

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“EXTRACTOS DE ALGAS EN SANDÍA (*Citrullus lanatus*) cv. SANDY  
APLICADOS FOLIARMENTE BAJO LAS CONDICIONES  
DE LA MOLINA”**

**Presentada por:**

**ALAN GILBERTO SÁNCHEZ ROMERO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Lima - Perú**

**2018**

## DEDICATORIA

*Dedico ante todo este trabajo a Dios, por que ha estado conmigo a cada paso que doy, a mi madre Elsa Romero Bento quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación, a mis hermanos por haberme dado su apoyo incondicional, a mi esposa Andrea Quincho por haber depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba y ser mi apoyo en todo momento y a mi hijo Rodrigo Sánchez por ser mi motivo de alegría para seguir adelante.*

## *AGRADECIMIENTO*

*A mi patrocinador al Ing. Agr. Mg. Sc. Andrés Casas Díaz por su generosidad al compartir sus conocimientos, por su orientación y apoyo para la ejecución del presente trabajo de investigación.*

*Al señor Carlos del laboratorio de pos cosecha de la Facultad de Agronomía UNALM*

*Por el apoyo brindado durante los análisis del presente trabajo de investigación.*

*Al personal que laboran en el fundo de la Facultad de Agronomía; en especial al Ing. Jorge Tobaru y al señor Caítiuro, por su apoyo en la realización de este trabajo.*

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	2
	2.1. Características botánicas y taxonómica.....	2
	2.2. Fenología del cultivo.....	2
	2.3. Cultivares y características.....	3
	2.4. Factor climático.....	3
	2.5. Factor edáfico.....	4
	2.6. Densidad y disposición espacial.....	5
	2.7. Requerimientos de riego.....	5
	2.8. Fertilización de la sandía.....	6
	2.9. Cosecha.....	6
	2.10. Post cosecha.....	7
	2.11. Algas marinas.....	8
	2.12. Fitohormonas.....	9
	2.13. Tipos de fitohormonas.....	9
	2.13.1. Auxinas.....	10
	3.13.2. Giberelinas.....	10
	3.13.3. Citoquininas.....	10
	3.13.4. Ácido abscísico .....	10
	3.13.5. Etileno.....	10
	2.14. Extractos de macroalgas para su uso en la agricultura.....	10
	2.15. Bioactividad de extractos comerciales de macroalgas sobre las plantas.....	11
	2.16. Elaboración y bioactividad de extractos.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
	3.1. Área experimental .....	15
	3.1.1. Ubicación.....	15
	3.1.2. Suelo.....	15
	3.1.3. Clima.....	17
	3.2. Materiales .....	18
	3.2.1. Características del cultivar Sandy.....	18
	3.2.2. Manejo agronómico.....	18
	3.2.3. Características de los productos utilizados.....	20

3.3. Métodos.....	23
3.3.1. Tratamientos.....	23
3.3.2. Diseño experimental .....	24
3.3.3. Análisis estadístico.....	24
3.3.4. Características del área experimental .....	25
3.4. Características evaluadas.....	26
3.4.1. Rendimiento por parcela .....	26
3.4.2. Número total de frutos por parcela.....	26
3.4.3. Peso promedio de fruto por parcela.....	27
3.4.4. Largo de fruto.....	27
3.4.5. Ancho de fruto.....	27
3.4.6. Grosor de cascara.....	27
3.4.4. Porcentaje de solidos solubles.....	27
3.4.5. Contenido de materia seca... ..	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Rendimiento.....	28
4.2. Numero de frutos por hectárea.....	31
4.3. Calidad del fruto.....	32
4.3.1. Peso promedio.....	32
4.3.2. Largo y diámetro del fruto.....	34
4.3.3. Grosor de la cascara del fruto.....	36
4.3.4. Porcentaje de solidos solubles.....	37
4.4. Porcentaje de materia seca.....	40
4.4.1. Hojas.....	40
4.4.2. Tallos.....	41
4.4.3. Frutos.....	42
V. CONCLUSIONES .....	44
VI. RECOMENDACIONES .....	45
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	46
VIII. ANEXOS.....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Etapas fenológicas del cultivo de la sandía.....	2
Cuadro 2: Principales cultivares de sandías en el Perú .....	3
Cuadro 3: Marcas comerciales de extractos de macroalgas en el mundo.....	13
Cuadro 4: Análisis físico-químico del suelo .....	16
Cuadro 5: Variables meteorológicas durante el periodo de ensayo.....	17
Cuadro 6: Composición química de los extractos de algas evaluados.....	22
Cuadro 7: Tratamientos evaluados.....	23
Cuadro 8: Características del área experimental.....	25
Cuadro 9: Rendimiento (ton/h) y numero de frutos en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy empleando fertilización foliar de extractos de algas.....	29
Cuadro 10: Peso promedio (Kg), largo (cm), diámetro (cm), grosor de cascara (cm) y porcentaje de solidos solubles (%) empleando tratamientos foliares de extractos de algas.....	33
Cuadro 11: Porcentaje de materia seca (%) en hojas, tallos y frutos de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy empleando fertilización foliar de extractos de algas.....	39

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Croquis de distribución de los tratamientos utilizados en el ensayo de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy La Molina, 2016. ....	26
Grafico 2: Rendimiento en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (t/ha) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	30
Grafico 3: Numero de frutos por hectárea en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar... ..	31
Grafico 4: Peso promedio del fruto en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (Kg) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar... ..	32
Grafico 5: Longitud del fruto en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (cm) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar... ..	34
Grafico 6: Diámetro del fruto en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (cm) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar... ..	35
Grafico 7: Grosor de la cascara del fruto en sandia ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (cm) Empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	36
Grafico 8: Porcentaje de solidos solubles en sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (%) Empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	38
Grafico 9: Porcentaje de materia seca en hojas de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (%) Empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	40
Grafico 10: Porcentaje de materia seca en tallos de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (%) Empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	41
Grafico 11: Porcentaje de materia seca en frutos de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ) cv. Sandy (%) Empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados. ....	52
ANEXO 2: Resumen de labores culturales en el campo comercial.....	57
ANEXO 3: Costo de producción por hectárea.....	59
ANEXO 4: Galería fotográfica.....	60

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento y la calidad de la sandía (*Citrullus lanatus*) cv Sandy. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar; el área experimental se dividió en 24 parcelas, con una superficie de 90 m<sup>2</sup> cada una. Se emplearon cinco tratamientos y un testigo con 4 repeticiones. Los extractos de algas evaluadas fueron Acción Plus, Phyllum ST, Fertimar y Algaforte. Las dosis utilizadas fueron las recomendadas por el fabricante. Se realizaron tres aplicaciones en promedio por tratamiento. Las variables que se evaluaron fueron: rendimiento (t/ha), número de frutos, peso promedio de fruto (kg), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), grosor de cáscara (cm), sólidos solubles(%) y porcentaje de materia seca del tallo, hoja y fruto (%). El más alto rendimiento se obtuvo con el abonamiento convencional al suelo más la aplicación de Phyllum ST con un rendimiento de 59.77 t/ha, todos los tratamientos con fertilización al suelo no difirieron significativamente entre sí, pero sí tuvieron diferencia significativa con el testigo. El más alto valor en número de frutos por hectárea se obtuvo también con la aplicación del Phyllum ST más el abonamiento convencional con 5916.67 frutos por hectárea, seguido del tratamiento con abonamiento convencional más Algaforte con 5833.33 frutos por hectárea, ambos no difieren significativamente entre sí, pero sí tuvieron diferencia significativa con el testigo. El mayor valor del porcentaje de sólidos solubles y materia seca del fruto se obtuvo con Algaforte más fertilización al suelo con 9.75 y 8.73 %, respectivamente. Ambos valores superaron estadísticamente al testigo. En cuanto al porcentaje de materia seca en hojas el testigo y el tratamiento con fertilización al suelo más Fertimar presentaron los menores valores y obtuvieron diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás tratamientos. Las demás variables no mostraron diferencias significativas.

**Palabras clave:** Algas marinas, rendimiento, calidad, sandía.

## ABSTRACT

The effect of seaweed extracts on the yield and quality of watermelon (*Citrullus lanatus*) cv Sandy was evaluated. A completely randomized block design was used; the experimental area was divided into 24 plots, with an area of 90 m<sup>2</sup> each. Five treatments and a control with 4 repetitions were evaluated. The algae extracts evaluated were Action Plus, Phyllum ST, Fertimar and Algaforte. The doses used were those recommended by the manufacturer. Three applications were made on average by treatment. The variables that were evaluated were: yield (t / ha), number of fruits, average weight of fruit (kg), length of fruit (cm), fruit diameter (cm), rind thickness (cm), soluble solids ( %) and percentage of dry matter of the stem, leaf and fruit (%) The highest yield was obtained with conventional fertilization to the soil plus the application of Phyllum ST with a yield of 59.77 t / ha, all treatments with fertilization did not differ significantly from each other, but they had significant difference with the control. The highest value in number of fruits by hectare was also obtained with the application of the Phyllum ST plus the conventional fertilization with 5916.67 fruits / hectare, followed by the treatment with conventional fertilization plus Algaforte with 5833.33 fruits / hectare, both do not differ significantly from each other, but they did have a significant difference with the check. The highest value of the percentage of soluble solids and dry matter of the fruit was obtained with Algaforte plus fertilization soil with 9.75 and 8.73%, respectively. Both values statistically greater than the check. Regarding the percentage of dry matter in leaves, the control and the treatment with soil fertilization plus Fertimar presented the lowest values and obtained significant statistical differences with respect to the other treatments. The other variables did not show significant differences among treatments.

**Key words: Seaweed, yield, quality, watermelon.**

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de algas como complemento en los planes de fertilización convencional para las plantas es una alternativa fiable y sostenible a la necesidad de disminuir o romper la dependencia del uso de productos químicos artificiales en los cultivos. Los fertilizantes a base de algas tienen cada vez más importancia en los cultivos.

Las algas son plantas acuáticas del reino vegetal. La utilización de las algas como fertilizante es una práctica ancestral de las zonas agrícolas cercanas al mar, donde sus habitantes recogían de las costas las algas pardas arrastradas por la marea, después de secarlas, las añadían al terreno como abono. En lo que se refiere a la utilización de las algas como fertilizante orgánico, parece que la vinculación entre las algas y la agricultura es de vital importancia para la salud y la conservación de los ecosistemas. Básicamente, cuando se aplican algas al suelo, se producen unas reacciones químicas y combinaciones enzimáticas enriquecedoras, las cuales no pueden ser generadas en un hábitat por otros seres vivos o raíces. Las algas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y la calidad de la cosecha.

La sandía se caracteriza por ser un fruto de gran tamaño y se cultiva principalmente en zonas de clima cálido y muy soleado, no prosperando adecuadamente en climas húmedos con baja insolación. Por su frescura y gran contenido de agua es ampliamente aceptado en la gran mayoría de los mercados, no siendo nuestro medio la excepción.

En el Perú, se siembran aproximadamente 3000 Ha con un rendimiento aproximado de 30 toneladas por hectárea; sin embargo, la mayoría de los cultivares sembrados son de polinización abierta, mientras que una menor área que se está sembrando son cultivares híbridos. Además, constantemente nuevos cultivares son desarrollados por lo que tienen que evaluarse las mejores tecnologías para una adecuada producción como son densidad de siembra, dosis de fertilización, épocas de siembra, entre otros aspectos.

La finalidad del presente trabajo fue evaluar el efecto de extractos de algas marinas aplicadas en forma foliar en el rendimiento y calidad en sandía cv. Sandy bajo las condiciones de la Molina.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Características botánicas y taxonómicas

Parsons (1992) menciona que la planta de sandía, *Citrullus lanatus*, es de ciclo vegetativo anual con crecimiento rastrero. Su sistema radicular es abundante y superficial. El tallo es delgado, anguloso, con estrías longitudinales y está cubierto de vellos blanquecinos. La longitud de tallo puede alcanzar hasta 5 m. Sus hojas están cubiertas de vello con lóbulos muy marcados pudiendo tener de 3 a 5 lóbulos. Los zarcillos son complejos y están divididos en 2 o 3 filamentos. Las flores son unisexuales y solitarias, nacen de las axilas de las hojas y con frecuencia, la planta tiene más flores masculinas que femeninas. Son de color amarillo. Los frutos son de forma globular u oblonga con cascara lisa y dura de color verde pudiendo tener diversas tonalidades, rayado o moteado. Su pulpa es suave, jugosa y de color rojo, rosa, amarillo y blanco. Las semillas pueden ser de color blanco, rojo, negro y amarillo.

### 2.2. Fenología del cultivo

El desarrollo y crecimiento de la sandía dependen del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales, por tanto es necesario describir su fenología. Borrego (2002) describe los estados fenológicos del cultivo de sandía y se resumen en el cuadro 1.

**Cuadro N° 1: Etapas fenológicas del cultivo de la sandia**

<b>FENOLÓGICA</b>	<b>DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA (DDS)</b>
Germinación	5-6
Inicio de emisión de guías	18-23
Inicio de floración	25-28
Plena flor	35-40
Inicio de cosecha	71-90
Termino de cosecha	92-100

Fuente: Borrego (2002)

### 2.3. Cultivares y características

Existe una gama muy amplia de cultivares, que se caracterizan por el tipo de polinización (abierta o sin semilla/hibrido), precocidad, forma, tamaño, color de la corteza y pulpa de sus frutos, tamaño y color de las semillas, grados de ploidía del genoma, resistencia a Fusarium, afinidad sobre los portainjertos usuales, etc. (Maroto, 2002). En el cuadro 2 se resumen los principales cultivares que se siembran en el Perú, adaptado de Ugas et al., (2000).

**Cuadro N° 2: Principales cultivares de sandía en el Perú**

CULTIVAR	POLINIZACIÓN	MADUREZ RELATIVA	FRUTO		
			FORMA	EXTERIOR	COLOR DE PULPA
Black Fire	Hibrido	Precoz	Redonda	Verde oscuro	Rojo
Peacock Improved	Abierta	Tardía	Oblonga	Verde oscuro	Rojo
Sandy	Abierta	Tardía	Oblonga	Verde oscuro	Rojo
Santa Amelia	Abierta	Semi-precocoz	Oblonga	Verde oscuro con franjas verdes claro	Rojo
Huaralina	Abierta	Tardía	Redonda	verde oscuro con estrías muy oscuras	Rojo

Fuente: Adaptado de Ugas et al., (2000)

### 2.4. Factor climático

Casseres (1980) afirma que las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos con temperaturas de 18 a 25 °C como óptimos, con máximos de 32 °C, y mínimas de hasta 10 °C; las semillas tendrán alto porcentaje de germinación si el suelo tiene una temperatura de 21 a 32 °C.

