

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Efecto de Derivados de Algas Marinas en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) Bajo Distintos Colores de Acolchado Plástico.

Por:

OSIEL LOERA LOERA

TESIS

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

**Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2012**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de Derivados de Algas Marinas en el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo de Maíz
(*Zea mays* L.) Bajo Distintos Colores de Acolchado Plástico.

Por:

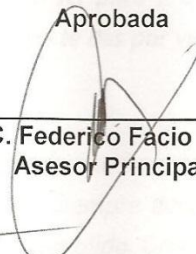
OSIEL LOERA LOERA

Tesis

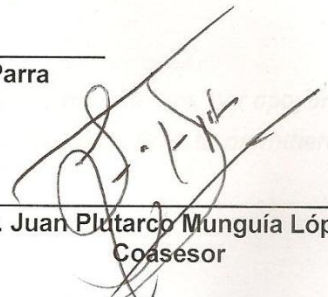
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

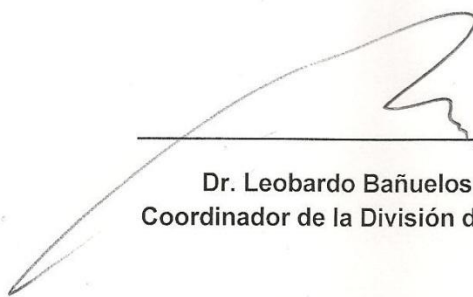
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

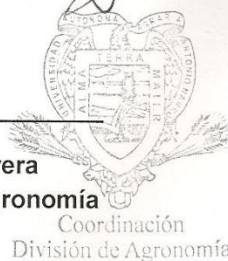
Aprobada


M.C. Federico Facio Parra
Asesor Principal


M.C. José Omar Cárdenas Palomo
Coasesor


Dr. Juan Plutarco Munguía López
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2012

DEDICATORIA

A mis padres: Silvia y Jacobo. Por brindarme su amor, apoyo, y confianza para realizar este paso tan importante en mi vida. Gracias por que en todo momento han estado conmigo, alentándome a seguir adelante y no darme por vencido, aconsejándome en los momentos difíciles, enseñándome el camino correcto. Sin duda alguna, no existe mayor herencia que esta que hoy me dejan: la educación. Por lo cual les viviré siempre agradecido.

A mis hermanas: Bibiana y Karla. Porque en todo momento me han apoyado, y han estado conmigo, gracias por su cariño y por darme la confianza para seguir adelante.

A mi hermano menor: Uriel. Porque hemos compartido muchas experiencias, cuánto hemos bromeado y reído. Quiero ser para ti un ejemplo, para que sigas adelante, persistas por lograr tus sueños y no te des por vencido.

A mi abuelito: Hilario. Por darme ánimo para concluir mis estudios, por apoyarme y siempre sentirse orgulloso de mí. Siempre decías que ojalá Dios te permitiera ver terminar mi carrera, y hoy se ha cumplido, Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater: por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y permitir con ello alcanzar una meta muy importante en mi vida.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA): por permitirme realizar el presente trabajo de investigación en sus instalaciones.

Al Dr. Juan Munguía López: por su asesoría y disponibilidad durante toda la realización del presente trabajo.

Al M.C. Omar Cárdenas: por su asesoría y por brindarme su apoyo y conocimiento para la realización de este trabajo.

Al M.C. Federico Facio Parra: por su asesoría en la redacción del presente trabajo.

Al Ing. Benito Canales López: por permitirme realizar el presente trabajo de investigación para su empresa “Palau Bioquím”.

