cosechaban cuando su diámetro estaba entre 40 – 70 mm.

3.4.2. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS

a. DIÁMETRO Y ALTURA DEL CAPÍTULO

Se muestrearon 10 capítulos por parcela, escogidos al azar, en cada cosecha. Luego se midió con un vernier altura y diámetro.

b. PESO DE CAPÍTULO POR PLANTA

Se muestrearon 10 capítulos por parcela, escogidos al azar, en cada cosecha. Luego se pesaron en una balanza.

c. NÚMERO DE CAPÍTULO POR PLANTA

Esta evaluación se realizó dividiendo el número total de capítulos cosechados en cada unidad experimental entre el número de plantas de la unidad experimental.

d. MATERIA SECA DE HOJAS Y CAPÍTULOS

Para el muestreo de materia seca en capítulos se escogió un capítulo al azar de cada parcela pesándose para obtener el peso fresco. Luego se procedió a llevarlo a estufa a 75 °C por 5 días. Al cabo de ese tiempo se pesaron los capítulos secos y se evaluó el porcentaje de materia seca.

Para el muestreo de materia seca en hojas se extrajeron tres hojas del tercio medio para obtener el peso fresco. Luego se procedió a llevarlo a estufa a 75 °C por 3 días, de donde se obtuvo el peso seco de las hojas.

e. ANÁLISIS FOLIAR

De las muestras tomadas de materia seca de hojas se utilizó una muestra por unidad experimental para determinar su concentración de nutrientes presentes, foliarmente. Este análisis se realizó en el laboratorio de suelos de la UNALM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVALUACIONES AGRONÓMICAS

4.1.1. RENDIMIENTO

En el Cuadro N° 10 y Gráfico N°2 se resumen los rendimientos obtenidos en el presente ensayo. Los rendimientos variaron entre 16,08 y 21,41 t/ha. El mayor rendimiento se observó con el tratamiento Agrostemin y el menor con el producto Fertimar. En cuanto al número de inflorescencias (Gráfico N°3), este valor varió entre 14,49 y 18,92 doc/ha (miles). Nuevamente el tratamiento Agrostemin mostró el valor más alto, mientras que el menor valor lo presentó Stimplex. El análisis de variancia no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para ambas características. Se puede observar que a pesar de no obtener significancia, tres de los productos a base de algas marinas (Agrostemin, Vitamar Excel y Alger) muestran un incremento en el rendimiento con respecto al testigo.

El rendimiento encontrado fue similar a los rendimientos obtenidos por Pérez (2007) y Benancio (2011) para el cultivar Lorca donde Benancio (2011) obtuvo a una densidad de 15625 plantas/ha, bajo riego por gravedad un rendimiento de 18,05 t/ha y Pérez (2007) un rendimiento de 17,33 t/ha a una densidad de 10956 plantas/ha bajo riego por goteo.

Montes (2008) comparó distintos fertilizantes foliares, siendo uno de ellos Fertimar (PSW) obteniendo con él un rendimiento de 25,27 t/ha superando al testigo pero no siendo significativamente diferente, este resultado es mucho mayor a lo encontrado en este estudio (16,08 t/ha). En cuanto al rendimiento en doc/ha (miles) Montes (2008) obtuvo con el mismo producto un rendimiento de 26533 doc/ha siendo este mayor a lo obtenido en este estudio.

El no encontrar resultados significativos para los diferentes extractos aplicados foliarmente puede deberse al tipo de alga utilizada ya que estos productos con excepción de Alger (que es una mezcla de tres algas) están compuestos de extractos de *Ascophyllum nodosum*, ya que en un estudio realizado por Rathore (2008) encontró significancia con el alga *Kappaphycus alvarezii* para los parámetros de rendimiento de grano y rendimiento de paja en soya.

El rendimiento del cultivo puede haber sido influenciado por las características del suelo, ya que este fue moderadamente salino presentando una conductividad eléctrica de 9,38 dS/m. Al respecto Robles (2001) nos dice que las cosechas se reducen a partir de 5 dS/m pero que sin embargo en nuestro medio la alcachofa puede desarrollarse bien hasta 9,8 dS/m.

Cuadro N° 10: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas en el rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.

TRATAMIENTOS	Rendimiento t/ha	Rendimiento doc/ha (miles)
	Promedios	Promedios
Testigo	16,74 a	15,77 a*
T1 – Agrostemin	21,41 a	18,92 a
T2 – Stimplex	16,37 a	14,49 a
T3 – Vitamar Excel	20,02 a	17,32 a
T4 – Fertimar	16,08 a	16,04 a
T5 – Alger	18,67 a	17,11 a
PROMEDIO	18,21	16,61
ANVA	n.s.	n.s. **
C. V. (%)	25,29	23,31

C.V. : Coeficiente de Variación

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al $\alpha=0,05\%$

**n.s. : no significativo

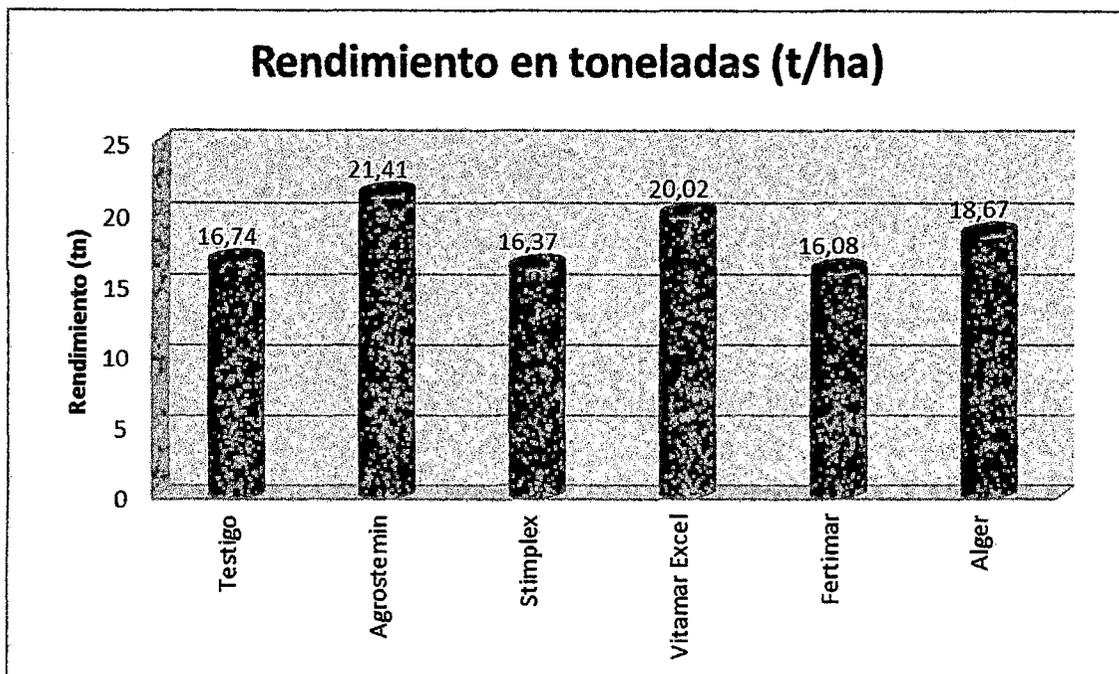


Gráfico N° 2: Efecto de la aplicación de extractos de algas marianas sobre el rendimiento (t/ha) de capítulos de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.