Para Rubatzki y Yamaguchi (1997) el cultivo de sandía requiere de un periodo de crecimiento relativamente largo, que está entre 100 y 150 días, la temperatura de día y de noche debe oscilar entre 30 y 20 °C, respectivamente.

Robinson y Decker-Walters (1997) sostiene que el cultivo de las cucurbitáceas en general es complicado en latitudes extremas, debido a la variación de fotoperiodos y la incidencia de bajas temperaturas. Días largos inducen plantas más masculinas que femeninas en algunas especies, y en otras la inhibición total de la floración. Se necesita gran intensidad de luz para obtener buenas cosechas, el cuajado de frutos es afectado por las condiciones de baja intensidad de luz.

Valadez (1994) indica que cuando el fruto alcanza su madurez tendrá buena calidad de azúcares o sólidos solubles si existen temperaturas promedio durante el día de 32 °C y mucha luminosidad, pues esto favorece la actividad y tasa fotosintética, de la misma manera por la noche prevalecer temperaturas frescas (15 a 16 °C) para que disminuya la respiración de la planta.

## **2.5. Factor edáfico**

Casseres (1980), Schweers (1976) y Ugas et al. (2000) mencionan que para el cultivo de cucúrbitas se prefiere suelos fértiles, bien drenados como los franco-arenosos, que calienten con facilidad y no muy ácidos.

Suelos mal drenados, así como los que son tan arenosos que no retienen la humedad, no son convenientes. Asimismo, Schweers (1976) concluye que se pueden emplear suelos pesados manteniéndolos en buenas condiciones físicas y de humedad. Cuando se cultive sandía, siempre se debe tener algún tipo de rotación; desde el punto de vista del control de enfermedades, no debiéndose cultivar sandía por más de cuatro años en el mismo terreno.

Casseres (1980) menciona que el pH más adecuado está entre 6 y 8. Pero según Rubatzky (1997) y Ugas et al. (2000) el pH ideal oscila entre 6 y 6,5 pero el rango de 5 a 7 también es aceptable. En suelos ácidos debe agregarse cal hasta ajustar el pH.

Para Valadez (1994) la sandía se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco arenosos con buen contenido de materia orgánica, asimismo es medianamente tolerante a la salinidad, puede soportar de 4 a 6 mmhos.

## **2.6. Densidad y disposición espacial**

Según Scheweers (1976) y La Hacienda (1961) el espaciamiento entre filas debe ser de 1,8 m o más, entre plantas se debe dejar una planta cada 0,9 a 1 m. Rubatzky (1997) afirma que el distanciamiento entre plantas oscila usualmente entre 1 y 2 m y 2 a 3 m entre filas. En cambio Valadez (1994) afirma que la distancia entre surcos oscila entre 2 a 6 m, entre plantas 1 m. Los raleos se deben hacer cuando las plantas tengan 2 o 3 hojas verdadera, estando la población en el rango de 3200 a 8000 plantas/ha.

Casseres (1980) menciona que el efecto de aumentar la densidad de siembra es producir una disminución en el tamaño de los frutos individuales. Esta es más notoria si se descuida la fertilización y/o se produce falta de agua para la planta en la etapa de desarrollo de los frutos. De esta manera con el aumento en la densidad de siembra indudablemente se aumenta el número de frutos por unidad de área.

## **2.7. Requerimientos de riego**

Scheweers (1976) menciona que las raíces desarrollan rápidamente y penetran hasta 180 cm de profundidad que es la humedad que debe mantener bien el cultivo en la etapa de crecimiento, luego es esencial proveer al cultivo con 5000 m<sup>3</sup> en suelos de textura media y 6000 a 7500 m<sup>3</sup> en suelos arenosos. Según Rubatzky (1997) se necesita entre 400 y 700 mm de lluvia o de riego para poder desarrollar el cultivo. Pero Valadez (1994) afirma que la sandía requiere entre 500 y 750 mm de agua durante su ciclo vegetativo, que deben ser suministrados en 7 a 10 riegos.

Compendio de Agronomía Tropical (1989) establece que el riego puede ser dañino cuando los frutos están formados, por el riesgo de agrietamiento y la disminución en la calidad de azúcares. Según Valadez (1994) es recomendable disminuir dichos riegos en la maduración para que se concentren más azúcares.

## **2.8. Fertilización de la sandía**

Ramírez (1962) en un ensayo que realizó sobre abonamiento con nitrógeno y fósforo en el cultivo de sandía, encontró que los niveles de nitrógeno resultaron ser altamente significativo en los análisis estadísticos, así, al pasar de  $N_0$  (sin nitrógeno) a  $N_1$  (50 kg de N/ha) registro un incremento de 8253 Kg/ha, y al pasar de  $N_1$  a  $N_2$  (100 Kg/ha) el incremento fue de 5391 Kg de sandía por hectárea. Así mismo el tratamiento que mayor produjo fue el de 100 Kg de N por hectárea, que fue la máxima dosis en este ensayo. Este autor recomienda ensayar con mayores dosis de nitrógeno, para establecer hasta que limite estas dosis mayores se compensan con mejores rendimientos económicos.

Domínguez (1993) sostiene que para obtener rendimientos de 20 a 50 TM/ha, el cultivo hace las siguientes extracciones de nutrientes por tonelada de cosecha: 3 a 4 kg de Nitrógeno; 4 a 5 kg de  $K_2O$  y 1 a 2 kg de  $MgO$ . Asimismo recomienda la siguiente fertilización; 80 a 300 kg de N/ha; 60 a 200 kg de  $P_2O_5$ /ha y 80 a 400  $K_2O$ /ha.

Ugas y otros (1987) aconseja aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco. Todo el fosforo, potasio y 1/3 del nitrógeno a la siembra, y el resto del nitrógeno al cambio de surco; siendo la dosis general recomendada de 180-100-120.

## **2.9. Cosecha**

Los frutos deben ser cosechados por trabajadores experimentados en esta tarea o que estén familiarizados con el cultivar que se va a cosechar. Solo se deben cosechar frutos maduros. Los métodos para determinar la madurez varían. La cosecha se inicia a los 75 a los 95 días después de la siembra según las variedades. Los frutos maduros se reconocen por los siguientes signos:

- Ruido sordo y bajo, al golpear la cascara.
- Pedúnculo seco o zarcillo del fruto.

- Mancha basal del fruto (parte en contacto con el suelo) pasa del color blanco al color crema.
- Polvo blanquecino, parecido a la cera, cubre el fruto (Agronomía Tropical, 1989)

El fruto nunca se debe desprender de la planta con la mano, sino que debe cortarse, dejándole por lo menos 5 cm de pezón (La Hacienda, 1961).

Valadez (1994) menciona algunos indicadores físicos y visuales para efectuar la cosecha consiste en conocer el ciclo vegetativo del cultivar que se está manejando, para así calcular el número de días necesarios para la maduración de los frutos, que puede ser de 90 a 110 días después de la siembra. Sonido, cuando el fruto está listo para cosecharse debe tener un sonido seco y hueco al ser golpeado con la palma de la mano. Color, así por ejemplo el cv. Peacock Improved tiene color verde claro opaco, y cuando cambia verde oscuro brillante está listo para ser cosechado.

Según Rubatzky (1997) el desarrollo de los primeros frutos cuajados tiene efectos inhibitorios sobre los cuajados después y la mayoría de las plantas pueden soportar entre 2 y 3 frutos adecuadamente; además señala que los frutos cuajados tardíamente rara vez alcanzan la madurez. El raleo de los frutos se practica algunas veces con la finalidad de aumentar el tamaño de los frutos y acumulación de azúcares. Además afirma que la concentración de sólidos solubles debe medirse en el centro del fruto, y alcanza valores del 10%, encontrándose en algunos cultivares 12% a 13%.

## **2.10. Post cosecha**

Rubatzky y Yamaguchi (1997) menciona que la sandía puede almacenarse de 2 a 3 semanas a 13-16 C y 80% de HR. , con una ligera pérdida de calidad.

## 2.11. Algas marinas

Las algas son un componente importante de los ecosistemas marinos costeros. La biodiversidad de algas, en el mundo, se estima en alrededor de 9800 especies distribuidas de acuerdo con su pigmentación, en tres categorías taxonómicas: Phaeophyceae (1843), Rhodophyta (6429) y Ulvophyceae (1586) (Guiry y Guiry, 2013a, 2013b). En el Perú, Acleto (1988) estima 228 especies: Phaeophyceae (31), Rhodophyta (160) y Ulvophyceae (37). Las Phaeophyceae (algas pardas) alcanzan sus niveles máximos de biomasa en las costas rocosas de las zonas templadas, y han sido utilizadas tradicionalmente en la agricultura como biofertilizadores (Khan et al., 2009).

El uso de extractos de algas marinas en la agricultura es un campo que ha despertado el interés de la investigación en los últimos años. Uno de los motivos se debe al hecho de que las algas marinas crecen rápido, producen gran volumen de biomasa y son fuente de diversas sustancias con actividad biológica (Talamini y Stadnik, 2004). Muchas algas marinas contienen polisacáridos industrialmente importantes, incluyendo agar, carragenanos y ácido algínico (Weeraddana, 2012). El extracto de algas es una fuente natural de citoquininas, hormonas vegetales que promueven la división celular y retrasa la senescencia (Mógor et al., 2008). Lola- Luz et al. (2013) indica que extractos puros de algas marinas frías se utilizan principalmente para ayudar a las plantas a responder mejor a cualquiera estrés biótico o abiótico.

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.

## **2.12. Fitohormonas**

El Agro (2000) menciona que las fitohormonas son compuestos orgánicos que se sintetizan en una parte de la planta y se traslada a otra parte donde a muy bajas concentraciones, ejerce una respuesta fisiológica. Actúan atravesando la membrana celular o como receptor de membrana. Las fitohormonas son sustancias químicas llamadas hormonas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta, las mismas que son capaces de manera predominante los fenómenos fisiológicos y se producen en pequeñas cantidades. Las fitohormonas pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluyen el etileno, auxina, giberelinas, citoquininas, ácido salicílico u abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

El mismo autor menciona que las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una hormona interviene en varios procesos y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias hormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso.

## **2.13. Tipos de fitohormonas**

Existen diferentes tipos de fitohormonas, como auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, etileno (El Agro, 2000).

### **2.13.1. Auxinas**

Se sintetiza en el meristemo apical. Promueve el crecimiento del tallo y la raíz, formación de raíces laterales, fenómeno de dominancia apical (predomina la yema apical frente a las axilares, crecimiento en longitud), además de la división celular del cambium, crecimiento en grosor.

### **2.13.2. Giberelinas**

Lugar de síntesis en el meristemo de la raíz y tallo, frutos inmaduros y semillas. Produce el alargamiento celular. Estimula la floración y fructificación así como la germinación de semillas.

### **2.13.3. Citoquininas**

Lugar de síntesis en el meristemo de la raíz, estimula la división celular. Favorece el desarrollo de las yemas axilares, detiene las caídas de las hojas.

### **2.13.4. Ácido abscísico**

Se sintetiza en numerosas partes: hojas, frutos, semillas, tubérculos. Inhibe el crecimiento, produce el letargo de yemas y semillas.

### **2.13.5. Etileno**

Se sintetiza en todas las partes de la planta. Inhibe el crecimiento, favorece la caída de las hojas y la maduración de los frutos.

## **2.14. Extractos de macroalgas para su uso en la agricultura**

Los extractos de macroalgas son preparaciones acuosas que varían en color, desde casi incoloros hasta un marrón oscuro intenso; del mismo modo, varían también ampliamente en olores, viscosidades y contenido de compuestos. Se obtienen por procesos de

extracción utilizando agua, álcalis o ácidos (Craigie, 2011) y en la actualidad muchos de estos extractos de macroalgas se han convertido en productos comerciales disponibles en el mercado para la agricultura (Khan et al., 2009; Hong et al., 2007). Los extractos comerciales se fabrican principalmente de algas pardas como *Ascophyllum nodosum*, *Durvillaea spp.*, *Ecklonia maxima*, *Laminaria spp.* y *Sargassum spp.* (Craigie, 2011); siendo también utilizadas las algas rojas: *Kappaphycus alvarezii* (Rathore et al., 2009) y algas verdes: *Ulva lactuca* (Nabti et al., 2010). Las primeras informaciones sobre la eficacia de bioactividad de extractos de macroalgas se derivan principalmente de observaciones de ensayos realizados en invernadero o campo, utilizando el extracto comercial “Maxicrop”, primero como un acondicionador para el suelo y a partir de la década de 1960, como un fertilizante foliar (Craigie, 2011).

Craigie (2011) en una extensa revisión sobre extractos de macroalgas, agrupa los conocimientos actuales en tres grandes períodos: i) Desde 1950 hasta principios de 1970, ii) 1970 a 1990 y iii) 1990 hasta la actualidad. La información obtenida en el período inicial derivaba de bioensayos con análisis químicos, pero se vio obstaculizada, en gran medida, por la falta de tecnología adecuada. El segundo período mejoró notablemente en sus resultados con las técnicas cromatográficas, tales como cromatografía de gases (GC) y cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC); estas, junto con la espectrometría de masas (MS), se aplicaron en la identificación de componentes específicos presentes en las algas marinas y extractos comerciales. El período actual trajo continuas mejoras en los métodos de análisis de cromatografía, y se están usando para detectar y comparar los cambios en los metabolitos de los extractos de macroalgas y plantas tratadas con extractos. Asimismo, el autor resalta la importancia de los bioensayos, ya que se han mantenido esencialmente inalterados y son el único método para la detección de compuestos bioactivos y que permiten obtener información comparativa a partir de mediciones de crecimiento simple usando plantas de crecimiento rápido.

## **2.15. Bioactividad de extractos comerciales de macroalgas sobre las plantas**

Las plantas tratadas con extractos de macroalgas muestran una amplia variedad de respuestas, y sus efectos beneficiosos mostraron ser dependientes de cómo y cuándo fueron aplicados (Crouch y Van Staden, 1992). La aplicación sobre las raíces del extracto “Kelpak” incrementó el crecimiento vegetativo en plántulas de *Brassica oleracea* var.

capitata (Aldworth y Van Staden, 1987), la longitud y el número de raíces, además de la calidad y capacidad de sobrevivir al trasplante en *Pinus pinea* (Azton y Van Staden, 1994), el crecimiento vegetativo en *Lycopersicon esculentum* (Crouch y Van Staden, 1992) y el crecimiento y rendimiento en *Tagetes patula* (Van Staden et al., 1994); mientras que su aplicación foliar mejoró el desarrollo de los frutos en *Lycopersicon esculentum* (Crouch y Van Staden, 1992) y el rendimiento en *Tagetes patula* (Van Staden et al., 1994). Asimismo, la aplicación foliar de “Goemar GA 14” sobre plántulas de *Zea mays* incrementó su biomasa, tanto de la raíz como del tallo, hasta un 25% respecto del control (Jeannin et al., 1991), y el extracto “IPA” incrementó el crecimiento y la resistencia al estrés hídrico de *Vitis vinifera* (Mancuso et al., 2006).