A mis amigos: Memo, Carlos, Ronni y José Luis por su ayuda y participación en las distintas actividades realizadas durante éste trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivo general.....	4
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Generalidades del cultivo del maíz.....	5
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	5
2.1.2 Descripción botánica.....	6
2.2.3 Origen del maíz.....	6
2.2 Algas marinas.....	6
2.2.1 Efecto de las algas marinas en las plantas.....	7
2.2. Efecto de las algas marinas en el suelo.....	8
2.3 Acolchado plástico.....	9
2.3.1 Ventajas del uso de acolchado.....	9
2.3.2 Desventajas del uso de acolchado.....	10
2.3.3 Colores de Acolchado.....	11
2.4 Sistemas de riego por goteo.....	12
2.4.1 Sistema de riego por cinta	13
2.4.2 Calidad del agua en riego por goteo.....	14
2.5 Contenido de clorofila en las plantas.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Características Del Sitio Experimental.....	16
3.1.1 Localización Geográfica.....	16
3.1.2 Clima.....	16
3.1.3 Suelo.....	16
3.1.4 Agua de Riego.....	17
3.2 Material vegetativo.....	17
3.3 Materiales y equipo utilizados.....	17
3.4 Diseño experimental.....	18
3.5 Descripción de los niveles.....	18
3.6 Modelo experimental.....	19
3.7 Tamaño de la parcela experimental.....	20
3.8 Croquis del sitio experimental.....	20
3.9. Trabajos de campo.....	20
3.9.1 Preparación del terreno.....	20
3.9.2 Fertilización.....	21
3.9.3 Aplicación de algas marinas a la semilla.....	21
3.9.4 Siembra.....	21
3.9.5 Riego.....	21
3.9.6 Aplicación foliar AlgaenzimsMR.....	21

3.10 Variables evaluadas	22
3.10.1 Altura de planta.....	22
3.10.2 Diámetro de tallo.....	22
3.10.3 Materia Seca.....	23
3.10.4 Área foliar.....	23
3.10.5 Porcentaje de acame.....	23
3.10.6 Contenido de clorofila.....	23
3.10.7 Componentes de rendimiento.....	23
3.10.8 Rendimiento.....	24
IV. Resultados y discusión.....	25
4.1 Variables fenológicas.....	25
4.1.1 Altura de planta.....	25
4.1.2 Diámetro de tallo.....	27
4.1.3 Área foliar	29
4.1.4 Peso fresco.....	31
4.1.5Materia Seca	32
4.2 Contenido de clorofila	34
4.3 Porcentaje de acame	35
4.4 Componentes de rendimiento.....	37
4.5 Rendimiento.....	47
4.6 Comparación del factor A (tipos de aplicación de las algas marinas).....	49
4.7 Comparación del factor B (colores de acolchado).....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. LITERATURA CITADA.....	64
VII. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Descripción de tratamientos.....	19
2 Cuadrados medios y significancia de las variables fenológicas, contenido de clorofila y porcentaje de acame para los 16 tratamientos evaluados.....	25
3 Comparación de medias para la variable de altura en cm, en dos fechas de muestreo.....	27
4 Comparación de medias para la variable de diámetro de tallo en mm, en dos fechas de muestreo.....	29
5 Comparación de medias para la variable de área foliar en cm ²	30
6 Comparación de medias para la variable de peso fresco de planta en gramos, en las dos fechas de muestreo	32
7 Comparación de medias para la variable de materia seca en dos fechas de muestreo.....	33
8 Comparación de medias para la variable de contenido de clorofila, realizada por los dos equipos: Spad y Field Scout.....	35
9 Comparación de medias para la variable de % de acame en dos fechas de muestreo.....	37
10 Cuadrados medios y significancia de los componentes de rendimiento y rendimiento final de los 16 tratamientos evaluados.....	37
11 Comparación de medias para la variable de diámetro de mazorca en mm.....	39
12 Comparación de medias para la variable de longitud de mazorca en cm.....	40
13 Comparación de medias para la variable de número de granos por carrera.....	42
14 Comparación de medias para la variable de peso de cien semillas.....	44
15 Comparación de medias para la variable de % de olote.....	46
16 Comparación de medias para la variable de peso hectolítrico.....	47
17 Comparación de medias para la variable de rendimiento en ton/ha.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Altura de planta en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	26
2 Diámetro de tallo en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	28
3 Área foliar en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	30
4 Peso fresco en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	30
5 Contenido de materia seca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	33
6 Contenido de clorofila en el cultivo de maíz, en unidades spad, bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	34
7 Porcentaje de acame en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	36
8 Diámetro de mazorca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	38
9 Longitud de mazorca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	39
10 Número de carreras por mazorca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	41
11 Número de granos por carrera en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	41
12 Peso de cien semillas en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	43
13 Porcentaje de olote en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	44
14 Peso hectolítrico en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	46