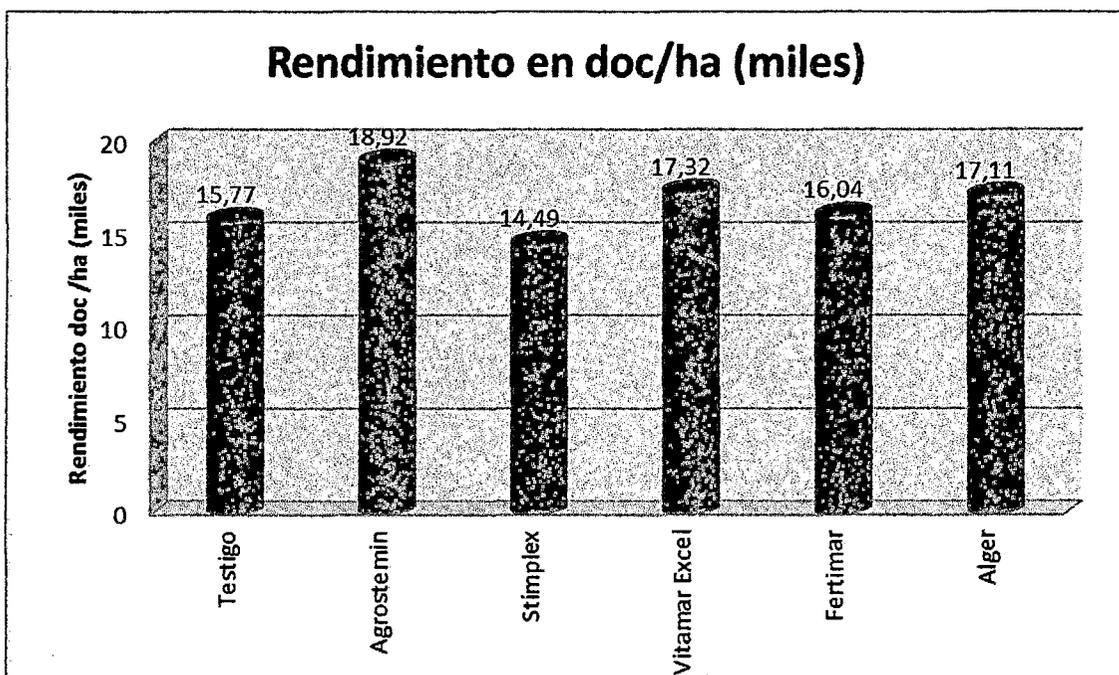


Gráfico N° 3. Efecto de la aplicación de algas marinas sobre el rendimiento en miles de docenas/ha de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete - 2012.

4.2. EVALUACIONES BIOMÉTRICAS

4.2.1. DIÁMETRO Y ALTURA DEL CAPÍTULO

Los valores del diámetro del capítulo de alcachofa variaron entre 5,82 y 6,00 cm y la altura del capítulo varió entre 6,42 y 6,74 cm (Cuadro N° 11 y Gráfico N°4 y N° 5). No hubo diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos en ambas características. Agrostemin mostró el mayor valor en diámetro y Alger el mayor valor en altura de capítulo. Benancio (2011) y Montes (2008) en sus respectivos ensayos empleando el mismo cultivar obtienen un promedio de 5,92 y 5,93 cm de diámetro, respectivamente. Villarán (2010) obtuvo una longitud de capítulos promedio de 6,96 cm al evaluar distintos niveles de nitrógeno para el cultivar Lorca. Pérez (2007) comparando tres cultivares de alcachofa obtuvo para la longitud de capítulos los valores de 6,46; 6,61 y 7,02 cm para A-106, Imperial Star y Lorca, respectivamente.

Los valores de diámetro y altura son características propias de cada cultivar que aparentemente son poco influenciadas por factores nutricionales o de manejo agronómico. Según los resultados obtenidos en el presente ensayo los tratamientos empleados no afectaron estas características.

4.2.2. PESO PROMEDIO DEL CAPÍTULO

En el Cuadro N° 12 se muestran los valores promedios obtenidos en el presente ensayo, el mayor valor fue de 97,71 g que se obtuvo con Agrostemin mientras que el menor valor fue de 83,26 g que se obtuvo con Fertimar. No hubo diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%. Benancio (2011) obtuvo un peso promedio en el cultivar Lorca de 93,89 g a una densidad de 15,625 plantas por hectárea. Villarán (2010) obtuvo un peso promedio de capítulos de 80,3 g al evaluar distintos niveles de nitrógeno, valores cercanos obtenidos en el presente ensayo.

Cuadro N° 11: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas en el diámetro y altura del capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

TRATAMIENTOS	Capítulo	
	Diámetro (cm)	Altura (cm)
Testigo	5,9 a	6,54 a*
T1 – Agrostemin	6,0 a	6,42 a
T2 – Stimplex	5,98 a	6,43 a
T3 – Vitamar Excel	5,96 a	6,42 a
T4 – Fertimar	5,82 a	6,69 a
T5 – Alger	5,93 a	6,74 a
PROMEDIO	5,93	6,54
ANVA	n.s.	n.s. **
C. V. (%)	4,28	3,79

C.V. : Coeficiente de Variación

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al $\alpha=0,05\%$

** n.s. : no significativo

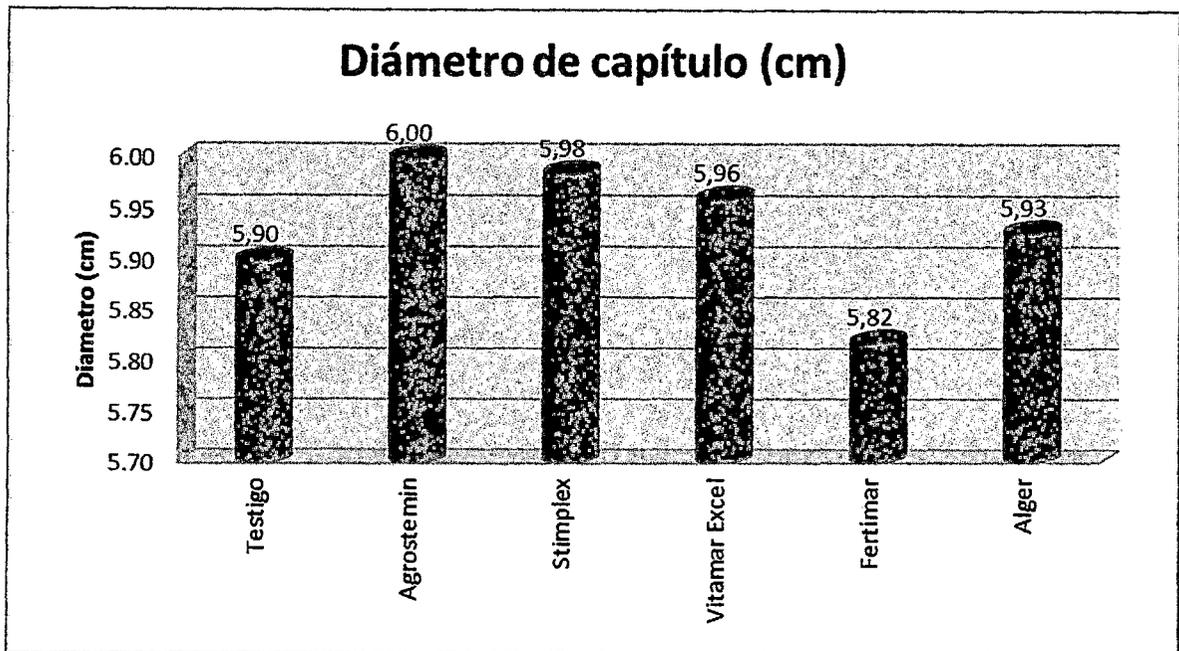


Gráfico N° 4: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el diámetro del capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L) cv. Lorca. Cañete – 2012.