Rayorath et al. (2008) indica que extractos de algas (*Ascophyllum nodosum*) promovieron el crecimiento de brotes en comparación con los controles. Además, el uso de plantas de *Arabidopsis* con un DR5: GUS indicador de la construcción génica, aporta pruebas de que los componentes de los extractos de *A. nodosum* comerciales modula la concentración y localización de las auxinas, que podría explicar el aumento en el crecimiento de la planta. Los resultados sugieren que *Arabidopsis thaliana* puede ser utilizada eficazmente como un medio rápido para probar la bioactividad de extractos de algas marinas y fracciones.

El extracto de la alga marina *Ascophyllum nodosum* estimula la actividad de peroxidasas y la síntesis de fitoalexina Capsidiol en las plantas de pimentón, aumentando la resistencia de las plantas a *Phytophthora capsici* (Lizzi et al., 1998). Los Productos a base de *Ascophyllum nodosum* generalmente se mezclan con fertilizantes o puros, y se comercializan en diferentes países como bioestimulantes y/o bioprotectores de plantas contra enfermedades (Talamini y Stadnik, 2004).

Patier et al. (1993) señala que la laminaria y oligosacáridos relacionados contenidos en los extractos de algas GYFA 17 (*Ascophyllum nodosum*) inducen glucanasas endógenas de las plantas que son consideradas como reguladores fisiológicamente importantes de defensa o desarrollo de la planta. Esto puede explicar la actividad de extractos líquidos de algas tanto en defensa como en crecimiento en varios cultivos.

De estudios elaborados a partir de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) a una concentración de 2,5 g / m<sup>2</sup> se obtuvieron de altura de los brotes, número

de brotes / planta, peso de bulbo y el rendimiento; asimismo, la reducción de mildiú veloso de cebolla (Dogra y Mandradia, 2012). Asimismo, Dall y Marchioro (2010) indican que el extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) proporciona ganancias significativas en el rendimiento de grano en trigo. En el cuadro N° 3 se resumen algunas marcas comerciales de extractos de macroalgas. Se observa la diversidad de especies que dan origen a los diferentes productos.

**Cuadro N° 3: Marcas comerciales de extracto de macroalgas en el mundo**

<b>Marca Comercial</b>	<b>Especie</b>
“Goemar GA 14”	<i>Ascophyllum nodosum</i>
“Maxicrop”	<i>Ascophyllum nodosum</i>
“Kelpak”	<i>Ecklonia máxima</i>
“SEASOL”	<i>Durvillea potatorum</i>
“IPA”	<i>Laminariaceae</i>
“SM3”	<i>Laminariaceae y Fucaceae</i>

Fuente: Vásquez (2015).

## 2.16. Elaboración y bioactividad de extractos

La diversidad de productos comerciales de macroalgas ha surgido no solo de la utilización de diferentes especies de alga, sino también de la variedad de métodos para su preparación (Jeannin et al., 1991). “SEASOL” (Cuadro 3) es elaborado a partir de una hidrólisis alcalina de *Durvillea potatorum* (Tay et al., 1987) “Kelpak” se obtiene de un proceso donde se expone el alga fresca a un cambio rápido de presiones que producen una explosión celular, logrando liberar el contenido celular y obtener el concentrado líquido (Featonby-Smith y Van Staden, 1983).

También se han descrito varios métodos de extracción acuosa: Bhosle et al. (1975) utilizó la proporción 1:1 (alga fresca, agua destilada), la cual fue esterilizada en la autoclave a 121°C, 30 lbs durante 1 h para la extracción y eliminación de sustancias contaminantes que pudieran fermentar el producto. Con base en éste método de extracción, se ensayó el

extracto de *Rosenvingea intricata* en semillas de *Abelmoschus esculentus* (Thirumaran et al., 2009), y el extracto de *Sargassum myriocystum* en *Vigna mungo* (Kalaivanan y Venkatesalu, 2012), y se observaron resultados significativos de crecimiento vegetativo, número de raíces, contenido de clorofila y biomasa de las plantas. Eswaran et al. (2005) patentó la preparación de un extracto acuoso donde no se utiliza una proporción, y las macroalgas frescas son homogeneizadas en un molino, luego filtradas y el sobrenadante (savia) es separado y concentrado (100%) para después aplicarlo mediante diluciones sobre cultivos agrícolas como pulverizador foliar. Rathore et al. (2009), aplicando este método y con el extracto del alga *Kappaphycus alvarezii* diluido al 15%, logró un incremento significativo en el crecimiento vegetativo y rendimiento en número de semillas por vaina de *Glycine max* “soya”. Rama-Rao (1990) elaboró un protocolo de preparación de un extracto acuoso a partir de *Sargassum spp.*, donde el alga fue secada, pulverizada y sometida a presión en la autoclave por 2 horas, con la proporción 1:10 (alga seca, agua); el extracto fue filtrado, centrifugado y el sobrenadante considerado el 100%. Se han realizado varias investigaciones aplicando este método con modificaciones en la proporción (1:20 w/v) y el tiempo de extracción (30 min.) (Kumar et al., 2012; Sasikumar et al., 2011; Sridhar y Rengasamy, 2010). Por ejemplo las diluciones 0,5 y 1,0% del extracto de *Sargassum wightii* aplicado sobre semillas de *Vigna radiata* han reducido el tiempo de germinación e incrementado el crecimiento vegetativo de las plantas (Kumar et al., 2012); y el extracto de *Ulva lactuca*, al 1%, aplicado foliarmente sobre plántulas de *Tagetes erecta* incrementaron el crecimiento vegetativo, así también el número y peso fresco de las flores (Sridhar y Rengasamy, 2010). En consideración a estos antecedentes presentados, se observa que el método de extracción acuoso propuesto por Rama-Rao (1990) utiliza menos cantidad de alga en la elaboración del extracto y logra incrementar el crecimiento y rendimiento de las plantas aplicando, además, bajas diluciones del extracto (Kumar et al., 2012; Sasikumar et al. 2011; Sridhar y Rengasamy, 2010).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área experimental**

##### **3.1.1. Ubicación**

El presente ensayo se realizó en el Campo Libres 1 de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el distrito de la Molina, provincia y departamento de Lima. Entre el mes de Noviembre del 2015 al mes de marzo del 2016. La ubicación geográfica es:

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: La Molina

Latitud Sur: 12° 4' 24"

Longitud Oeste: 76° 56' 10"

Altitud: 241 m.s.n.m.

##### **3.1.2. Suelo**

Para la caracterización física – química del área en estudio se realizó un muestreo del suelo al azar. La muestra se analizó en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, presentándose los resultados en el cuadro N° 4.

Los resultados del análisis físico del suelo muestran que el suelo presenta una textura franco arenoso con una conductividad eléctrica de 0.7 dS/m lo cual se considera un suelo muy ligeramente salino; la reacción del suelo fue ligeramente alcalina.

El contenido de materia orgánica en el suelo es bajo como se muestra en el análisis con 1.46%. El nivel de fosforo es medio (17.1 ppm) para la disponibilidad de la planta, mientras que el nivel de potasio es medio (213 ppm). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) tiene un nivel medio (12.8 meq/100g).

La CIC que presenta este suelo es media (entre 10 – 15 meq/100g), esto se debe a que el suelo presenta una baja cantidad de materia orgánica, pero tiene 19% de arcilla los cuales aportan cargas negativas aumentando el CIC, posiblemente estas arcillas en su mayoría sean arcillas con CIC bajo (Kaolinita, por ejemplo) acompañado de pequeño porcentaje de arcillas con carga alta (por ejemplo, montmorillonita).

Las relaciones catiónicas Ca/Mg (5.66) es óptimo, Ca/K (17.8) es óptimo, Mg/K (3.15) es óptimo, K/Na (2.48) es óptimo.

**Cuadro N° 4: Análisis físico – químico del suelo**

<b>Análisis Físico</b>	
Arena (%)	61
Limo (%)	20
Arcilla (%)	19
Clase textural	Franco arenoso
<b>Análisis Químico</b>	
C.E (1:1)	0.7
pH (1:1)	7.65
M.O (%)	1.46
CaCO <sub>3</sub> (%)	3.1
P (ppm)	17.1
K (ppm)	213
CIC cMol(+). Kg-1	12.8
<b>Cationes cambiables</b>	
Ca cMol(+).Kg-1	10.2
Mg cMol(+).Kg-1	1.8
K cMol(+).Kg-1	0.57
Na cmol(+).Kg-1	0.23

(\*) Realizado en el laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas del Departamento de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### 3.1.3. Clima

En el cuadro N° 5 se muestra los registros del observatorio meteorológico Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina, correspondiente al periodo del ensayo (diciembre a marzo). Se puede apreciar que durante el periodo de estudio se tuvo una alta humedad relativa que fluctuó entre 74 % y 85 %, un promedio de temperaturas que va aumentando desde diciembre hasta marzo. Estas condiciones de alta humedad relativa y altas temperaturas son favorables para el cultivo de sandía pues toleran climas húmedos y cálidos.

**Cuadro N° 5: Variables meteorológicas durante el periodo de ensayo\***

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Temperatura media (°C)</b>	<b>Temp. Máxima (°C)</b>	<b>Temp. Mínima (°c)</b>	<b>Humedad Relativa Prom (%)</b>	<b>Humedad .Rel. Max (%)</b>	<b>Humedad Rel. Min (%)</b>	<b>Evaporación (mm/día)</b>
2015	Diciembre	21.6	24.9	18.1	85	96	75	2.2
2016	Enero	24.4	28	20	79	95	67	3.6
2016	Febrero	26.3	30	21.8	76	96	63	4
2016	Marzo	26.6	30.6	21.1	74	96	60	4.3

(\*) Observatorio Meteorológico Alexander Von Humboldt de la Universidad Nacional Agraria La Molina

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Características del cultivar Sandy**

El cv. Sandy presenta las siguientes características:

- Excelente rendimiento.
- Fruto con forma oblonga y peso promedio entre 9-11 Kg.
- Cáscara verde oscura con pulpa de color rojo intenso.
- Sabor dulce 11 a 12 grados Brix, de textura suave y crujiente.
- Muy buena vida post cosecha, soporta transporte a largas distancias.

([www.semiagro.com.pe/ver-producto.php?id=17](http://www.semiagro.com.pe/ver-producto.php?id=17))

### **3.2.2. Manejo Agronómico**

#### **a. Riego de machaco**

El riego de machaco fue realizado con la mayor uniformidad posible, permitiendo la germinación de las semillas de las malezas que fueron eliminadas en la preparación del suelo y también propicio la muerte de pupas existentes en el suelo. Además de disponer de una uniforme humedad del suelo a fin de garantizar una buena preparación del suelo.

#### **b. Preparación del terreno**

La preparación del terreno consistió en remover la capa arable utilizando el arado de discos y posteriormente el gradeo para eliminar los terrones de gran tamaño con la finalidad de darle soltura al suelo, un mejor drenaje y así poder obtener mejores condiciones de desarrollo del cultivo. Terminados estas dos labores se pasó a nivelar y surcado de campo, el riego fue por gravedad.

#### **c. Trasplante**

El cultivar en estudio fue almacenado en BOZELT Seeds SAC. Estos fueron trasplantados a los 22 días de su siembra. Las plántulas fueron extraídas de forma manual con mucho cuidado para evitar que sean dañadas, descartándose toda plántula fuera de tipo o con problemas sanitarios. La densidad empleada fue de 0.8 m entre plantas y 6 m entre hileras obteniéndose una densidad de siembra de 4000 plantas/ha. Se empleó

Furadan 5G, producto insecticida y/o nematicida como método preventivo contra insectos y/o nematodos que atacan a la raíz en los primeros estadios del cultivo. Se aplicó al momento del trasplante.

#### **d. Labores culturales**

Son aquellas consideradas de uso común dentro de un ciclo productivo, se realizaron las siguientes labores:

##### **Recalce**

A los 8 días después del trasplante se realizó un recalce en aquellas parcelas donde hubo mortandad en algunas plantulas. El porcentaje de mortandad fue de 1.5 % en todo el campo experimental.

##### **Fertilización**

La aplicación de los nutrientes se realizó en forma manual directamente en campo por método de golpes o puyados, con pala a 10 cm del cuello de la planta y a 10 cm de profundidad en el suelo. Se aplicó en función al estado fenológico de la planta y del ambiente en que se desarrolla el cultivo: tipo de suelo, condiciones climáticas y calidad de agua de riego.

La fertilización del suelo fue fraccionada en dos momentos. El primer abonamiento se realizó a los 20 días del trasplante, y se aplicó la dosis de 120 kg de N/ha, 80 kg de P205/ha y 100 kg K20/ha, empleándose como fuentes a la urea, fosfato di amónico y cloruro de potasio. El segundo abonamiento se realizó a los 35 días de haberse realizado el primer abonamiento aplicándose urea y cloruro de potasio, con dosis de 120 kg de N/ha y 100 kg de K20/ha.

##### **Riego**

El riego fue por gravedad, iniciándose con un riego de machaco para la preparación del terreno y luego un riego de enseño 4 días antes del trasplante. Se realizó en total 13 riegos con una frecuencia de una vez por semana de acuerdo a las condiciones ambientales.

## **Deshierbo**

Esta labor se realizó con el objetivo de mantener constantemente el campo libre de malezas durante todo el ciclo de vegetativo del cultivo. El desmalezado se realizó en forma manual y/o con una pala cuando fue necesario.

## **Guiado**

Esta labor se realizó con la finalidad que las guías no se coloquen en el surco de riego y puedan deteriorarse.

## **Control fitosanitario**

Con la finalidad de prevenir e identificar los posibles daños causados por insectos y patógenos se evaluó el campo constantemente, efectuándose aspersiones de pesticidas cuando eran necesarios. Existió presencia de mosca blanca y baja incidencia de mildiu durante los estadios del cultivo posteriores al trasplante, dichas plagas fueron disminuyendo con las aplicaciones respectivas. El mayor problema sanitario fue la araña roja, para su control se aplicó Acarstim (acaricida). Detalles del manejo agronómico se muestran en el Anexo 2.

## **Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual cuando el cultivo alcanzo su madurez fisiológica. Se realizaron dos cosechas las cuales fueron a los 94 y 104 días después del trasplante.

### **3.2.3. Características de los productos utilizados**

#### **a. Acción Plus.**

Producto formulado en medio acuoso, tomando como base algas marinas: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus serratus*, *Laminaria sp.* Supone una reserva inmediata de energía y tiene destacados efectos sobre el crecimiento, cuajado, incremento del tamaño y maduración. Es altamente recomendable para diversos cultivos orgánicos (Lignokel, 2013).