15 Rendimiento en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.....	48
16 Comparación de altura de planta para el factor A: aplicación de algas marinas.....	50
17 Comparación del diámetro de tallo para el factor A: aplicación de algas marinas....	50
18 Comparación de área foliar para el factor A: aplicación de algas marinas.....	51
19 Comparación de peso fresco para el factor A: aplicación de algas marinas, en el segundo muestreo.....	52
20 Comparación de materia seca para el factor A: aplicación de algas marinas.....	53
21 Comparación del contenido de clorofila para el factor A: aplicación de algas marinas.....	54
22 Comparación del porcentaje de acame para el factor A: aplicación de algas marinas.....	54
23 Comparación de diámetro de mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.....	55
24 Comparación de longitud de mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.....	56
25 Comparación de número de carreras por mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.....	56
26 Comparación del número de granos por carrera para el factor A: aplicación de algas marinas.....	57
27 Comparación del peso de cien semillas para el factor A: aplicación de algas marinas.....	58
28 Comparación del porcentaje de olote para el factor A: aplicación de algas marinas.	58
29 Comparación del peso hectolítrico para el factor A: aplicación de algas marinas.....	59
30 Comparación del rendimiento para el factor A: aplicación de algas marinas.....	60
31 Comparación del diámetro de tallo para el factor B: colores de acolchado.....	61
32 Comparación del rendimiento para el factor B: colores de acolchado.....	62

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo agrícola experimental del Centro de Investigación de Química Aplicada (C.I.Q.A.), localizado al noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, durante el ciclo primavera-verano del 2011 con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de derivados de algas marinas, el acolchado plástico de distintos colores y riego por goteo, en el desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz. El experimento se realizó bajo un arreglo en parcelas subdivididas con dos factores: A (aplicación de derivados de algas marinas) y B (colores de acolchado) el factor A con cuatro niveles y el factor B también con cuatro niveles, con cuatro repeticiones dando un total de 64 unidades experimentales. Para las variables fenológicas los mejores tratamientos fueron el 14 (aplicación de polvos coloidales a la semilla + aplicación foliar de algaenzims, en acolchado plata) y el 16 (aplicación de polvos coloidales a la semilla + aplicación foliar de algaenzims, en acolchado negro). El mayor rendimiento se observó en el tratamiento 16 con un rendimiento promedio de 13.2 ton/ha. En lo que respecta al factor A, la aplicación de polvos coloidales a la semilla + la aplicación foliar de algaenzims, mostró los mejores resultados para las variables de diámetro de tallo, área foliar, materia seca, porcentaje de acame, componentes de rendimiento y el rendimiento final; la aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla mostro el mayor efecto en la altura de planta; y por su parte la aplicación foliar de algaenzims mostro el mayor contenido de clorofila. Para el factor B, no se encontraron diferencias significativas entre los distintos niveles, con excepción de la variable de diámetro de tallo y el rendimiento, para la variable de diámetro de tallo los mejores tratamientos fueron el acolchado plata y el negro. Los tratamientos que obtuvieron el mejor rendimiento fueron el acolchado negro, y el testigo (sin acolchado).

Palabras clave: maíz, algas marinas, acolchado plástico, riego por goteo.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas, tanto en su producción global (cerca de 600 millones de toneladas por año) como en su productividad (más de 4 t/ha). Su centro de origen está en México desde donde se difundió a todo el mundo después del primer viaje de Cristóbal Colón a fines del siglo XV. Su difusión fue más rápida en las zonas templadas en las cuales representa cerca del 40 % del área cosechada y el 60% de la producción mundial.

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales.