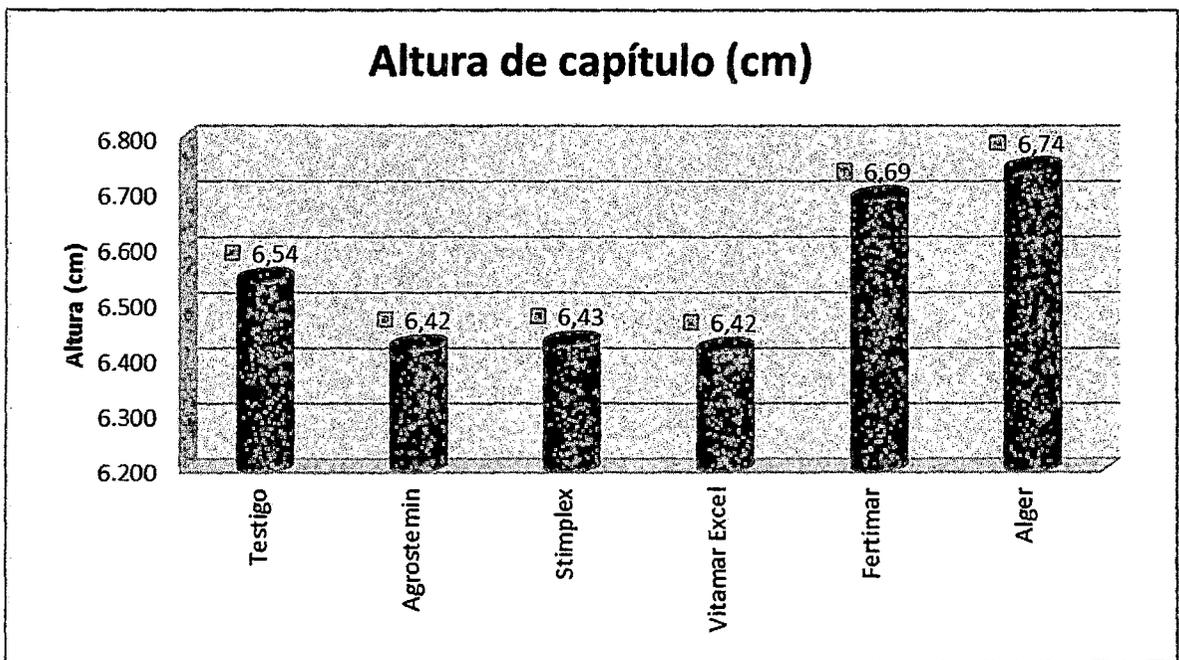


Gráfico N° 5: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre la altura del capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

Cuadro N° 12: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el peso promedio (g) y número de capítulos por planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L). cv. Lorca. Cañete - 2012.

TRATAMIENTOS	Peso promedio de capítulos (g)	Número de capítulos por planta (und)
	Promedios	Promedios
Testigo	88,90 a	16,56 a*
T1 – Agrostemin	97,71 a	19,34 a
T2 – Stimplex	91,99 a	15,22 a
T3 – Vitamar Excel	97,70 a	18,19 a
T4 – Fertimar	83,26 a	16,84 a
T5 – Alger	93,08 a	17,97 a
PROMEDIO	92,11	17,35
ANVA	n.s.	n.s.**
C. V. (%)	14,12	23,51

C.V. : Coeficiente de Variación.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al $\alpha=0,05\%$

** n.s: no significativo

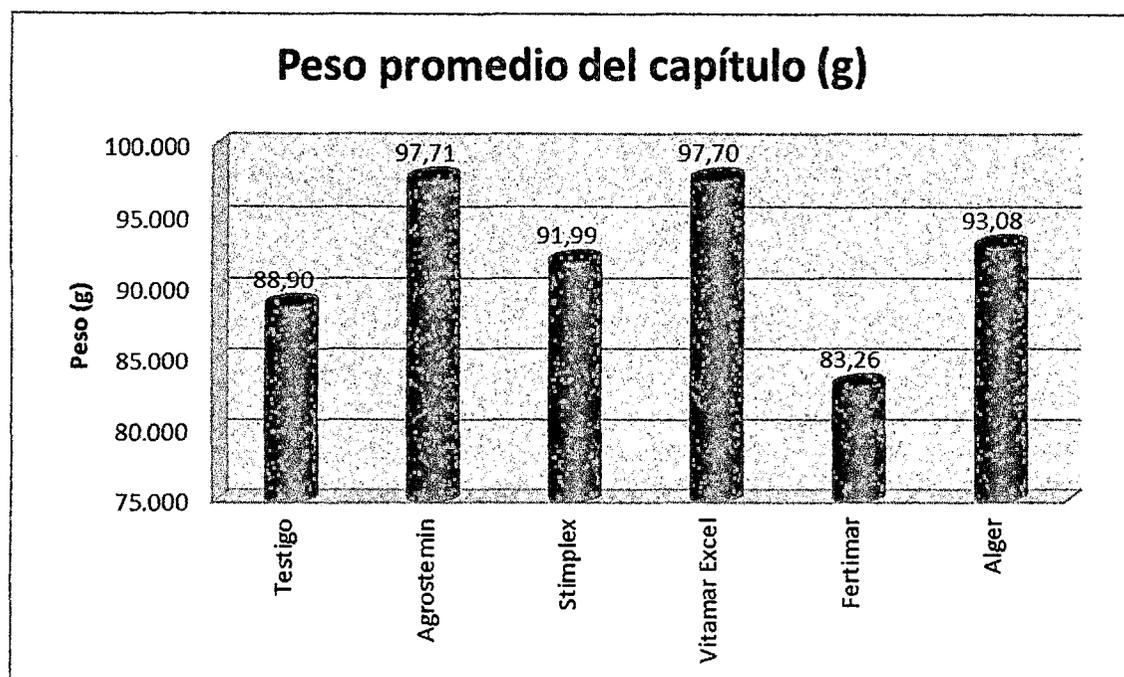


Gráfico N° 6: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el peso promedio del capítulo (g) en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

4.2.3. NÚMERO DE CAPÍTULO POR PLANTA

El número de capítulos por planta varió entre 15,22 y 19,34 (Cuadro N° 12 y Gráfico N° 7). El mayor valor se obtuvo con el producto Agrostemin y el menor valor se observó con el producto Stimplex. Tampoco se observó diferencias entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5 %. Se obtuvo como promedio general 17,35 capítulos/planta. Benancio (2011) encontró resultados similares con un promedio de 17,23 capítulos/planta para el cultivar Lorca. Pérez (2007) en cambio obtuvo para el mismo cultivar un número de 19,9 capítulos/planta. Montes (2008) encontró diferencias significativas entre los fertilizantes foliares que utilizó, obteniendo los mayores valores con Ajifol PLUS® con 31,62 capítulos/planta. Con el producto Fertimar obtuvo uno de los valores más bajos 27,86 capítulos/planta.