#### **b. Phyllum ST.**

Bioestimulante derivado de extractos de algas marinas. Se puede aplicar en todos los cultivos en un programa nutritivo balanceado. Está diseñado para maximizar la producción y mejorar la calidad en frutales, hortalizas, cultivos no alimenticios y ornamentales. Es más efectivo vía foliar, pudiendo ser aplicado con cualquier fertilizante y con los equipos de aplicación usados para pesticidas (Hortus, 2015).

#### **c. Fertimar.**

Bioestimulante foliar 100% orgánico a base de algas marinas compuesto por una amplia gama de nutrientes requeridos por la planta. Contiene macroelementos, microelementos quelatados naturalmente, protohormonas (giberelinas, auxinas y citoquininas), proteínas, betaínas, vitaminas, carbohidratos y aminoácidos libres (Peruvian, Seaweeds 2015).

#### **d. Algaforte.**

Extracto hidrolizado de algas marinas enriquecido con microelementos, aminoácidos, vitaminas y carbohidratos que proporcionan una alta concentración de compuestos necesarios para el óptimo desarrollo del cultivo. Posee doble función como bioestimulante y aportando minerales de rápida disponibilidad y asimilación. Su uso ayuda a aumentar el nivel de clorofila en la planta, favoreciendo notablemente el desarrollo del cultivo. Además mejora la habilidad de resistencia de las plantas al estrés por condiciones medioambientales extremas, teniendo como resultado plantas mejor conformadas tanto en el exterior e interior (Aris, Industrial 2014). En el cuadro 6 se resumen las características de los extractos de algas evaluados.

**Cuadro N° 6: Composición química de los extractos de algas evaluados**

<b>Composición Química</b>	<b>acción plus</b>	<b>Phyllum ST</b>	<b>Fertimar</b>	<b>Algaforte</b>
Nitrógeno total	En trazas	0,5 – 1,0 %	1,3 – 1,7 %	-
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		2,5 – 3,5 %	0,5 – 1,0 %	-
Potasio (K <sub>2</sub> O)		3,0 – 5,0 %	7,3 – 7,8 %	39 g/L
Azufre (S)		0,2 – 2,4 %	-	-
Magnesio (Mg)		0,04 – 0,1 %	0,70 – 1,20 %	107 ppm
Calcio (Ca)		0,08 – 0,12 %	1,20 – 2,10 %	3048 ppm
Zinc (Zn)		5 - 10 ppm	13 - 15 ppm	672 ppm
Hierro (Fe)		20 - 50 ppm	120 ppm	738 ppm
Manganeso (Mn)		1 - 3 ppm	9 ppm	175 ppm
Boro (B)		10 – 30 ppm	133 ppm	-
Cobre (Cu)		-	2 ppm	22 ppm
Auxinas		-	-	0,01%
Citoquininas	0,01 %			
Giberelinas	-			
Manitol				
Alginato	-		En trazas	-

FUENTE: Iginokel (2013), Hortus (2015), Peruvian Seaweeds (2015) y Aris Industrial (2014).

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Tratamientos

Se evaluó cuatro tratamientos de fertilización foliar a base de extractos de algas marinas con fertilización al suelo, un tratamiento con fertilización al suelo sin fertilización foliar y un testigo sin fertilización foliar ni fertilización al suelo. En el cuadro 7 se muestran los tratamientos evaluados.

**Cuadro N° 7: Tratamientos evaluados.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis (L/L agua)</b>
T0	Testigo sin fertilización al suelo y sin aplicación foliar de extractos de algas	_____
T1	Tratamiento con fertilización al suelo* y sin aplicación foliar de extractos de algas	_____
T2	ACCION PLUS + fertilización al suelo	200 ml/100 L (3-4 hojas) 150 ml/100 L (cada 15 días)
T3	PHYLLUM ST + fertilización al suelo	0.5 L/200 L Desarrollo vegetativo Pre-floración Cuajado de frutos
T4	FERTIMAR + fertilización al suelo	400 g/200 L Desarrollo vegetativo Pre-floración 500 g/200 L Desarrollo de frutos
T5	ALGAFORTE + fertilización al suelo	0.75 L/200 L 4 hojas verdaderas Al día siguiente de cada paña

(\*) Fertilización al suelo: 200-160-140 Kg/ha de N, P y K.

### 3.3.2. Diseño experimental

El diseño estadístico empleado fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (D.B.C.A) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza y para la comparación de medias se realizó la Prueba de Duncan con un  $\alpha = 5\%$  de probabilidad. El análisis de variancia y la prueba de comparación de medias se realizaron utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

El esquema del Análisis de Varianza:

Fuente de Variación	G.L	C.M esperados
Bloques	$r-1=3$	
Tratamientos	$t-1=5$	$\sigma^2 + r\sum T_i^2 / (r-1)$
Error	$(r-1)(t-1)=15$	$\sigma^2$
Total	$rt-1 = 23$	

Dónde:

$r$  = número de bloques

$T_i$  = efecto del tratamiento  $i$

$t$  = número de tratamientos

$\sigma^2$  = variancia del error

### 3.3.3 Análisis estadístico

El modelo aditivo lineal de cualquier observación es:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Resultado de la  $i$ - $j$ -enésima observación

$U$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del tratamiento  $i$

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental

$i = 1, 2, 3, 4$

$j = 1, 2, 3, 4$

### 3.3.4. Características del área experimental

En el cuadro 8 se observa las características del campo experimental. Cada unidad experimental tuvo un área de 90 m<sup>2</sup>. Asimismo, en el gráfico 1 se aprecia la distribución de los tratamientos en el campo experimental.

**Cuadro N° 8: Características del campo experimental**

Cultivo	Sandia
Cultivar	Sandy
Diseño experimental	DBCA
Número de tratamientos	6
<b>Unidad experimental (parcela)</b>	
Largo de parcela	18 m
Ancho de parcela	5 m
Área de parcela	90 m <sup>2</sup>
<b>Bloques</b>	
Número de bloques	4
Largo del bloque	108 m
Ancho del bloque	5 m
Área del bloque	540 m <sup>2</sup>
<b>Calles</b>	
Área total de calles (378 m*1 m)	378 m <sup>2</sup>
Área total experimental	2538 m <sup>2</sup>

<b>BI</b>	<b>T0R1</b>	<b>T1R1</b>	<b>T2R1</b>
	Calle		
	<b>T3R1</b>	<b>T4R1</b>	<b>T5R1</b>
	Calle		
<b>BII</b>	<b>T5R2</b>	<b>T0R2</b>	<b>T3R2</b>
	Calle		
	<b>T2R2</b>	<b>T1R2</b>	<b>T4R2</b>
	Calle		
<b>BIII</b>	<b>T3R3</b>	<b>T4R3</b>	<b>T0R3</b>
	Calle		
	<b>T1R3</b>	<b>T5R3</b>	<b>T2R3</b>
	Calle		
<b>BIV</b>	<b>T2R4</b>	<b>T4R4</b>	<b>T1R4</b>
	Calle		
	<b>T3R4</b>	<b>T0R4</b>	<b>T5R4</b>

**Grafico N° 1: Croquis de distribución de los tratamientos utilizados en el ensayo de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy La Molina 2016**

### **3.4. Características evaluadas**

#### **3.4.1. Rendimiento por parcela (kg)**

Se registró el rendimiento obtenido en cada parcela y en cada cosecha, se cosecho la cama central de cada unidad experimental.

#### **3.4.2. Número total de frutos por parcela.**

Se contó el número de frutos totales de cada parcela en cada cosecha.

#### **3.4.3. Peso promedio de fruto por parcela (kg)**

Se obtuvo dividiendo el peso total de los frutos entre el número total de frutos por parcela, en kg.

#### **3.4.4. Largo de fruto (cm)**

Se tomó la longitud del fruto entre el punto de inserción y el extremo distal, en todos los frutos cosechados.

#### **3.4.5. Ancho de fruto (cm)**

Se tomó la medida de la parte media del fruto (Zona ecuatorial), en todos los frutos cosechados.

#### **3.4.6. Grosor de la cáscara (cm)**

Para la toma de esta característica específica se realizó un corte en forma transversal en la parte media del fruto y con una regla se procedió a medir el grosor de la cáscara.

#### **3.4.7. Porcentaje de sólidos solubles (%)**

Se empleó un refractómetro donde se colocó una gota del jugo del fruto de la parte central del mismo, se tomó una fruta por unidad experimental de la primera cosecha para esta evaluación.

#### **3.4.8. Contenido de materia seca (%)**

Se determinó en hojas, tallos y frutos. La evaluación del fruto se realizó después de la primera cosecha, para tallos y hojas la evaluación se realizó en la segunda cosecha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Rendimiento

En el cuadro 9 se resumen las variables evaluadas de rendimiento y número de frutos por hectárea donde el rendimiento promedio del ensayo fue de 51.99 ton/ha. Según la prueba de Duncan al 5% se observó que todos los tratamientos con aplicación foliar de extractos de algas marinas y con fertilización al suelo superaron estadísticamente al tratamiento que no recibió fertilización foliar ni fertilización al suelo (Testigo). Esto nos indica que la fertilización al suelo fue necesaria para la obtención de buenos rendimientos, al menos bajo las condiciones del presente ensayo.

Con la fertilización convencional aplicando al suelo sin aplicación foliar de extractos de algas se obtuvo un rendimiento de 56.20 ton/ha que difiere significativamente con el testigo sin fertilización al suelo y sin aplicación foliar de extractos de algas donde se obtuvo un rendimiento de 35.72 ton/ha. Soto y Soto (2017) quienes realizaron un estudio comparativo de 11 cultivares de sandía en La Molina, obtuvieron con el cv. Sandy 50,05 ton/ha el cual supero al testigo pero no a los otros rendimientos obtenidos en el presente ensayo. En cambio esta misma aplicación de Fertilización al suelo más Phyllum ST dio un rendimiento de 59.77 ton/ha que representa el más alto rendimiento y una diferencia significativa con el testigo

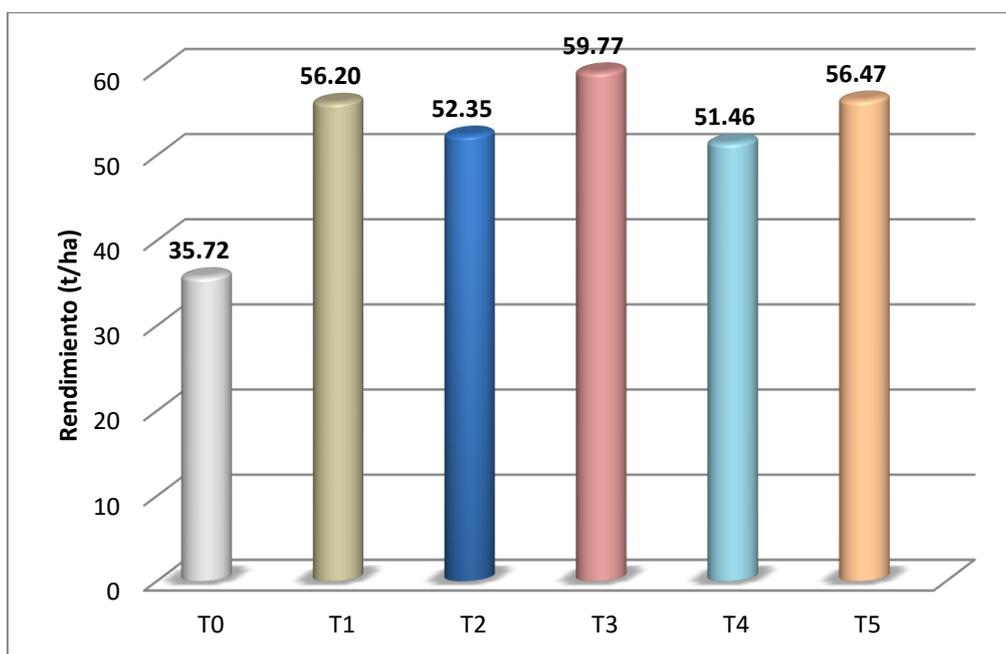
Los extractos de algas marinas Fertimar con 51.46 ton/ha, Acción Plus con 52.35 y Algaforte con 56.47 ton/ha no difieren significativamente del tratamiento con solo fertilización al suelo, ni entre ellos. El más alto rendimiento se observó con el extracto de algas Phyllum ST más la fertilización suelo seguido por el extracto de algas Algaforte, ambos sin diferencias estadísticas entre sí, pero significativamente diferente al testigo (Cuadro 9). Aparentemente por estos resultados la aplicación foliar complementaria de extractos de algas marinas no incrementó significativamente los rendimientos al menos bajo las condiciones del presente ensayo.

**CUADRO N° 9: Rendimiento (ton/ha) y número de frutos en sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy empleando fertilización foliar de extractos de algas, La Molina 2016.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento(Ton/ha)</b>	<b>Número de frutos/ha</b>
Testigo sin fertilización al suelo y sin aplicación foliar de extractos de algas	35.72 b	4166.67 b *
Tratamiento con fertilización al suelo y sin aplicación foliar de extractos de algas	56.20 a	5500.00 a
ACCION PLUS + fertilización al suelo	52.35 a	5416.67 a
PHYLLUM ST + fertilización al suelo	59.77 a	5916.67 a
FERTIMAR + fertilización al suelo	51.46 a	5750.00 a
ALGAFORTE + fertilización al suelo	56.47 a	5833.33 a
PROMEDIO	51.99	5430.56
C.V. (%)	19.87	14.93
SIGNIFICANCIA	N.S	N.S

(\*) Medias seguidas con la misma letra no tienen diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

Brown (2004) indica que estos fertilizantes foliares de origen marino tienen valores muy bajos de NPK (algas 0-0-1) en comparación con la mayoría de fertilizantes aplicados al suelo. Sería tener un costo prohibitivo sólo confiar en estos productos para cumplir los requisitos de macronutrientes de los cultivos. Estos materiales se rocían dos veces por semana durante toda la temporada de crecimiento o como un impulso a mitad de temporada. El uso es para suplementar y no sustituir el programa de fertilización base del suelo (Gráfico 2).