El maíz es una planta que tiene múltiples usos y que puede ser utilizada en varias etapas de su desarrollo desde las mazorcas muy jóvenes, hasta las mazorcas verdes tiernas y los granos ya maduros. Se estima que la población mundial - actualmente cerca de 7 000 millones de habitantes alcanzará los 8 000 millones en el año 2030, lo cual representa 1 000 millones más que en la actualidad, con la mayor parte de ese incremento ocurriendo en los países en desarrollo. No hay dudas de que el maíz continuará teniendo un papel muy importante en la alimentación de esta población en aumento.

El grano de maíz, sobre todo el blanco, es un cereal importante para el consumo humano, especialmente en África y América Latina. Es evidente que la demanda de este maíz continuará aumentando en el futuro. La FAO estima que serán necesarias 60 millones de toneladas adicionales en el año 2030. Por otro lado, dado que se espera que el nivel de vida continúe aumentando, sobre todo en muchos países asiáticos, la demanda de maíz como alimento animal también

presentará una alta tasa de crecimiento. En este aspecto, la FAO estima que la demanda de maíz para alimentación animal aumentará de los 165 millones de toneladas actuales a casi 400 millones en 2030, o sea un aumento de 235 millones de toneladas (240%).

Ciertamente el gran desafío será producir esos 295 millones de toneladas adicionales que serán necesarias para cubrir tanto las necesidades de consumo humano como animal. En muchos países será difícil aumentar el área cultivada y el incremento en la producción de maíz tendrá que, por tanto, basarse en un aumento de la productividad y en la intensificación del número de cultivos anuales.

Por lo anterior, fue realizado el presente trabajo de investigación, con el objetivo de generar conocimiento y nuevas alternativas en la producción de maíz, que permitan aumentar la productividad, así como, el hacer un uso eficiente de los recursos agua – suelo.

El uso de las algas marinas y sus derivados representa una buena alternativa, ya que además de ser un mejorador de suelo, también es un bioestimulante en las plantas, dichos productos no afectan al medio ambiente y permiten la producción de alimentos sanos.

Por otra parte, el acolchado plástico, en la actualidad es muy utilizado en el ámbito agrícola, ya que presenta muchos beneficios, tales como: el incremento en la temperatura del suelo, controla la pérdida de vapor de agua de la evaporación de la superficie del suelo y la lixiviación de los fertilizantes, reduce la compactación del suelo y la presencia de malezas, entre otros. Es por eso que también puede ser una buena opción en el cultivo del maíz.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de algas marinas y el uso de acolchado de diferentes colores en el rendimiento de maíz.

Objetivos específicos

1.- Determinar el efecto de la aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla y la aplicación de Algaenzims^{MR} en forma foliar, en el desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz.

2.- Evaluar los beneficios del uso de acolchado de distintos colores en el desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz.

Hipótesis

1.- La aplicación de derivados de algas marinas en el cultivo del maíz, tanto a la semilla como de forma foliar, mejora el desarrollo y el rendimiento del cultivo.

2.- El uso de acolchado plástico de distintos colores influye en el desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de maíz

2.1.1. Clasificación Taxonómica Robles S (1990).

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsidae

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Grupo: Glumifora

Orden: Graminales

Familia: Gramínea

Tribu: Maydeae

Género: *Zea*

Especie: *ays*

2.1.2. Origen del maíz

Garduño (s/f) menciona que “la palabra maíz es de origen indio caribeño y significa literalmente «lo que sustenta la vida». Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina.

La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7,000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca y tuvo un

importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz.

La supervivencia del maíz más antiguo y su difusión se debió a los seres humanos, quienes recogieron las semillas para posteriormente sembrarlas.

2.1.3. Descripción Botánica.

El centro de investigaciones agrarias (1980). Cita que el maíz es una planta anual, alta, robusta y monoica con vainas sobrepuestas y limbos anchos, conspicuamente dísticos; Espiguillas estaminadas en racimos largos que se parecen a espigas, los racimos numerosos formando panículas largas y esparcidas, inflorescencia femenina en las axilas de las hojas; las espiguillas en 8-16 o hasta 30 hileras en raquis engrosado y casi leñoso encarnado en numerosas brácteas, los estilos largos saliéndose de las puntas, como una masa de hilo sedoso, los granos en la madurez mucho más largos que las glumas.