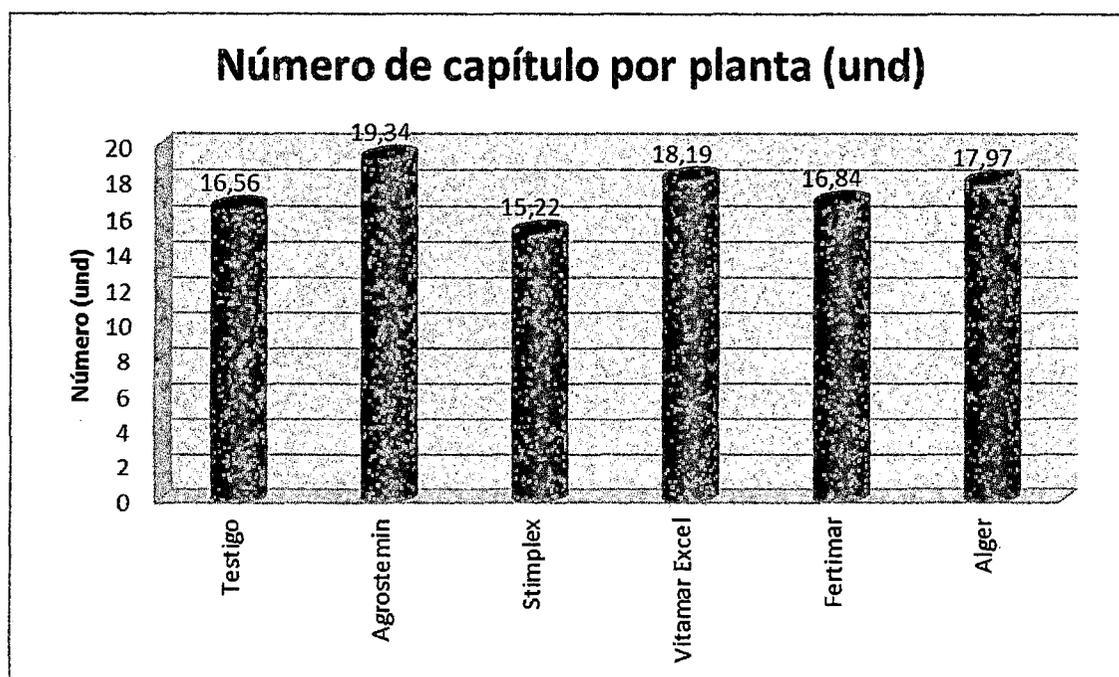


Gráfico N° 7: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el número de capítulos por planta en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L) cv. Lorca. Cañete – 2012.

4.2.4. MATERIA SECA DE HOJAS

Los valores variaron entre 17,72 % y 21,96 % como se muestra en el Cuadro N° 13 y Gráfico N° 8. No hubo diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5 %. En cuanto a los tratamientos utilizados se puede observar que el tratamiento testigo presenta el mayor valor en cuanto a porcentaje de materia seca con 21,96% y el tratamiento con Fertimar presenta el menor valor obtenido con 17,72%. Al respecto Montes (2008) no encontró diferencias significativas entre sus tratamiento de fertilizantes foliares evaluados para la materia seca foliar. Estos resultados nos indican que los tratamientos evaluados no tuvieron rol alguno en la formación de materia seca en las hojas de la planta de alcachofa.

Cuadro N° 13: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en hojas y capítulos del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

TRATAMIENTOS	% de Materia Seca	
	Hojas	Capítulos
Testigo	21,96 a	18,25 a*
T1 – Agrostemin	19,86 a	15,52 a
T2 – Stimplex	20,58 a	14,21 a
T3 – Vitamar Excel	19,32 a	17,57 a
T4 – Fertimar	17,72 a	13,88 a
T5 – Alger	18,17 a	16,44 a
PROMEDIO	19,60	15,98
ANVA	n.s.	n.s.**
C. V. (%)	27,11	21,89

C.V. : Coeficiente de Variación.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al $\alpha=0,05\%$

n.s. : no significativo.

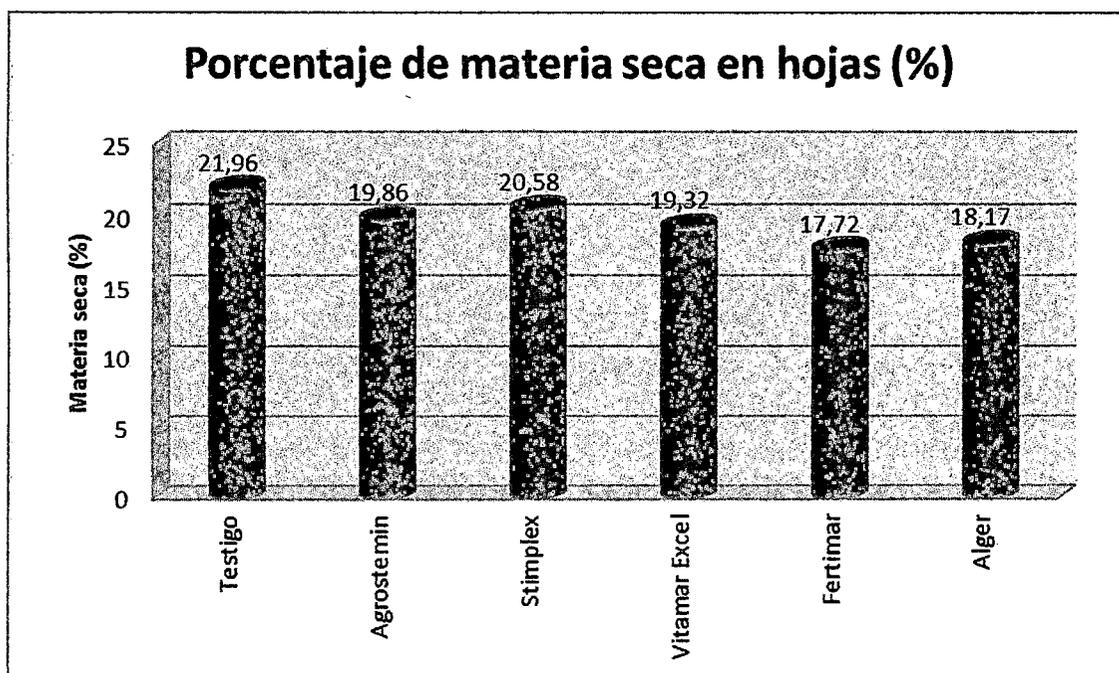


Gráfico N° 8: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en hojas (%) del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

4.2.5. MATERIA SECA DE CAPÍTULOS

En el cuadro N°13, se presentan los resultados de esta variable. Tampoco se observó diferencias significativas entre medias de los tratamientos evaluados, según la prueba de Duncan al 5 %. Se obtuvo como promedio general 15,98 % siendo el coeficiente de variación 21,98 %. En el gráfico N°9 se puede observar que el valor más alto en porcentaje de materia seca de capítulos lo obtuvo el tratamiento Testigo con 18,25% y el menor valor lo obtuvo el tratamiento con Fertimar con 13,88%.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por Zeballos (2008) que al evaluar fuentes de materia orgánica y gallinaza con tres niveles de *Ascophyllum nodosum* no encontró diferencias significativas en la materia seca de bulbos de cebolla cv. Roja Camaneja (*Allium cepa*).

Montes (2008) al comparar diferentes fertilizantes foliares obtuvo en su segundo muestreo a los 177 días los valores más altos de % de materia seca en capítulos con el Testigo y con Ajifol® PLUS (nitrato) siendo estos valores 12,53 y 13,26 % respectivamente, pero sin diferencias significativas. Con el producto Fertimar se encontró valores de 14,65 y 12,31 % en el primer y segundo muestreo respectivamente (151 y 177 días).