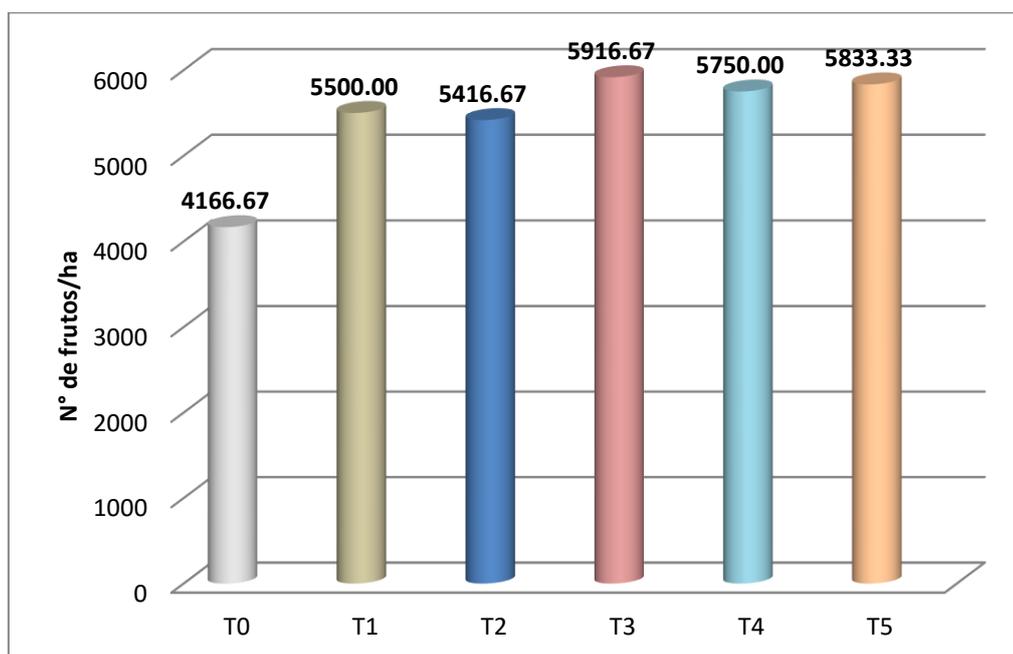
**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 2. Rendimiento en Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (t/ha) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

## 4.2. Número de frutos por hectárea.

Como se observa en el cuadro 9 y gráfico 3 los valores variaron entre 4166.67 y 5916.67 frutos/ha. Todos los tratamientos con fertilización al suelo y con fertilización foliar de extractos de algas marinas muestran valores similares estadísticamente, sin embargo todos fueron superiores estadísticamente al tratamiento que no recibió fertilización al suelo ni fertilización foliar, según la prueba de Duncan al 5%. El mayor número de frutos se obtuvo en el tratamiento Phyllum ST más la fertilización al suelo (5916.67 frutos).

Esta característica es importante porque está asociada al rendimiento o la productividad del cultivar, pero también se debe señalar que a frutos más grandes menor debe ser la cantidad de frutos y a mayor densidad de plantas mayor cantidad de frutos pero menor tamaño, Esta es más notoria si se descuida la fertilización y/o se produce una falta de agua para la planta en la etapa de desarrollo de los frutos (Casseres, 1980).



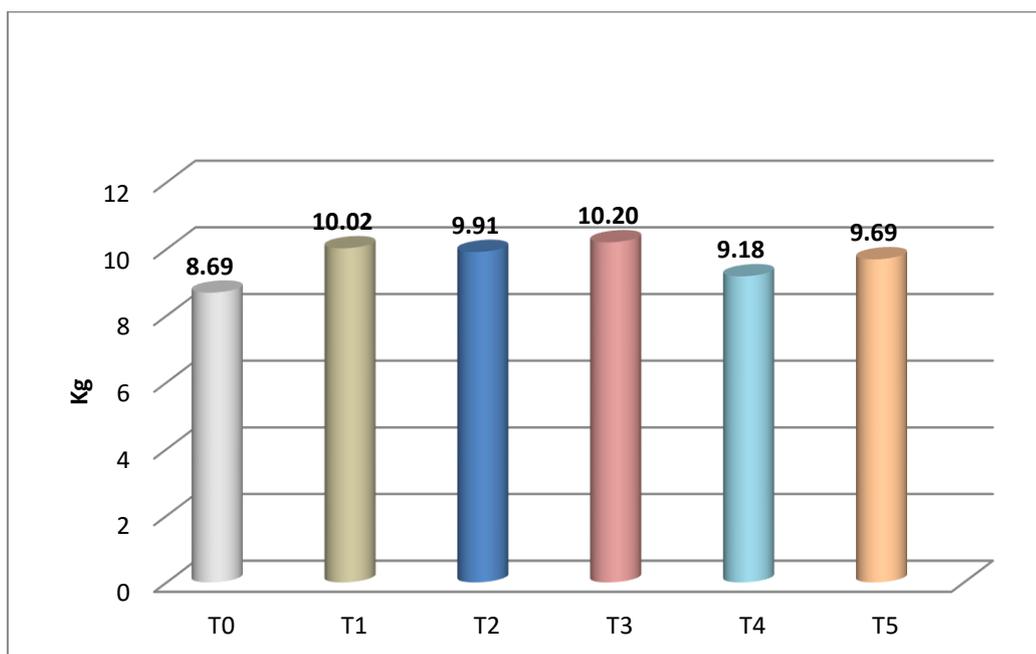
**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 3. Numero de frutos por hectárea en Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

### 4.3. Calidad del fruto

#### 4.3.1 Peso promedio

En el cuadro 10 se resume el peso promedio de los frutos (kg) en los diferentes tratamientos evaluados. El mayor peso promedio de fruto se obtuvo empleando Phyllum ST más fertilización al suelo (tratamiento T3) con 10.20 kg y el menor peso promedio de frutos se obtuvo con el testigo (tratamiento T0) con 8.69. Sin embargo no existieron diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos según la prueba de Duncan al 5%, lo que nos indica la uniformidad de los frutos entre todos los tratamientos. Soto y Soto (2017) quienes realizaron un estudio comparativo de 11 cultivares de sandía en La Molina, obtuvieron con el cv. Sandy un peso promedio de 9.62 Kg, y con el híbrido 850 – N con características similares al anterior cultivar descrito con un peso promedio de 9.79 Kg. Valores cercanos al peso promedio obtenido en el presente ensayo (Gráfico 4).



**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 4. Peso promedio del fruto en Sandia (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (Kg) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

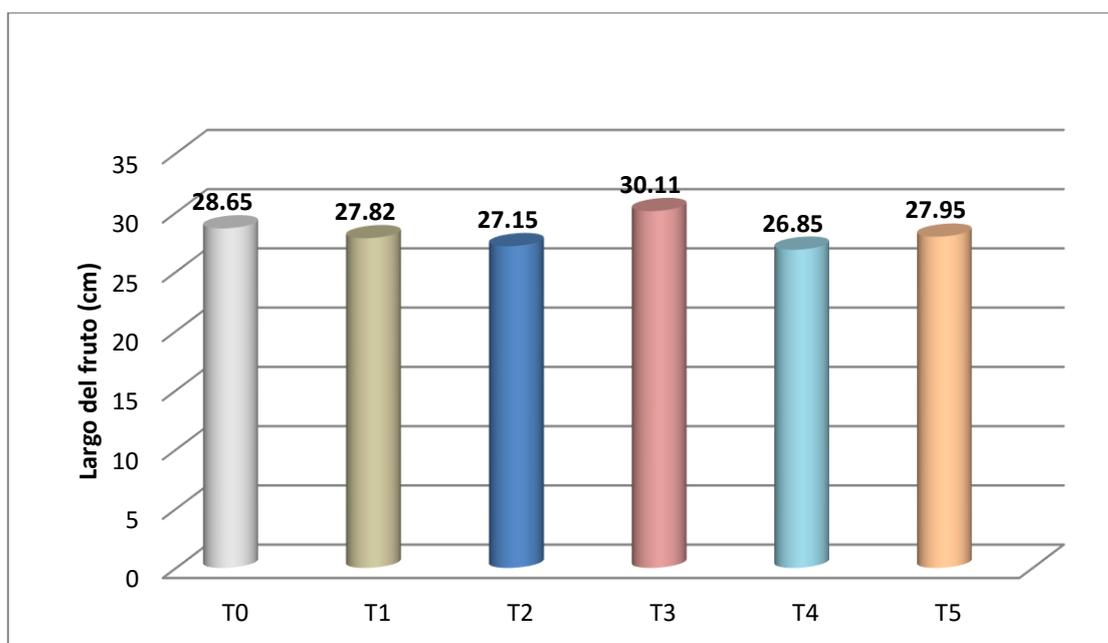
**CUADRO 10: Peso promedio (Kg), largo (cm), diámetro (cm), grosor de cáscara (cm) y porcentaje de sólidos solubles (%) en frutos de sandía empleando tratamientos foliares con extractos de algas. La Molina 2016.**

Tratamientos	Peso Promedio (Kg)	Largo de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Grosor de la cascara (cm)	% SS
(Testigo)	8.69 a	28.65 a	22.62 a	1.03 a	8.43 b *
(Solo fertilización suelo)	10.02 a	27.82 a	22.28 a	0.93 a	8.90 ab
ACCION PLUS + fertilización al suelo	9.91 a	27.15 a	21.28 a	0.85 a	8.90 ab
PHYLLUM ST + fertilización al suelo	10.20 a	30.11 a	22.17 a	0.90 a	9.73 a
FERTIMAR + fertilización al suelo	9.18 a	26.85 a	20.77 a	0.88 a	8.93 ab
ALGAFORTE + fertilización al suelo	9.69 a	27.95 a	22.53 a	0.95 a	9.75 a
PROMEDIO	9.61	28.08	21.94	0.92	9.10
C.V. (%)	11.31	7.03	5.82	14.05	7.55
SIGNIFICANCIA	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S

(\*) Medias seguidas con la misma letra no tienen diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

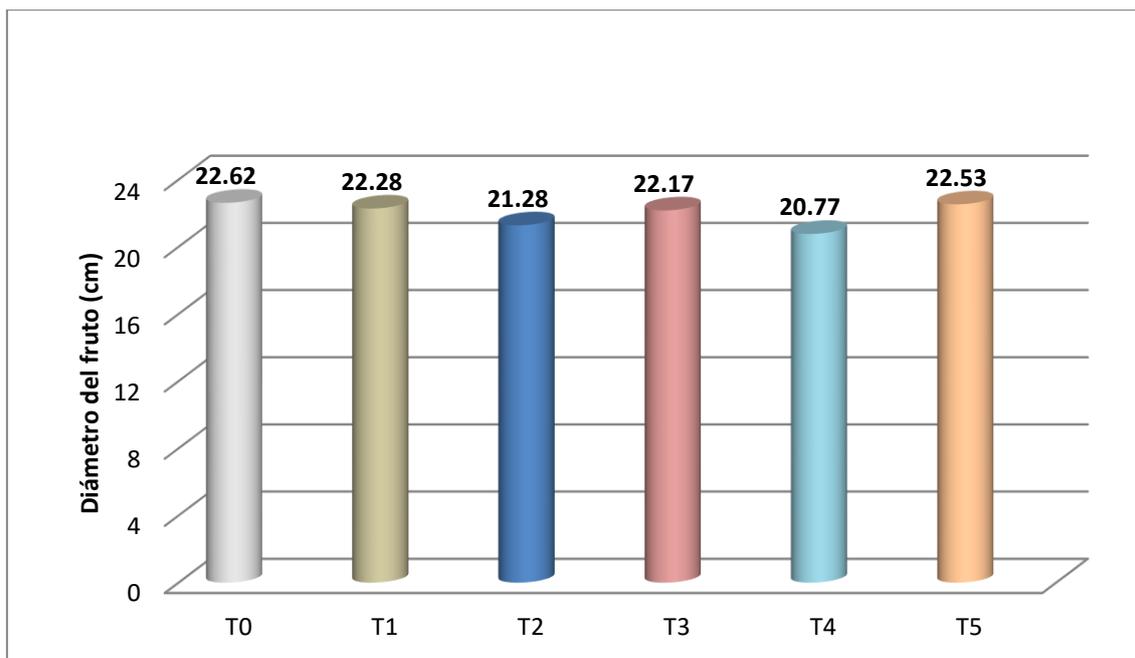
### 4.3.2 Largo y diámetro del fruto

En el cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos en estas variables. Se puede apreciar que en ambas características los valores hallados son similares estadísticamente, según la prueba de Duncan al 5%. Estos resultados nos indican que los tratamientos evaluados no afectan las variables largo y diámetro de fruto, es decir el tamaño del fruto. Los valores variaron entre 26.85 y 30.11 cm en el largo del fruto y entre 20.77 y 22.62 cm en el diámetro de fruto. Estos resultados también pueden indicarnos que las características de largo y diámetro de fruto es una variable muy estable en este cultivar de sandía. Valdez (1998) reporta en su trabajo de investigación para el cv. Peacock un largo de fruto de 29.4 cm y un diámetro de fruto de 20.37 cm. Resultados similares a los promedios obtenidos en este ensayo (Gráfico 5 y 6).



**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 5. Longitud del fruto en Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (cm) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**



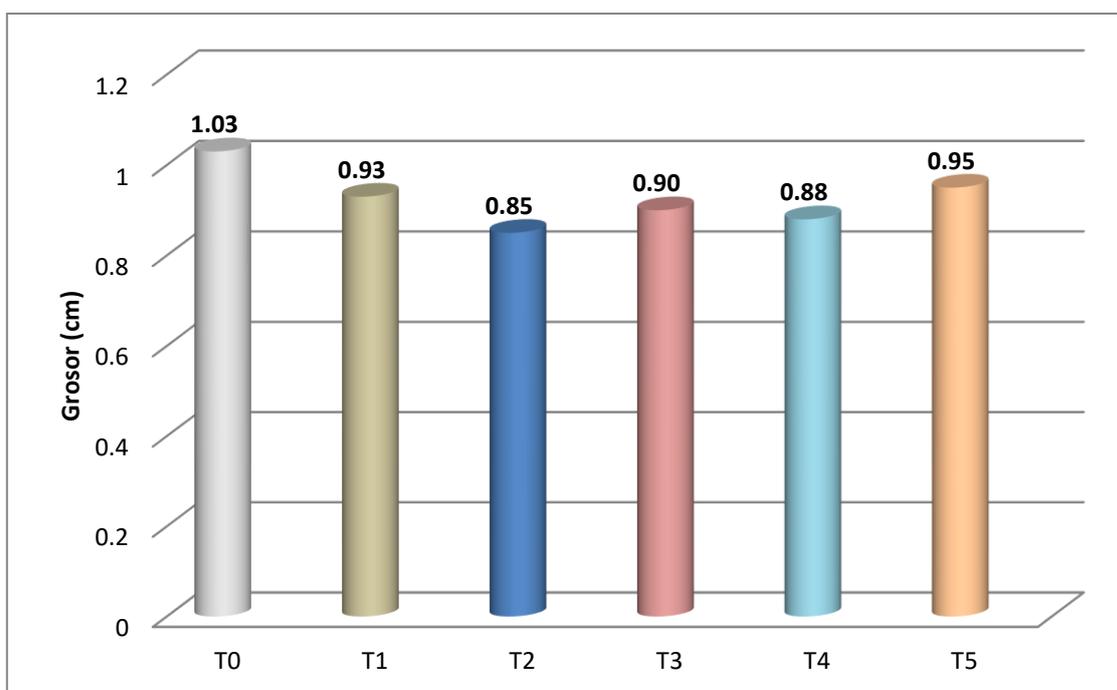
**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 6. Diámetro del fruto en Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (cm) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

En general el tamaño de los frutos son resultado del manejo agronómico, densidad de población, suministros de insumos agrícolas, las condiciones climáticas y el factor genético de los cultivares. En relación a uno de estos factores, el tamaño del fruto (longitud y diámetro) se verá afectado por la densidad de siembra. A mayores densidades de plantación (menor distanciamiento entre plantas) y a niveles constantes de fertilización, el calibre del fruto se verá afectado resultando en frutos de menor tamaño. Knavel (1991) afirma que el tamaño del fruto del melón es una condición varietal que debe considerarse al seleccionar un híbrido y donde la preferencia del consumidor juega un papel importante. Y así mismo, Casseres (1980) señala que el efecto de aumentar la densidad de siembra es producir una disminución en el tamaño de los frutos individuales. Esta es más notoria si se descuida la fertilización y/o se produce una falta de agua para la planta en la etapa de desarrollo de los frutos.