2.2. Algas marinas

Conforme a lo reportado por Blaine *et al.* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), el incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y o sus derivados en la agricultura, se debe a que las algas marinas contienen: todos los elementos mayores, todos los elementos menores y todos los elementos traza que ocurren en las plantas; además 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y enfermedades, y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol.

Cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que con ellas viven asociados, permanecen en estado viable y se propagan donde se aplican, incrementando las cantidades de los

elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción. Las proteínas (enzimas) que tanto las algas marinas como los microorganismos que las acompañan sintetizan y emiten (exoenzimas), cuyas acciones, tanto en el suelo como en la planta, son interesantes.

Al incinerar las algas, dejan un residuo de cenizas 5 ó 6 veces mayor, del que dejan las plantas; consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas que los metabolizan. Los microorganismos que viven asociados con las algas marinas, si el proceso para obtener sus productos derivados es el adecuado, permanecen viables y se propagan donde se aplican y, emiten mas enzimas. Esta es la razón del porqué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra, diverso y cuantioso, que efectúa cambios en las plantas y en el suelo que sin ellos, no toman lugar (Canales, 1998).

2.2.1. Las algas marinas en las plantas.

En todos los seres vivos, desde la formación de los gametos, formación y desarrollo del cigoto; total, desde principio a fin todas las funciones son enzimáticas, luego, después de la muerte, su descomposición, es también por acciones enzimáticas de los microorganismos. En las plantas es, desde la formación de los gametos, la germinación del polen, formación y desarrollo del cigoto, formación y germinación de la semilla, en la fisiología de la planta y, hasta su muerte y la descomposición para que otros seres de ella se alimenten: todas las funciones son, enzimáticas. Es el ciclo de acciones y efectos enzimáticos (Small y Green, 1968).

Fox y Cameron (1961) y López, et al. (1994), en sus respectivos trabajos, reportan la acción de las enzimas como fuente de vida. Es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marinas por ejemplo, las enzimas que estas conllevan, refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentarlo (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor). Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas. Además, las microalgas cianofitas que los extractos y otros derivados de algas marinas

conlleven, ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas (Canales, 1998 y Martínez, 1995).

Algunos efectos causados por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas son: aumento del crecimiento de las plantas (Blunden, 1991; Jeannin et al., 1991; Arthur et al., 2003), adelanto de la germinación de las semillas (El-Sheekh, 2000), retrasan la senescencia, incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas (Kuwada et al., 1999).

La aplicación foliar de extractos de algas marinas facilita la nutrición y mejora los frutos (De Villiers, et al, 1983).

2.2.2. Las algas marinas en el suelo

Blaine et al (1990), mencionan que los derivados de algas mejoran el suelo. Nicolás (1995), reporta incremento en la materia orgánica. Tinajero (1993), encontró que en cilantro los rendimientos fueron iguales al aplicar al suelo 2 lts/ha de extracto de algas marinas ALGAENZIMS^{MR} o 20 ton/ha de estiércol bovino.

Reyes (1993), al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, encontró que bajan las arcillas y subió el limo y la arena, bajaron los carbonatos, se formaron poros y se ajustó el pH del suelo. Canales (1997) y Canales (1998), consideran que esto es debido a que las enzimas que las algas conlleven, provocan y/o activan en el suelo, reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles, que las enzimas de los seres vivos, inclusive las raíces que en él medran, no son capaces de hacer en forma notoria. De tal manera, que al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco, ajustando también el pH. Hidroliza, enzimáticamente también, los compuestos no solubles del suelo liberando los nutrimentos y, complementado con buen manejo: lo desmineraliza, lo desintoxica y lo desaliniza. Al descomponer la materia orgánica y los carbonatos, libera el

anhídrido carbónico formando poros, mismos, que se forman también al coagular las arcillas sílicas, descompactándolo; todo, en forma enzimática, paulatina y acumulativa, se logra así: el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo, haciendo del mismo un medio propicio para que los microorganismos, lombrices y demás fauna pequeña que medran en el suelo así como las raíces y las plantas mismas, se desarrollen mejor.