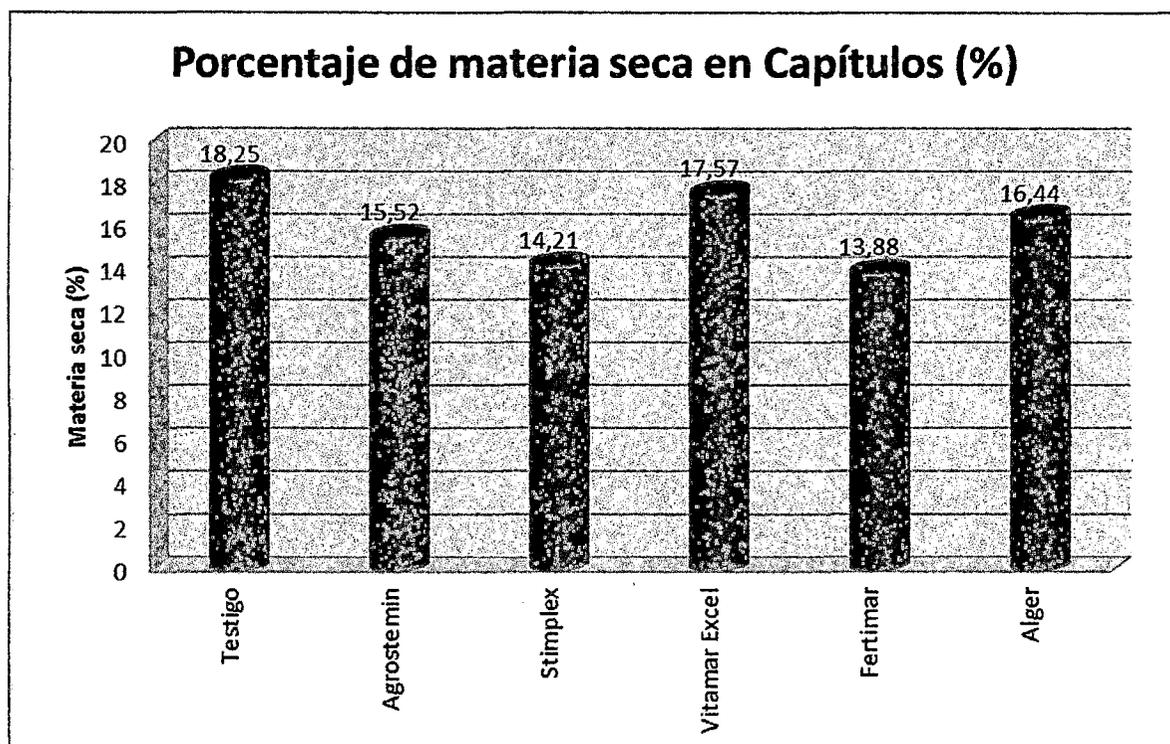


Gráfico N° 9: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre el porcentaje de materia seca en capítulos (%) en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

4.2.6. ANÁLISIS FOLIAR

En el cuadro N° 14 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos evaluados. Se aprecia que para los nutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Sodio (Na) en porcentaje y Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro (Fe) y Boro (B) en ppm no se encontraron diferencias significativas en el análisis de variancia. El resultado del análisis de variancia muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos para el contenido de Potasio (K).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 5% muestra diferencias entre las medias de los tratamientos para el contenido de Fósforo (P), Potasio (K), Cobre (Cu) y Boro (B). Para el caso del Fósforo se obtuvo el mayor contenido de este nutriente con el Testigo con 0,28 %, mientras que el tratamiento con Stimplex obtuvo el menor contenido con 0,19 %. Felles (2009) a los 120 ddt encontró en las hojas una concentración similar de fósforo de 0,24 %.

El mayor contenido de potasio se encontró con el tratamiento Fertimar con 3,22 %, esto concuerda con la composición de los productos, en la cual el tratamiento Fertimar es el que aportaba mayor cantidad de Potasio (7,3 – 7,8%). El menor contenido de potasio se encontró con el tratamiento Alger con 2,55 %. La significancia en el contenido de potasio puede deberse a que los abonos de algas tienden a tener más sales de potasio que de fósforo como mencionara Dawes (1991).

La prueba de comparación de medias de Duncan al 5% indica que el menor contenido de cobre se obtuvo con el tratamiento Fertimar (9,25 ppm) y el mayor contenido con el tratamiento Stimplex (14,5 ppm). Al respecto Mengel y Kirkby (1987) citados por Rodríguez (2009) nos indican que el contenido de cobre en materia seca oscila entre 2 y 20 ppm concordando con los resultados obtenidos.

Para el contenido de boro, la prueba de comparación de medias de Duncan al 5% nos indica que el mayor contenido se encontró con el tratamiento Alger con 78,25 ppm y el menor contenido con Stimplex 45 ppm. Al respecto Rodríguez (2009) encontró concentraciones de boro en las hojas de alcachofa cv. Lorca de 60 ppm y 31,67 ppm a los 225 y 285 días respectivamente.

En relación a las concentraciones observadas de los otros minerales (N, Ca, Mg, S) Rodríguez (2009) reportó concentraciones similares a las halladas en la presente investigación.

Cuadro N° 14: Efecto de la aplicación de los extractos de algas marinas sobre la concentración de nutrientes en hojas del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca. Cañete – 2012.

TRATAMIENTOS	N %	P %	K%	Ca %	Mg %	S %	Na %
	Promedios						
Testigo	2,70 a	0,28 a	2,55 b	1,81 a	0,21 a	0,29 a	1,51 a*
T1 – Agrostemin	2,56 a	0,23 ab	3,13 a	1,99 a	0,19 a	0,24 a	1,22 a
T2 – Stimplex	2,61 a	0,19 b	3,14 a	2,38 a	0,22 a	0,28 a	1,59 a
T3 – Vitamar Excel	2,50 a	0,23 ab	3,17 a	2,00 a	0,2 a	0,26 a	1,59 a
T4 – Fertimar	2,56 a	0,25 ab	3,22 a	1,66 a	0,19 a	0,31 a	1,16 a
T5 – Alger	2,47 a	0,21 ab	2,57 b	1,55 a	0,19 a	0,28 a	1,64 a
PROMEDIO	2,57	0,23	2,96	1,90	0,17	0,28	1,45
ANVA	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C. V. (%)	6,25	20,87	11,20	28,83	11,39	24,90	24,10

Continuación

TRATAMIENTOS	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	Fe ppm	B ppm
	Promedios	Promedios	Promedios	Promedios	Promedios
Testigo	26,5 a	9,5 b	28,25 a	78,25 a	73,25 ab*
T1 – Agrostemin	22,5 a	10,75 ab	35,5 a	79,75 a	60,25 ab
T2 – Stimplex	19,75 a	14,5 a	28 a	105,75 a	45 b
T3 – Vitamar Excel	19,25 a	10,75 ab	29,25 a	99,5 a	53 ab
T4 – Fertimar	22,75 a	9,25 b	32 a	96 a	72,25 ab
T5 – Alger	25 a	13 ab	28,75 a	87,75 a	78,25 a
PROMEDIO	22,63	10,63	30,29	91,17	63,67
ANVA	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s
C. V. (%)	33,00	24,50	16,32	30,95	27,20

C.V. : Coeficiente de Variación.