### 4.3.3 Grosor de la cascara del fruto

Los resultados observados para la variable grosor de cáscara para este cultivar tampoco mostraron diferencias entre los tratamientos evaluados, según la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 10). El mayor valor del grosor de cáscara se obtuvo con solo la aplicación de fertilizante al suelo (tratamiento T1), sin embargo no se observó diferencias significativas con los demás tratamientos. El grosor de cáscara es importante para el manipuleo o manejo post cosecha del fruto, ya que un buen grosor no permitiría que se rompa con facilidad el fruto. Además la sandía es una fruta que se conserva mejor con una cascara gruesa, que le permite soportar en buenas condiciones durante varios días a temperatura ambiente (Gráfico 7).



**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

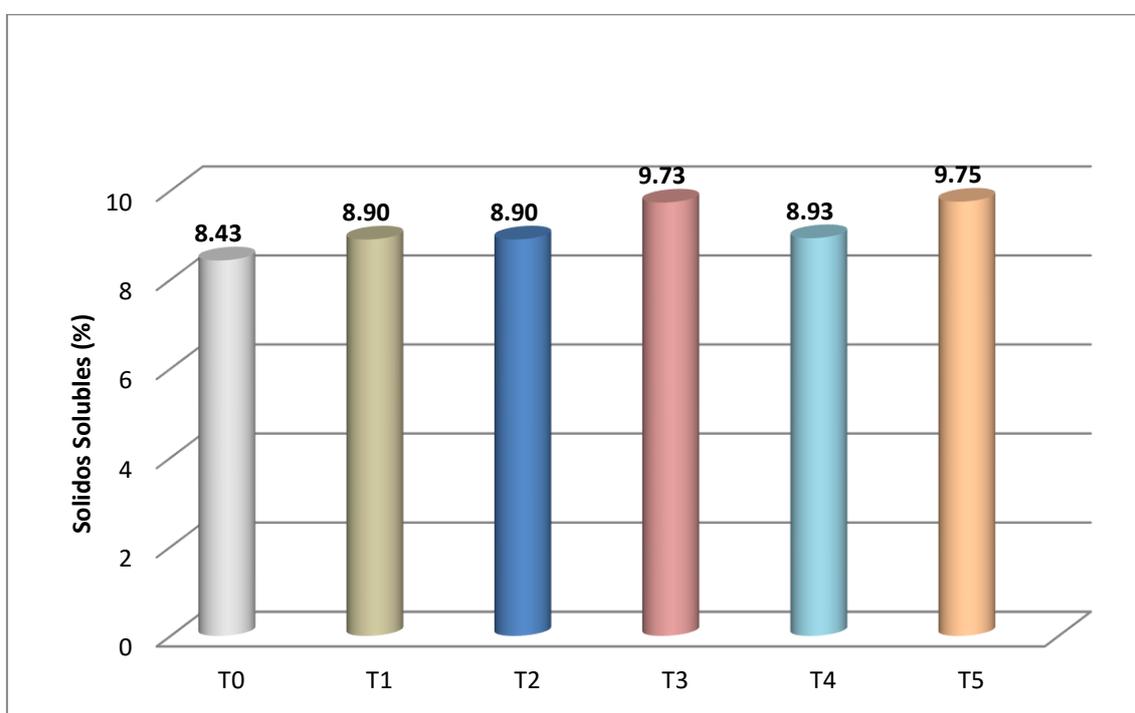
**Gráfico 7. Grosor de la cascara del fruto en Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (cm) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

#### **4.3.4 Porcentaje de solidos solubles**

Esta característica es muy importante porque indica la concentración de azúcares. Cabe mencionar que esto depende no sólo del potencial genético del cultivar; también influye el manejo agronómico, como afirma Valadez (1994), recomendando disminuir los riegos en la maduración de los frutos para que se concentren los azúcares.

En el cuadro 10 se resume el porcentaje de sólidos solubles (%) de los frutos en los diferentes tratamientos evaluados. El porcentaje de sólidos solubles (%) varió de 8.43 a 9.75%. El mayor porcentaje de sólidos solubles (%) se obtuvo empleando Algaforte mas fertilización al suelo (tratamiento T5) y el menor se obtuvo con el testigo (tratamiento T0). Los tratamientos con Phyllum ST y Algaforte aparentemente mejoran el contenido de azúcar en relación a lo observado en frutos obtenidos sin fertilización al suelo y aplicación foliar de extractos de algas. Esto nos indicaría que la aplicación foliar de algas podrían ser un buen complemento para mejorar la concentración de azúcar en la fruta. Estos resultados nos indican que la fertilización tiene alguna influencia en el contenido de solidos solubles en el fruto como lo observado en el siguiente estudio realizado en El Cairo – Egipto donde se evaluó el comportamiento de dos cultivares de sandía: 'Panther' y 'Sweet Marvel' frente a tratamientos adicionales de Potasio durante la floración y durante la etapa de cuajado de frutos. Se aplicó fertilizante a una dosis de 120 kg de N, 100 kg de P<sub>205</sub> y 100 kg de K<sub>2O</sub> dos semanas después del trasplante a todo el campo experimental por vía sistema de riego. Durante la floración se aplicó niveles de 125, 150 y 175 kg de Potasio adicional por golpes (Bassiany et al. 2012). Posteriormente se evaluó las características físico-químicas de los frutos para todos los tratamientos. En lo relativo a la evaluación de Sólidos Solubles se observó que dosis altas de fertilizante potásico tienen un efecto positivo en los cultivares evaluados, al notarse el claro incremento de este valor en comparación con los tratamientos de dosis menores.

Según el Reglamento (CE) No 1862/2004 (2004), el cual describe las disposiciones relativas a la calidad de este cultivo, el índice refractométrico medido en la zona media de la pulpa del fruto debe ser igual o superior a 8°Brix. Observamos que para los seis tratamientos evaluados se ha superado este valor mínimo, sin embargo el incremento de 1.73 a 1.75 °Brix alcanzados con los tratamiento con fertilización al suelo más Phyllun ST y Algaforte respectivamente, le confiere a la fruta mayor calidad, al asegurar un mayor contenido de Sólidos Solubles (Gráfico 8).



**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllun ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 8. Porcentaje de sólidos solubles (%) en frutos de Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

**CUADRO 11: Porcentaje de materia seca (%) en hojas, tallos y frutos de sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy empleando fertilización foliar con extractos de algas.**

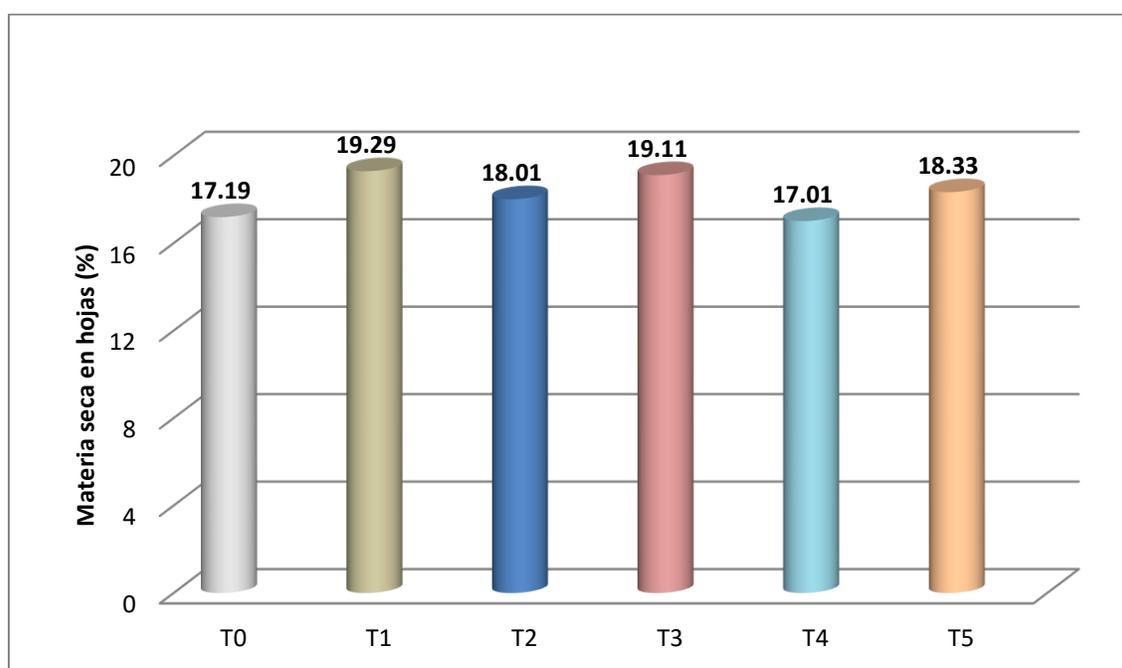
Tratamientos	Materia seca (%)		
	Hojas	Tallos	Frutos
(Sin fertilización foliar y fertilización suelo)	17.19 b	15.41 a	5.58 b*
(Solo fertilización suelo)	19.29 a	17.14 a	7.49 a
ACCION PLUS + fertilización al suelo	18.01 ab	16.23 a	7.82 a
PHYLLUM ST + fertilización al suelo	19.11 a	16.39 a	7.39 a
FERTIMAR + fertilización al suelo	17.01 b	15.61 a	8.09 a
ALGAFORTE + fertilización al suelo	18.33 ab	15.71 a	8.73 a
PROMEDIO	18.03	16.08	7.51
C.V. (%)	4.62	7.53	15.29
SIGNIFICANCIA	N.S	N.S	N.S

(\*) Medias seguidas con la misma letra no tienen diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

## 4.4 Porcentaje de materia seca

### 4.4.1 Hojas

El promedio del ensayo fue de 18.03 % de materia seca en hojas. Según la prueba de Duncan al 5% se observó que el tratamiento que no recibió fertilización foliar ni fertilización al suelo además del tratamiento Fertimar más fertilización al suelo fueron superados estadísticamente por los tratamientos con solo fertilización al suelo y Phyllum ST. Estos resultados nos indican que entre los diferentes productos a base de extractos de algas evaluados el producto Phyllum ST es el más promisorio (Cuadro 11). En el gráfico 9 se detallan los valores de los porcentajes de materia seca en hojas obtenidos en cada tratamiento. Podemos observar que el menor valor se obtuvo con el tratamiento que recibió Fertimar foliarmente además de la fertilización del suelo.

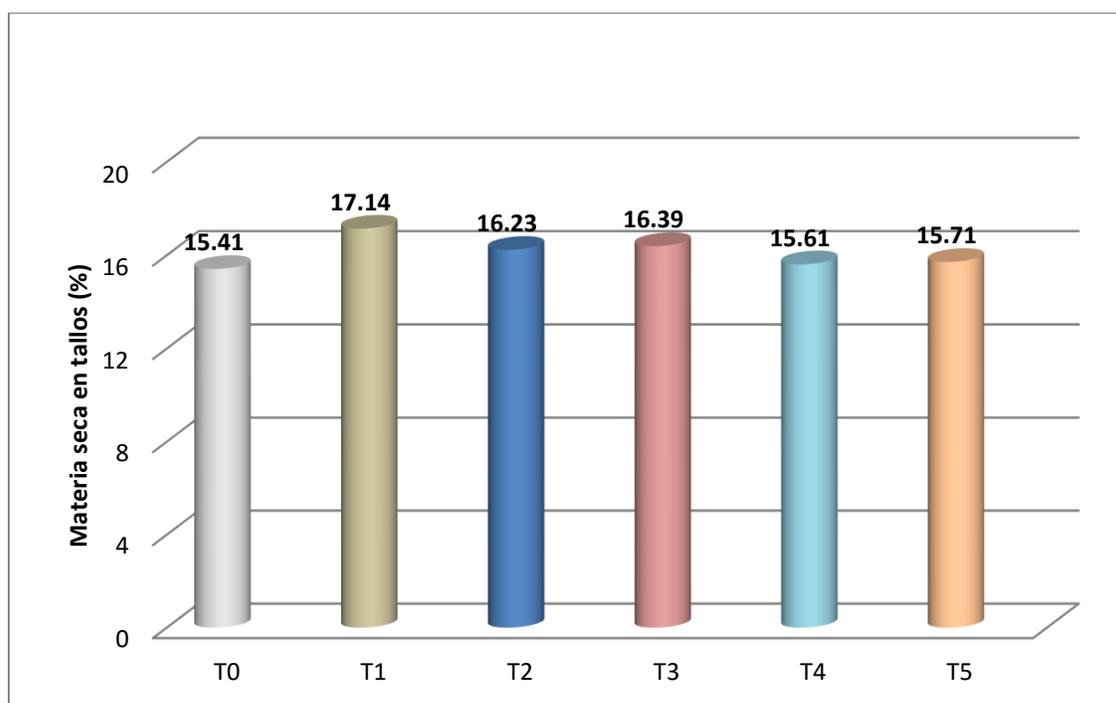


**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 9. Porcentaje de materia seca en hojas de Sandia (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (%) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

#### 4.4.2 Tallos

El porcentaje de materia seca en tallos variaron entre 15.41 % y 17.14 % (Cuadro 11). Según la prueba de Duncan al 5% no existieron diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos evaluados. El mayores valores promedios se observaron con los tratamientos dos, tres y cinco con valores de 17.14 %, 16.23% y 16.39 % respectivamente. Estos resultados nos indican que los tratamientos evaluados no afectaron la concentración de materia seca en los tallos bajo las condiciones del presente ensayo (Gráfico 10).