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Duncan al $\alpha=0,05\%$

n.s. : no significativo.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las cuales se efectuó el experimento se concluye:

- En cuanto al rendimiento en miles de docenas/ha y toneladas/ha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ningún tratamiento empleado. Sin embargo de los extractos de alga evaluados se observó una tendencia de mayores rendimientos con el producto Agrostemin 21,41 t/ha y 18,92 doc/ha.
- Para las variables evaluadas: número de capítulos por planta, y peso promedio de capítulos no se encontró diferencias estadísticamente significativas. El mayor valor de estos parámetros se registró con el producto Agrostemin con 97,71 g y 19,34 capítulos/planta.
- Los componentes de la calidad evaluados, diámetro y altura de capítulo no fueron afectados significativamente por ningún tratamiento.
- El contenido de materia seca en hojas y capítulos tampoco fue afectado significativamente por la aplicación foliar de los extractos de alga.
- Para el análisis foliar se encontró diferencias significativas para el contenido de Potasio (K), siendo los tratamientos con Fertimar y Vitamar Excel (3,22 % y 3,17%) los que presentaron mayor concentración de este nutriente.
- Los tratamientos Testigo, Stimplex y Alger fueron los que obtuvieron el mayor contenido de Fósforo (P), Cobre (Cu) y Boro (B) con 0,28 %; 14,5 ppm y 78,25 ppm respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos se recomienda:

- Realizar mayor investigación de los extractos de algas marinas en otros cultivares de alcachofa y en otros cultivos para diferentes condiciones ambientales.
- No sólo probar la dosis recomendada por las casas comerciales sino probar dosis mayores o menores para evaluar la eficacia de los productos.
- Realizar investigaciones en extractos de algas marinas en otras zonas costeras peruanas para evaluar su potencial para la aplicación en los cultivos.
- Evaluar otros parámetros como absorción de los nutrientes administrados por estos extractos, y valor nutricional del cultivo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acleto, C. 1986. Algas marinas del Perú de Importancia Económica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Departamento de Botánica. Serie de divulgación N° 5. Segunda Edición.
- Aris Industrial. 2012. Ficha Técnica Vitamar Excel.
- Baroja, Dennis., Benitez, Marcel. 2008. Efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) en Pimampiro – Imbabura. Universidad Técnica del Norte. 135pp.
- Benancio, V. 2011. Evaluación de la densidad de siembra en dos cultivares de alcachofa sin espinas (*Cynara scolymus*) en condiciones de costa central y bajo riego por gravedad. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 66 pp.
- Canales, B. 2001. Uso de Derivados de Algas Marinas en la Producción de Tomate, Papa, Chile y Tomatillo. Buenavista, Saltillo, Cohauila. 24 p.
- Casas, A. 2000. El cultivo de alcachofa. Revista: Agro Enfoque. Vol. 15, N° 111. Páginas 13-14. Lima. Perú.
- Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas. Editorial IICA. Tercera Edición. Pg 387.
- Centro de información de recursos naturales (CIREN). (1988). Manual del cultivo de la alcachofa (*Cynara scolymus*). Publicación CIREN N°72.
- COPEME, 2009. Informe Final Mejora de las técnicas y procesos en la producción, cosecha y acopio de la alcachofa, Lambayeque. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Pg 7.
- Dawes, Clinton. 1986. Botánica marina. Primera edición. Editorial Limusa S.A. México. 673 p.
- FAO. 2004. El estado mundial de la pesca y acuicultura. 40 p.
- Farmagro. 2012. Ficha Técnica Alger.
- Felles, L. 2009. Determinación de las curvas de extracción de nutrientes N, P, K en dos cultivares de alcachofa sin espinas (*Cynara scolymus* L.) bajo condiciones del Valle Chancay. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 145 p.

- Flores, D. 2007. Manual Técnico Cultivo de alcachofa (sin espinas) para exportación para valles interandinos del Perú. IDESI-Huánuco. Pg 21.
- Flores, M y Vilcapoma, G. 2003. Botánica Sistemática, Guía de prácticas. UNALM. Lima – Perú.
- García, M. 1999. Plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de la Alcachofa. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Innovación Agraria y Ganadera. Valencia, España. 49 p.
- Gobierno de Aragon.1999. Informaciones Técnicas. Dirección General de Tecnología Agraria. Número 75.
- INIA. 2001. Cultivo de Alcachofa sin espinas. Serie Manual N° 1. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Investigación Agraria. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas. 200 p.
- INIA-URURI. 2011. Cultivo de alcachofa (*Cynara cardunculus sub scolymus* L.). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación especializado en agricultura del desierto y altiplano (CIE), INIA, URURI, Región de Arica y Parinacota, Ministerio de Agricultura. 4 p.
- Martínez, Salomón., Verde, Julia., Maiti, Azucena., Homero, Gaona., Aranda, Enrique., Rojas, Manuel.1999. Efecto de un extracto de algas y varios fitoreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. gigant). Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 166-169.
- Martinez, J., Carbonell, M. (2007). Estudio comparativo de alcachofa de propagación sexual o vegetativa. Departamento de Horticultura, Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.
- Maroto, J. 2002. Horticultura Herbácea Especial. Quinta Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España. 702 p.
- Meza, Ch. 2004. Fenología de cuatro cultivares de alcachofa sin espinas (*Cynara scolymus* L.) en el valle del Mantaro Junín. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 75 p.
- Mogor, Ono, Rodriguez. 2008. Aplicacao foliar de extrato de alga, ácido L-glutámico e cálcio em feijoeiro. Scientia Agraria. Universidad de Federal do Panamá. Brazil. 2008.

- Montes, Y. 2008. Efecto de la fertilización foliar sobre dos cultivares de alcachofa (*Cynara scolymus* L). Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 72 p.
- Pérez, M. 2007. Efecto de cuatro concentraciones de ácido giberélico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de alcachofa sin espinas *Cynara scolymus* L bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 86 p.
- Peruvian Seaweeds, 2012. Ficha Técnica Fertimar.
- Química Suiza Industrial. 2012. Ficha Técnica Agrostemin.
- Química Suiza Industrial. 2012. Ficha Técnica Stimplex.
- Quitral, V. 2012. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. Universidad de Chile. Departamento de Nutrición. Facultad de medicina. 7 p.
- Rathore, Chaudhary. 2008. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. South African Journal of Botany 75. Pg 351–355.
- Rodríguez, A. 2009. Comparativo de 3 niveles de fertilización y extracción de nutrientes en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) cv. Lorca en condiciones de San Juan de Yanamuclo (Valle del Mantaro). Tesis para optar el grado de: Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 77 p.
- Robles, F. 2001. La alcachofa: Nueva alternativa para la agricultura peruana. Prompex. Lima – Perú. 43 p.
- Sanchez, G. y Vergara, C. 1998. Plagas de Hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Entomología y Fitopatología. Lima Perú. 159 – 164 p.
- Serrano, Z. 2006. La alcachofa. Consejería de Agricultura y pesca. Editorial Junta de Andalucía. 337 p.
- Valadez, A. 1994. Producción de hortalizas. Cuarta edición. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega editores. 298 p.

- Zeballos, C. 2008. Efecto de la aplicación foliar de *Ascophyllum nodosum* en cebolla cv. 'Roja camaneja' (*Allium cepa* L.) bajo diferentes fuentes de materia orgánica. Tesis para optar el grado de: Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

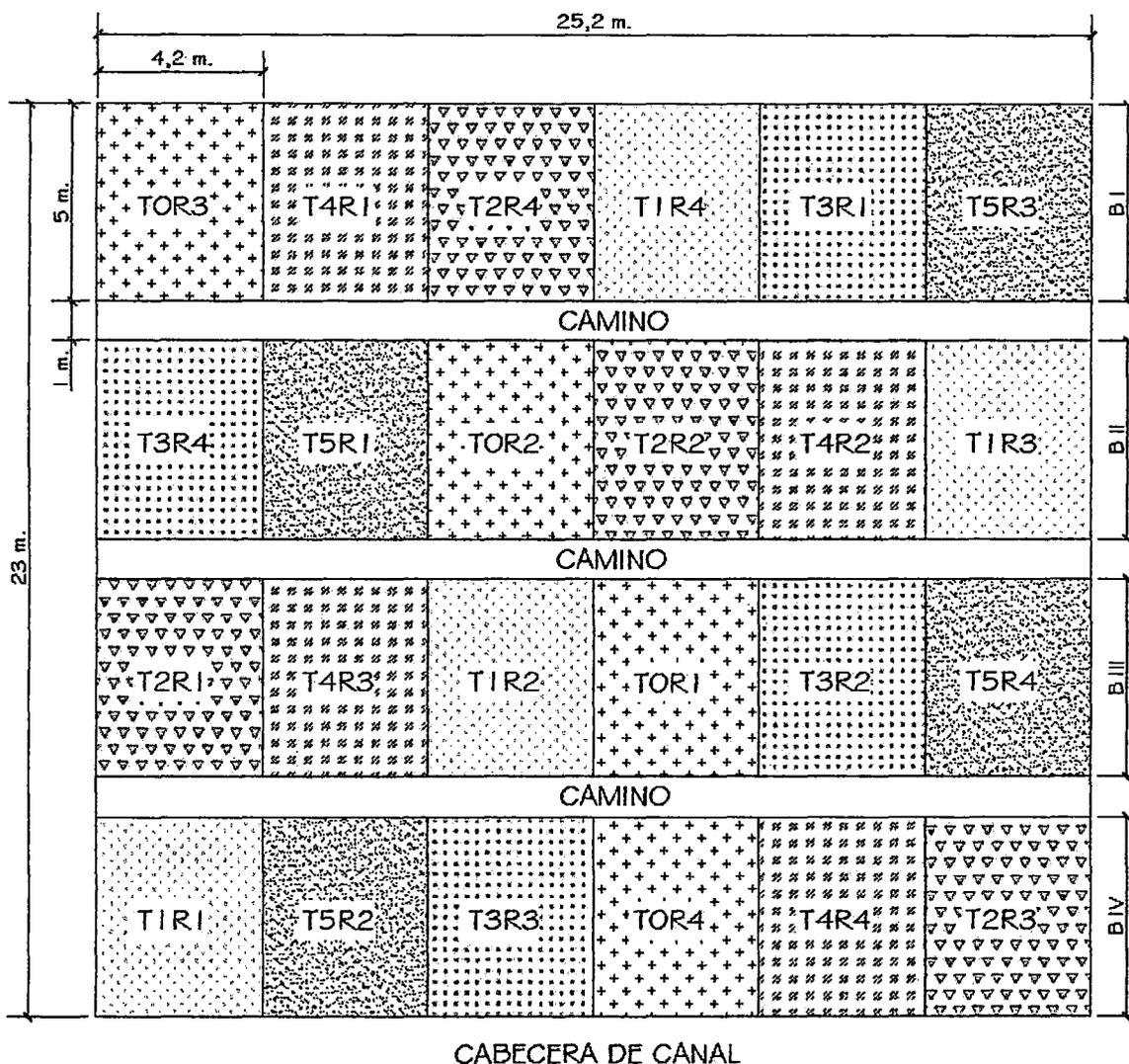
Páginas web consultadas:

- <http://www.terraia.com/index.php?revista=58&articulo=385>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Croquis y distribución de los tratamientos en el área experimental

Fundo San Martín - Cañete 2012



ANEXO 2: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados

• **Cuadro ANVA para Rendimiento en toneladas/ha**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	28,6037548	9,53458494	0,45	0,7213	n.s.
Tratamiento	5	95,3313518	19,0662704	0,9	0,5068	n.s.
Error	15	318,175871	21,2117247			
Total	23	442,110978				

Coefficiente de Variación: 25,29 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	21,41	a
Vitamar Excel	4	20,02	a
Alger	4	18,67	a
Testigo	4	16,74	a
Stimplex	4	16,37	a
Fertimar	4	16,08	a

• **Cuadro ANVA para Rendimiento en doc/ha (miles)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	22,86613212	7,62204404	0,51	0,6825	n.s.
Tratamiento	5	46,43036187	9,28607237	0,62	0,6873	
Error	15	224,8958066	14,9930538			
Total	23	294,1923006				

Coefficiente de Variación: 23,31 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	18,92	a
Vitamar Excel	4	17,32	a
Alger	4	17,11	a
Fertimar	4	16,04	a
Testigo	4	15,77	a
Stimplex	4	14,49	a

• Cuadro ANVA para diámetro de capítulo (cm)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,14102500	0,04700833	0,73	0,5498	n.s.
Tratamiento	5	0,08701483	0,01740297	0,27	0,9223	n.s.
Error	15	0,96554350	0,06436957			
Total	23	1,19358333				

Coefficiente de Variación: 4,28 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	6,00	a
Stimplex	4	5,98	a
Vitamar Excel	4	5,96	a
Alger	4	5,93	a
Testigo	4	5,90	a
Fertimar	4	5,82	a

• Cuadro ANVA para altura de capítulo (cm)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significación
Bloque	3	0,2204755	0,07349183	1,19	0,3455	n.s.
Tratamiento	5	0,41704683	0,08340937	1,36	0,2952	n.s.
Error	15	0,9228615	0,0615241			
Total	23	1,56038383				

Coefficiente de Variación: 3,79 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Alger	4	6,74	a
Fertimar	4	6,69	a
Testigo	4	6,54	a
Stimplex	4	6,43	a
Agrostemin	4	6,42	a
Vitamar Excel	4	6,42	a

• Cuadro ANVA peso promedio del capítulo (gr)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	468,3100195	156,1033398	0,92	0,4537	n.s.
Tratamiento	5	609,1149384	121,8229877	0,72	0,6184	n.s.
Error	15	2537,447368	169,163158			
Total	23	3614,872326				

Coefficiente de variación: 14,12 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	97,71	a
Vitamar Excel	4	97,70	a
Alger	4	93,08	a
Stimplex	4	91,99	a
Testigo	4	89,90	a
Fertimar	4	83,26	a

• **Cuadro ANVA número de capítulos/planta (unidades)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	22,03645833	7,34548611	0,44	0,7270	n.s
Tratamiento	5	41,91145833	8,38229167	0,50	0,7692	n.s.
Error	15	249,791667	16,6527778			
Total	23	313,7395833				

Coefficiente de Variación: 23,51 %

Resultado de la prueba Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	19,34	a
Vitamar Excel	4	18,19	a
Alger	4	17,97	a
Fertimar	4	16,84	a
Testigo	4	16,56	a
Stimplex	4	15,22	a

• Cuadro ANVA materia seca en hojas (%)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	124,0284915	41,3428305	1,46	0,2641	n.s.
Tratamiento	5	48,9628854	9,7925771	0,35	0,8763	n.s.
Error	15	423,4235758	28,2282384			
Total	23	596,4149526				