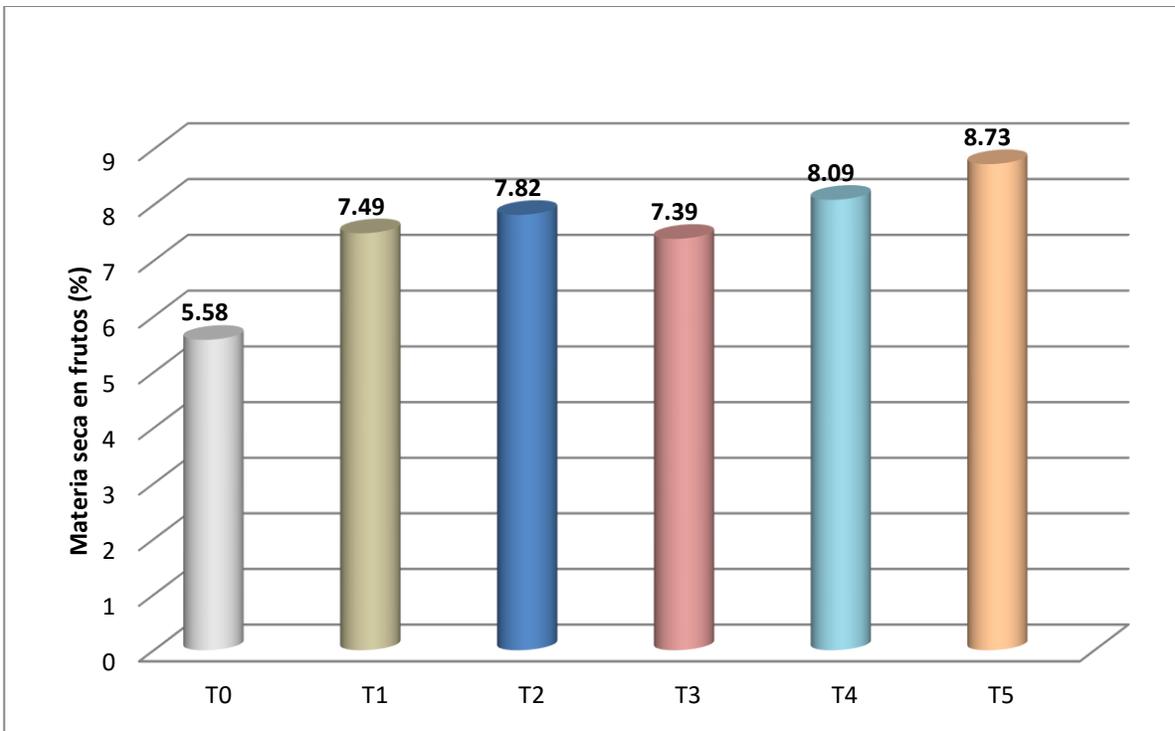
**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 10. Porcentaje de materia seca en tallos de Sandia (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (%) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

### 4.4.3 Fruto

En el cuadro 11 se observa que el porcentaje de materia seca del fruto varió de 5.58 a 8.73 %. El mayor valor se obtuvo con la aplicación de Algaforte más fertilización al suelo y el menor valor se obtuvo con el testigo. Según la prueba de Duncan al 5% se observó que todos los tratamientos con aplicación foliar de extractos de algas marinas y con fertilización al suelo superaron estadísticamente al tratamiento que no recibió fertilización foliar ni fertilización al suelo bajo las condiciones del presente ensayo.

Durante la fructificación, mucha de los fotosintatos producidos por una planta se acumulan en los frutos (Carrillo y Ortiz, 2007). Se observa que en el tratamiento sin aplicación de fertilizante alguno, posee el menor contenido de materia seca en frutos y a su vez el menor porcentaje de Sólidos solubles en los frutos evaluados. Esto se puede deber a que la falta de nutrientes ocasiona un deficiente transporte fotosintatos, y por consiguiente una calidad menor a la de los otros tratamientos evaluados que presentan mayor porcentaje de sólidos solubles como se menciona anteriormente. El contenido de materia seca es importante como indicador de la acumulación de biomasa en los frutos. Cuando esta es mayor, mayor será el rendimiento del cultivo (Gráfico 11).



**Tratamientos:** T<sub>0</sub> = Testigo (sin fertilización), T<sub>1</sub> = Tratamiento (con fertilización suelo), T<sub>2</sub> = Acción Plus más fertilización suelo, T<sub>3</sub> = Phyllum ST más fertilización suelo, T<sub>4</sub> = Fertimar más fertilización suelo, T<sub>5</sub> = Algaforte más fertilización suelo.

**Gráfico 11. Porcentaje de materia seca en frutos de Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. Sandy (%) empleando extractos de algas marinas en aplicación foliar.**

## V. CONCLUSIONES

- La aplicación foliar de extractos de algas no tuvo un efecto significativo en el rendimiento del cultivar evaluado en el presente ensayo.
- Las variables de peso promedio del fruto, tamaño del fruto (Largo y Diámetro del fruto) y grosor de la cáscara no mostraron variaciones significativas entre todos los tratamientos evaluados, por lo cual se concluye que no hay un efecto directo en estos parámetros por parte de la aplicación foliar de extractos de algas marinas.
- La aplicación de extracto de algas no tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de sólidos solubles y porcentaje de materia seca del fruto para la sandía cv. Sandy bajo las condiciones de La Molina.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar mayor investigación de los extractos de algas marinas en otros cultivares de sandía 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 de algas, y valor nutricional del cultivo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACLETO, C. (1988). “Aspectos Fitogeográficos y Taxonómicos de las Algas Marinas del Perú.” *Gayana Botanica* 45 (1-4): 143–46.
- ALDWORTH, S. J., AND J. STADEN. (1987). “The Effect of Seaweed Concentrate on Seedling Transplants.” *South African Journal of Botany* 53 (3): 187–89.
- Aris Industrial. 2014. Ficha técnica Algaforte. Disponible en:  
  
<http://www.aris.com.pe/quimicos/wp-content/uploads/2013/10/HT-ALGAFORTE-2014.pdf>
- ATZMON, N., AND J. STADEN. (1994). “The Effect of Seaweed Concentrate on the Growth of *Pinus pinea* Seedlings.” *New Forests* 8 (3): 279–88. Doi:10.1007/bf00025373.
- BASSIANY, AM; FAWZY ZF; GLALA AA. (2012). Responses of Two Watermelon Cultivars to supplemental Potassium Application and Fruit Thinning. *Journal of Applied Sciences Research*. 8(5): 2732- 2740 p.
- 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.
- BHOSLE, N., A. UNTAWALE, AND V. DHARGALKER. (1975). “Effect of Seaweed Extract on Growth of *Phaseolus vulgaris*.” *Indian Journal Marine Science* 4: 208-10 (No visto, citado por Thambiraj et al. 2012).
- BORREGO, M. (2002). El cultivo de la sandía (en línea). 4 ed. Consultado el 18 de mayo del 2018. Disponible: <http://books.google.com.ec/>
- BROWN, M. (2004). “The use of marine derived products and soybean meal as fertilizers in organic vegetable production.” Thesis Master in Science. North Carolina State University – United States 94 p.
- Características del cultivar Sandy. Disponible en: [www.semiagro.com.pe/ver-producto.php?id=17](http://www.semiagro.com.pe/ver-producto.php?id=17)
- CARRILLO, JC; ORTIZ, YD. (2007). Producción de Tomate (*Lycopersicon sculentum Mili.*) Hidropónico con Sustratos, bajo invernadero. Tesis Mag. Se. Santa Cruz Xoxocotlán, MX. Instituto Politécnico Nacional. 159 p.

- CASSERES, E. (1980). Producción de Hortalizas, Tercera Edición, Editorial IICA ,Costa Rica, 387 pp.
- Compendio de Agronomía Tropical (1989). Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Servicio editorial IICA. San José - Costa Rica.
- CRAIGIE, J. (2011). “Seaweed Extract Stimuli in Plant Science and Agriculture.” *Journal of Applied Phycology* 23 (3): 371-93. Doi:10.1007/s10811-010-9560-4.
- CROUCH, I. J., AND J. VAN STADEN. (1992). “Effect of Seaweed Concentrate on the Establishment and Yield of Greenhouse Tomato Plants.” *Journal of Applied Phycology* 4 (4): 291-96. Doi:10.1007/BF02185785.
- Dall, R.; Marchioro V. 2010. Manejo de *Ascophyllum nodosum* na cultura do trigo. *Cascavel*, 3(1):64-71.
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2004. Reglamento (CE) No 1862/2004 de la Comisión de las Comunidades Europeas. (En línea). Bruselas, BE. Consultado 12 ene. 2018. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2004/325/L00017-00022.pdf>
- DOGRA, B.; MANDRADIA K. (2012). Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences* 2(1):59-64.
- DOMINGUEZ V., A. (1993). *Fertirrigacion*. Ed. Mundi-prensa. España. 216 pp.
- El Agro. 2000. *Revista industrial del campo*. En línea. Revisado el 8 agosto del 2018. Disponible en: <http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/acido-fulvico-mascrecimiento calidad>.
- ESWARAN, K., P. K. GHOSH, A. K. SIDDHANTA, J. S. PATOLIA, C. PERIYASAMY, A. S. MEHTA, ET AL., INVENTORS. (2005). “Integrated Method for Production of Carrageenan and Liquid Fertilizer from Fresh Seaweeds.” US patente 6893479. May 17.
- FEATONBY-SMITH, B. C., AND J. VAN STADEN. (1984). “Identification and Seasonal Variation of Endogenous Cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf.” *Botanica Marina* 27 (11): 527–31. Doi:10.1515/botm.1984.27.11.527.
- GUIRY, M. D., AND G. M. GUIRY. (2014). “AlgaeBase.” [Online]. Galway: National University of Ireland. Cited 10th february. Disponible en <http://www.algaebase.org>
- HONG, D. D., H. M. HIEN, AND P. N. SON. (2007). “Seaweeds from Vietnam Used for Functional Food, Medicine and Biofertilizer.” *Journal of Applied Phycology* 19 (6): 817-26. Doi:10.1007/s10811-007-9228-x

- Hortus. 2015. Ficha técnica Phyllum ST. Disponible en: <http://www.hortus.com.pe/Hortus/nutricion/fichatec/phyllumst.pdf>
- KNAVEL, D. E. (1991). Productivity and growth of short. Internodes muskmelon plants all various spacing or densities. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6). 926-929.
- KALAIVANAN, C., AND V. VENKATESALU. (2012). “Utilization of Seaweed Sargassum myriocystum Extracts as a Stimulant of Seedlings of Vigna mungo (L.) Hepper.” Spanish Journal of Agricultural Research 10 (2): 466-70. Doi:10.5424/sjar/2012102-507-10.
- KHAN, W., U. RAYIRATH, S. SUBRAMANIAN, M. JITHESH, P. RAYORATH, D. M. HODGES, ET AL. (2009). “Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development.” Journal of Plant Growth Regulation 28 (4): 386–99. Doi:10.1007/s00344-009- 9103-x.
- KUMAR, N. A., B. VANLALZARZOVA, S. SRIDHAR, AND M. BALUSWAMI. (2012). “Effect of Liquid Seaweed Fertilizer of Sargassum wightii Grev. on the Growth and Biochemical Content of Green Gram (Vigna radiata (L.) R. Wilczek).” Recent Research in Science and Technology 4 (4): 40-45.
- La Hacienda. (1961). Año 56 (8). New York - USA. Agosto.
- Lignokel. 2013. Ficha técnica Acción Plus. Disponible en: [http://www.lignokel.com/documentos/accion\\_plus.pdf](http://www.lignokel.com/documentos/accion_plus.pdf)
- LIZZI, Y.; COULOMB, C.; COULOMB, P.J.; COULOMB, P.O.; POLIAN, C. (1998). L’algue face au Mildiou: qu’avenir? Phytoma, Paris 508:29-30 p.
- LOLA-LUZ, T., HENNEQUART, F.; GAFFNEY, M. (2013). Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (Brassica oleraceae) following application of commercial seaweed extracts of the brown seaweed, (Ascophyllum nodosum). Agricultural and Food Science 22(2):288-295.
- MANCUSO, S., E. AZZARELLO, S. MUGNAI, AND X. BRIAND. (2006). “Marine Bioactive Substances (IPA extract) Improve Foliar Ion Uptake and Water Stress Tolerance in Potted Vitis vinifera Plants.” Adv. Hort. Sci. 20 (2): 156-61.
- MAROTO J., MIGUEL A., POMARES F. (2002). El cultivo de sandía. Ed.Mundi-Prensa. España.

- MÓGOR, Á.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; MÓGOR, G. (2008). Aplicação foliar de extrato de alga, ácido l-glutâmico e cálcioemfeijoeiro. *Scientia Agraria, Curitiba* 9(4):431-437 p.
- PARSONS D. (1992). *Manuales para educación agropecuaria. Cucurbitaceas*. Ed Trillas. México.
- PATIER, P., YVIN, J., KLOAREG, B., LIÉNART Y.; ROCHAS, C. ( 1993). Seaweed liquid fertilizer from *Ascophyllum nodosum* contains elicitors of plant D-glycanases. *Journal of Applied Phycology* 5:343-349
- Peruvian Seaweeds. 2015. Ficha técnica Fertimar. Disponible en: <http://www.pswsa.com/images/productos/bioestimulantes/FERTIMAR.pdf>
- RAMA-RAO, K. (1990). “Preparation of liquid seaweed fertilizer from *Sargassum*.” In: *Seaweed Research and Utilisation Association Workshop on Algal products and Seminar on Phaeophyceae in India Marine Algal Research Station*. 16p.
- RAMIREZ. A. F. (1962) Ensayo de abonamiento con N y P en el cultivo de la sandía en la zona de Huaral, Tesis, Ing. Agrónomo, UNUALM, Lima - Perú.
- RATHORE, S. S., D. R. CHAUDHARY, G. N. BORICHA, A. GHOSH, B. P. BHATT, S. T. ZODAPE, ET AL. (2009). “Effect of Seaweed Extract on the Growth, Yield and Nutrient Uptake of Soybean (*Glycine max*) under Rainfed Conditions.” *South African Journal of Botany* 75 (2): 351–55. Doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2008.10.009>.
- RAYORATH, P., JITHESH, M., FARID, A., KHAN W., PALANISAMY R., HANKINS S., CRITCHLEY A.; PRITHIVIRAJ B. (2008). Rapid bio assays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L) Le Jol using a model plant. *Arabidopsis thaliana* (L) Heyah. *Journal of Applied Phycology* 20:423-429.
- RECHÉ, M. (1988). *La sandía*. Madrid., 188p.
- ROBINSON, R. W. AND DECKER-WALTERS, D. S. (1997). *Cucurbits Crop Production, Science in horticulture*, num 6, CAB International, 226 pp.
- RUBATZKY, V. E. Y YAMAGUCHI, M. (1997). *World Vegetables*, International Thompson Publishing, USA, 843PP.
- SASIKUMAR, K., T. GOVINDAN, AND C. ANURADHA. (2011). “Effect of Liquid Fertilizer of *Dictyota dichotoma* on Growth and Yield of *Abelmoschus esculentus* L.” *European Journal of Experimental Biology* 1(3): 223-7.

- SRIDHAR, S., AND R. RENGASAMY. (2010). “Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on the Growth, Biochemical Constituents and Yield of *Tagetes erecta*, Under Field Trial.” *Journal of Phytology* 6(2): 61-8.
- SOTO M., SOTO C. (2017). “Rendimiento y calidad de once híbridos de Sandía (*Citrullus lanatus*) bajo las condiciones de La Molina.” Tesis Ing. Agrónomo, UNALM.
- SCHWEERS, V. H. (1976) *Watermelon Production*, University of California, Leaflet 2672.
- TALAMINI, V.; STADNIK, M. (2004). *Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. cap. 3, 45-62 p.
- TAY, S. A. B., L. M. S. PALNI, AND J. K. MACLEOD. (1987). “Identification of Cytokinin Glucosides in a Seaweed Extract.” *Journal of Plant Growth Regulation* 5 (3): 133–38. Doi:10.1007/BF02087181.
- THIRUMARAN, G., M. ARUMUGAN, R. ARUMUGAN, P. ANANTHARAMAN. (2009). “Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of *Abelmoschus esculentus* (l) medikus.” *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2(2): 57-066.
- UGAS R., SIURA S., DELGADO DE LA FLOR F., CASAS A., TOLEDO J. (2000). *Hortalizas. Datos Básicos*. Edigrama. UNALM. Programa de Investigación en Hortalizas. Perú. 93pp.
- VALADEZ L. (1994). *Producción de hortalizas*. Editorial Linusas.a de C.V Edición, México, 298pp.
- VALDEZ L. (1998). *Comparativo de diez cultivares de Sandía (*Citrullus lanatus*)*. Tesis Ing. Agrónomo, UNALM.
- VÁSQUEZ (2015). *Bioactividad tipo auxina y citoquinina de extractos de macroalgas sobre cotiledones de Cucumis Sativus L.* Disponible: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3535/1/laura\\_vy.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/3535/1/laura_vy.pdf) [Consulta: 29 de Enero del 2015].
- VAN STADEN, J., S. J. UPFOLD, AND F. E. DREWES. (1994). “Effect of Seaweed Concentrate on Growth and Development of the Marigold *Tagetes patula*.” *Journal of Applied Phycology* 6(4): 427-28.

- WEERADDANA, C. (2012) Extracts of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, effect *Arabidopsis thaliana* – *Myzus persicae* interaction (Doctoral dissertation, Master Thesis). Disponible en:  
[https://dalspace.library.dal.ca/bitstream/handle/10222/15239/Weeraddana,%20Chaminda%20De%20Silva,%20MSc,%20AGRI,%20May%202012%20\(1\).pdf?sequence=1](https://dalspace.library.dal.ca/bitstream/handle/10222/15239/Weeraddana,%20Chaminda%20De%20Silva,%20MSc,%20AGRI,%20May%202012%20(1).pdf?sequence=1)

## VIII. ANEXOS

**ANEXO N° 1: Análisis ANVA y prueba de comparación de medias de Duncan para cada uno de los parámetros evaluados.**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO	24	0.57	0.34	19.87

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2118.85	8	264.86	2.48	0.0614
TRATAMIENTO	1453.38	5	290.68	2.72	0.0605
BLOQUE	665.47	3	221.82	2.08	0.1460
Error	1600.49	15	106.70		
Total	3719.34	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 106.6992 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	59.77	4	5.16 A
T5	56.47	4	5.16 A
T1	56.20	4	5.16 A
T2	52.35	4	5.16 A
T4	51.46	4	5.16 A
T0	35.72	4	5.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO DE FRUTOS POR Ha	24	0.53	0.27	14.93

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10907395.93	8	1363424.29	2.07	0.1064
TRATAMIENTO	8412032.41	5	1682406.48	2.56	0.0726
BLOQUE	2495363.52	3	831787.84	1.26	0.3221
Error	9865762.04	15	657717.47		
Total	20773157.96	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 657717.4692 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	5916.67	4	405.50 A
T5	5833.33	4	405.50 A
T4	5750.00	4	405.50 A
T1	5500.00	4	405.50 A
T2	5416.67	4	405.50 A
T0	4166.67	4	405.50 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO Kg	24	0.42	0.11	11.31

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.70	8	1.59	1.34	0.2965
TRATAMIENTO	6.59	5	1.32	1.12	0.3935
BLOQUE	6.10	3	2.03	1.72	0.2057
Error	17.74	15	1.18		
Total	30.43	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.1824 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3	10.20	4	0.54 A
T1	10.02	4	0.54 A
T2	9.91	4	0.54 A
T5	9.69	4	0.54 A
T4	9.18	4	0.54 A
T0	8.69	4	0.54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LONGITUD cm	24	0.32	0.00	7.03

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.17	8	0.02	0.13	0.9965
TRATAMIENTO	0.15	5	0.03	0.19	0.9609
BLOQUE	0.02	3	0.01	0.03	0.9918
Error	2.36	15	0.16		
Total	2.52	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.8957 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	26.85	4	0.99 A
T2	27.15	4	0.99 A
T1	27.82	4	0.99 A
T5	27.92	4	0.99 A
T0	28.65	4	0.99 A
T3	30.11	4	0.99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO cm	24	0.32	0.00	5.82

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.60	8	1.45	0.89	0.5467
TRATAMIENTO	11.13	5	2.23	1.37	0.2909
BLOQUE	0.47	3	0.16	0.10	0.9607
Error	24.42	15	1.63		
Total	36.02	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.6279 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	22.62	4	0.64 A
T2	22.53	4	0.64 A
T1	22.28	4	0.64 A
T5	22.17	4	0.64 A
T0	21.28	4	0.64 A
T3	20.77	4	0.64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cascara cm	24	0.37	0.04	14.05

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.15	8	0.02	1.11	0.4111
TRATAMIENTO	0.08	5	0.02	0.92	0.4945
BLOQUE	0.07	3	0.02	1.42	0.2766
Error	0.25	15	0.02		
Total	0.40	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0162 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T0	1.03	4	0.06 A
T5	0.95	4	0.06 A
T1	0.93	4	0.06 A
T3	0.90	4	0.06 A
T4	0.88	4	0.06 A
T2	0.85	4	0.06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLIDOS SOLUBLES %	24	0.51	0.25	7.55

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.37	8	0.92	1.95	0.1259
TRATAMIENTO	5.52	5	1.10	2.34	0.0930
BLOQUE	1.82	3	0.62	1.31	0.3087
Error	7.08	15	0.47		
Total	14.45	23			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.4721 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5	9.75	4	0.34	A
T3	9.73	4	0.34	A
T4	8.93	4	0.34	A B
T1	8.90	4	0.34	A B
T2	8.90	4	0.34	A B
T0	8.43	4	0.34	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS HOJAS	24	0.6	0.51	4.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.64	8	2.83	4.02	0.0099
TRATAMIENTO	17.85	5	3.57	5.07	0.0064
BLOQUES	4.79	3	1.60	2.27	0.1228
Error	10.57	15	0.70		
Total	33.21	23			

**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.7045 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	19.29	4	0.42	A
T3	19.11	4	0.42	A
T5	18.33	4	0.42	A B
T2	18.01	4	0.42	A B
T0	17.19	4	0.42	B
T4	17.01	4	0.42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS TALLO	24	0.36	0.01	7.57

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.11	8	1.51	1.03		0.4544
TRATAMIENTO	8.22	5	1.64	1.12		0.3904
BLOQUES	3.89	3	1.30	0.88		0.4717
Error	21.98	15	1.47			
Total		34.09	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4656 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	17.14	4	0.61	A
T3	16.39	4	0.61	A
T2	16.23	4	0.61	A
T5	15.71	4	0.61	A
T4	15.61	4	0.61	A
T0	15.41	4	0.61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%MS FRUTO	24	0.55	0.31	15.29

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.27	8	3.03	2.30		0.0786
TRATAMIENTO	22.75	5	4.55	3.44		0.0285
BLOQUES	1.52	3	0.51	0.38		0.7663
Error	19.81	15	1.32			
Total		44.08	23			

### Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.3208 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5	8.73	4	0.57	A
T4	8.09	4	0.57	A
T2	7.82	4	0.57	A
T1	7.49	4	0.57	A
T3	7.39	4	0.57	A
T0	5.58	4	0.57	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**ANEXO N° 2: Resumen de labores culturales en el campo comercial**

<b>FECHA</b>	<b>DDT</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
02/11/2015	-22	Almacigo	
03/11/2015	-21	Riego de machaco	Se rego por aproximadamente 24 horas
12/11/2015	-12	Arado	
13/11/2015	-11	Gradeo y surcado de terreno	
17/11/2015	-7	Elaboración del tomeo	
20/11/2015	-4	Riego de enseño	
24/11/2015	0	Aplicación de Insecticida-Nematicida	Se aplicó Carbofuran en los hollos realizados para la siembra
24/11/2015	0	Trasplante + riego	
25/11/2015	1	Aplicación de insecticida + Fungicida	Se aplicó Campal, S-Kekura y Citomeg
04/12/2015	10	Aplicación de insecticida + Fungicida	Se aplicó Campal, Fordazim, S-kekura y Citomeg
05/12/2015	11	Riego	
09/12/2015	15	Desmalezado	
11/12/2015	17	Aplicación de insecticida	Se aplicó Confidor, Campal y Citomeg
12/12/2015	18	Riego	
13/12/2015	19	Recalce	
14/12/2015	20	Primer abonamiento	Se aplicó Urea, Fosfato di amónico y Cloruro de potasio
18/12/2015	24	Aplicación de herbicida	Se aplicó Fuego y Citomeg
19/12/2015	25	Riego	
23/12/2015	29	Orientación de guías	
24/12/2015	30	Aplicación de insecticida	Se aplicó Confidor, Regent, Lannate y Citomeg
26/12/2015	32	Desmalezado	
28/12/2015	34	Orientación de guías	
28/12/2015	34	Segundo abonamiento	Se aplicó Urea, Fosfato di amónico y Cloruro de potasio
29/12/2015	35	Riego	

30/12/2015	36	Aplicación de insecticida + Fungicida	Se aplicó Confidor, Regent, Lannate, Topas y Citomeg
06/01/2016	43	Desmalezado	
07/01/2016	44	Orientación de guías	
07/01/2016	44	Riego	
14/01/2016	51	Riego	
15/01/2016	52	Aplicación de insecticida + Fungicida	Se aplicó Regent, Confidor, Lannate, Topas y Citomeg
19/01/2016	56	Riego	
21/01/2016	58	Orientación de guías	
22/01/2016	59	Aplicación de insecticida + Abono foliar	Se aplicó Confidor, Campal, Folimeg y Citomeg
25/01/2016	62	Orientación de guías	
29/01/2016	66	Aplicación de insecticida + Fungicida	Se aplicó Confidor, Regent, Lannate, Topas y Citomeg
01/02/2015	69	Orientación de guías	
02/02/2016	70	Riego	
04/02/2016	72	Aplicación de fungicida	Se aplicó Topas, Solt-pH y Citomeg
05/02/2016	73	Aplicación de insecticida	Se aplicó regent, Confidor, Lannate y Citomeg
10/02/2016	78	Riego	
13/02/2016	81	Aplicación de insecticida + Acaricida	Se aplicó Campal, Acarstin y Citomeg
15/02/2016	83	Desmalezado	
16/02/2016	84	Aplicación de fungicida + Acaricida + Abono foliar	Se aplicó Topas, Acarstin, Folimeg y Citomeg
17/02/2016	85	Riego	
26/02/2016	94	Primera cosecha	
27/02/2016	95	Aplicación de Insecticida	Se aplicó Match y Citomeg
04/03/2016	101	Riego	Se rego aproximadamente 3 horas
07/03/2016	104	Segunda cosecha	

**ANEXO N° 3: Costo de producción por hectárea, La Molina 2016.**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO/UNIDAD</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	
<b>PREPARACION DE TERRENO</b>					
Aradura	Ha	1	120	120	
Gradeo	Ha	1	50	50	
Surcado	Ha	1	50	50	
<b>LABORES DE CAMPO</b>					
Elaboración de hoyos para la siembra	Jornal	8	20	160	
Trasplante	Jornal	8	20	160	
Recalce	Jornal	3	20	60	
Desmalezado	Jornal	24	20	480	
Riego	Jornal	30	20	600	
Aplicación de pesticidas Y abono foliar	Jornal	50	20	1000	
Orientación de guías y acomodo de frutos	Jornal	18	20	360	
Aplicación de fertilizantes	Jornal	7	20	140	
<b>Fertilizantes</b>					
Urea	Saco	2	56	112	
Fosfato Diamónico	Sacos	4	90	360	
Cloruro de Potasio	Sacos	4	80	320	
<b>Insecticidas</b>					
Furadan 5G	Saco	1	147	147	
Campal 250 CE	Litros	2	50	100	
Confidor 350 SC	Litros	3	219	657	
Regent 200 SC	Litros	2	335	670	
Lannate	Litros	2	150	300	
Vermetin	Litros	1	90	90	
Acarstin	Litros	1	195	195	
Match 50 EC	Litros	1	160	160	
<b>Fungicidas</b>					
S-Kekura	Kg	1	28	28	
Fordazim 5Fw	Litros	1	45	45	
Ninrod 25 EC	Litros	1	145	145	
Topas	Litros	2	260	520	
<b>Herbicidas</b>					
Fuego	Litros	1	22	22	
<b>Reguladores de pH</b>					
Solt – pH	Litros	1	32	32	
Cítomeg	Litros	2	17	34	
<b>Abono Foliar</b>					
Folimeg	Kg	2	20	40	
<b>Imprevistos</b>				S/.	300
<b>Total de costos de producción</b>				S/.	<b>7457</b>

#### ANEXO N°4: Galería fotográfica

**Foto 1: Trasplante del almácigos al campo y siembra a doble hilera (La Molina, 2016)**



**Foto 2: Cambio de surco en el campo experimental (La Molina, 2016).**



**Foto 3 y 4: Preparación y aplicación de extractos de algas (La Molina, 2016)**



**Foto 5: Primera cosecha en el campo experimental (La Molina, 2017).**





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

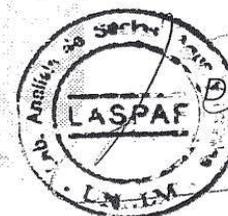
Solicitante : ING. ANDRÉS CASAS DÍAZ

Departamento : LIMA  
 Distrito : LIMA  
 Referencia : H.R. 52547-143C-15

Provincia : LIMA  
 Predio : LOTE CHIQUERO  
 Fecha : 18/12/15

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
16349	Tesis Sandía	7.65	0.70	3.10	1.46	17.1	213	61	20	19	Fr.A.	12.80	10.20	1.80	0.57	0.23	0.00	12.80	12.80	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;  
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



*Sady García Bendezi*  
 Jefe del Laboratorio