Coefficiente de Variación: 27,11 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Testigo	4	21,96	a
Stimplex	4	20,58	a
Agrostemin	4	19,86	a
Vitamar Excel	4	19,32	a
Alger	4	18,17	a
Fertimar	4	17,72	a

• Cuadro ANVA materia seca en capítulos (%)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	57,75714112	19,2523804	1,57	0,2372	n.s.
Tratamiento	5	62,62465337	12,52493067	1,02	0,4385	n.s.
Error	15	183,5153641	12,2343576			
Total	23	303,8971586				

Coefficiente de Variación: 21,89 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Testigo	4	18,25	a
Vitamar Excel	4	17,57	a
Alger	4	16,44	a
Agrostemin	4	15,52	a
Stimplex	4	14,21	a
Fertimar	4	13,88	a

• **Cadro ANVA para la concentración de Nitrógeno (N)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Sig
Bloque	3	0,0189	0,0063	0,24	0,8636	n.s.
Tratamiento	5	0,13045	0,02609	1,01	0,4434	n.s.
Error	15	0,38585	0,02572333			
Total	23	0,5352				

Coefficiente de Variación: 6,25 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Testigo	4	2,70	a
Stimplex	4	2,61	a
Agrostemin	4	2,56	a
Fertimar	4	2,56	a
Vitamar Excel	4	2,50	a
Alger	4	2,47	a

• **Cuadro ANVA para la concentración de Fósforo (P)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significación
Bloque	3	0,00258333	0,00086111	0,37	0,7751	n.s.
Tratamiento	5	0,01778333	0,00355667	1,53	0,2387	n.s.
Error	15	0,03481667	0,00232111			
Total	23	0,05518333				

Coefficiente de Variación: 20,87 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Testigo	4	0,28	a
Fertimar	4	0,25	ab
Agrostemin	4	0,23	ab
Vitamar Excel	4	0,23	ab
Alger	4	0,21	ab
Stimplex	4	0,19	b

• Cuadro ANVA para la concentración de Potasio (K)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,08723333	0,02907778	0,26	0,8502	n.s.
Tratamiento	5	1,96818333	0,39363667	3,58	0,025	*
Error	15	1,65151667	0,11010111			
Total	23	3,70693333				

Coefficiente de Variación: 11,20 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Fertimar	4	3,22	a
Vitamar Excel	4	3,17	a
Stimplex	4	3,14	a
Agrostemin	4	3,13	a
Alger	4	2,57	b
Testigo	4	2,55	b

• Cuadro ANVA para la concentración de Calcio (Ca)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,85948333	0,28649444	0,96	0,439	n.s.
Tratamiento	5	1,76433333	0,35286667	1,18	0,3656	n.s.
Error	15	4,49656667	0,29977111			
Total	23	7,12038333				

Coefficiente de Variación: 28,83 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Stimplex	4	2,38	a
Vitamar Excel	4	2,00	a
Agrostemin	4	1,99	a
Testigo	4	1,81	a
Fertimar	4	1,66	a
Alger	4	1,55	a

• **Cuadro ANVA para la concentración de Magnesio (Mg)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,00406667	0,00135556	2,61	0,0896	n.s.
Tratamiento	5	0,00375000	0,00075000	1,45	0,2650	n.s.
Error	15	0,00778333	0,00051889			
Total	23	0,01560000				

Coefficiente de Variación: 11,39 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Stimplex	4 ^o	0,22	a
Testigo	4	0,21	a
Vitamar Excel	4	0,20	a
Alger	4	0,19	a
Agrostemin	4	0,19	a
Fertimar	4	0,19	a

• Cuadro ANVA para la concentración de Azufre (S)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,01085	0,00361667	0,78	0,5253	n.s.
Tratamiento	5	0,01003333	0,00200667	0,43	0,8203	n.s.
Error	15	0,0699	0,00466			
Total	23	0,09078333				

Coefficiente de Variación: 24,90 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Fertimar	4	0,31	a
Testigo	4	0,29	a
Stimplex	4	0,28	a
Alger	4	0,28	a
Vitamar Excel	4	0,26	a
Agrostemin	4	0,24	a

• **Cuadro ANVA para la concentración de Sodio (Na)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	0,40444583	0,13481528	1,10	0,3793	n.s.
Tratamiento	5	0,85727083	0,17145417	1,40	0,2797	n.s.
Error	15	1,83647917	0,12243194			
Total	23	3,09819583				

Coefficiente de Variación: 24,10 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Alger	4	1,64	a
Vitamar Excel	4	1,59	a
Stimplex	4	1,59	a
Testigo	4	1,51	a
Agrostemin	4	1,22	a
Fertimar	4	1,16	a

• **Cuadro ANVA para la concentración de Zinc (Zn)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	80,125	26,7083333	0,48	0,7016	n.s.
Tratamiento	5	161,375	32,275	0,58	0,7156	n.s.
Error	15	836,125	55,741667			
Total	23	1077,625				

Coefficiente de Variación: 33,0 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Testigo	4	26,5	a
Alger	4	25,0	a
Fertimar	4	22,75	a
Agrostemin	4	22,5	a
Stimplex	4	19,75	a
Vitamar Excel	4	19,25	a

• Cuadro ANVA para la concentración de Cobre (Cu)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	5,45833333	1,81944444	0,24	0,8686	n.s.
Tratamiento	5	84,7083333	16,9416667	2,21	0,1070	n.s.
Error	15	114,791667	7,6527778			
Total	23	204,958333				

Coefficiente de Variación: 24,50 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Stimplex	4	14,50	a
Alger	4	13,00	ab
Vitamar Excel	4	10,75	ab
Agrostemin	4	10,75	ab
Testigo	4	9,50	b
Fertimar	4	9,25	b

• **Cuadro ANVA para la concentración de Manganeso (Mn)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	22,4583333	7,4861111	0,31	0,8206	n.s.
Tratamiento	5	171,708333	34,3416667	1,4	0,2784	n.s.
Error	15	366,791667	24,4527778			
Total	23	560,958333				

Coefficiente de Variación: 16,32 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Agrostemin	4	35,5	a
Fertimar	4	32	a
Vitamar Excel	4	29,25	a
Alger	4	28,75	a
Testigo	4	28,25	a
Stimplex	4	28	a

• **Cuadro ANVA para la concentración de Hierro (Fe)**

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	3848,33333	1282,77778	1,61	0,2288	n.s.
Tratamiento	5	2457,33333	491,466667	0,62	0,6888	n.s.
Error	15	11945,6667	796,37778			
Total	23	18251,3333				

Coefficiente de Variación: 30,95 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Stimplex	4	105,75	a
Vitamar Excel	4	99,50	a
Fertimar	4	96,00	a
Alger	4	87,75	a
Agrostemin	4	79,75	a
Testigo	4	78,25	a

• Cuadro ANVA para la concentración de Boro (B)

FV	GL	SC	CM	Fcal	P-valor	Significancia
Bloque	3	2433,33333	811,111111	2,71	0,0825	n.s.
Tratamiento	5	3408,33333	681,666667	2,27	0,1	n.s.
Error	15	4497,66667	299,84444			
Total	23	10339,3333				

Coefficiente de Variación: 27,20 %

Resultado de la prueba de Duncan al 5 %

Tratamiento	N	Promedio	Duncan
Alger	4	78,25	a
Testigo	4	73,25	ab
Fertimar	4	72,25	ab
Agrostemin	4	60,25	ab
Vitamar Excel	4	53,00	ab
Stimplex	4	45,00	b