Villarreal (2003), reporta un cambio de textura en porcentaje de arcilla, limo y arena de: 4.9, 2.4, 92.7 (testigo) a 12.9, 6.3, 80.8 (tratado), al tratar un suelo con el producto Algaenzims^{MR} y microorganismos marinos aislados, como son: fijadores de nitrógeno del aire, mohos y levaduras, halófilos y gérmenes aeróbicos mesofílicos.

2.3. Acolchado plástico

El uso de acolchado plástico en el campo agrícola mexicano ha incrementado la producción en los últimos años. (Martínez, 1996)

2.3.1. Ventajas del uso de acolchado

a). *Incrementa la temperatura del suelo:* a una profundidad de 5 cm se incrementa la temperatura aproximadamente 3 °C con acolchado negro y de 6 °C con acolchado claro. El efecto del incremento de temperatura se refleja en una cosecha precoz y en un aumento en rendimiento total.

b). *Reduce la compactación del suelo permaneciendo suelto y bien aireado:* por lo tanto, las raíces tienen mayor cantidad de oxígeno disponible y la actividad microbiana se incrementa mejorando la estructura del suelo e incrementando la disponibilidad de los nutrimentos.

c). *Reduce la lixiviación de fertilizantes:* debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado y entre las camas. El fertilizante se coloca en las camas, por lo tanto, el fertilizante no se lixivia y es aprovechado plenamente por el cultivo.

d). *Reduce la asfixia de la planta por exceso del agua:* esto debido a que el agua de la lluvia escurre por el acolchado hacia la parte inferior de los surcos.

e). *Reduce la evaporación del agua:* normalmente hay un crecimiento de hasta el doble de la planta. Debido al mayor crecimiento, la planta requiere de mayor cantidad de agua, por lo que el acolchado no sustituye el riego de hecho en ocasiones se requiere mayor cantidad de agua.

f). *Se obtienen productos más limpios:* con el acolchado se reduce la pudrición de frutos, causados el contacto con el suelo húmedo o gotas que salpican al mismo al caer la lluvia. Para evitar este daño con el uso de acolchados, las camas deben ser altas (15 a 30 cm).

j). *Reduce la presencia de malezas:* en el caso del acolchado negro provee un buen control de malezas. El acolchado claro requiere del uso de herbicidas o fumigación debido a que deja pasar la luz visible, necesarios para la fotosíntesis de las malezas. Su principal uso es para elevar la temperatura de suelo. Es común utilizar acolchado de color negro por la parte inferior para el control de malezas y refractivo en la parte superior para optimizar la fotosíntesis en las plantas.

k). *Precocidad:* con el uso de acolchado negro se puede adelantar la cosecha entre 2 y 14 días y en el caso de acolchado claro puede ser de hasta 21 días de precocidad en la cosecha.

l). *Incremento en concentraciones de CO₂:* El acolchado no permite el paso del CO₂. Por lo tanto, el CO₂ producido por la respiración de las raíces se concentra y sale por la perforación por debajo de las plantas ayudando a la parte aérea. Este efecto se le denomina efecto chimenea.

2.3.2. Desventajas del uso de acolchado:

a). *La remoción del acolchado es costosa:* este debe removerse anualmente y esto es costoso. Además, es un problema ecológico.

b). *Costo elevado:* El costo de producción se eleva con el uso de acolchado. Sin embargo, al evaluar la utilidad por sus beneficios, normalmente se justifica.

c). *Propiedades del acolchado*: deberá conocerse bien las propiedades del acolchado para su correcta colocación. Es decir, la temperatura deberá ser de aproximadamente de 18 a 30 °C, por lo que el acolchado debe instalarse correctamente, evitando las formaciones de bolsas de aire.

d). *Incrementa la erosión del suelo*: debido a que la precipitación se concentra entre las camas, incrementa la velocidad ocasionando la erosión del suelo.

e). *Competencia*: existe mayor competencia entre las plántulas y malezas que se desarrollan entre las perforaciones.

f). *Cultivos*: hay cultivos que debido a su alta densidad de siembra no es práctico el uso de acolchados. Por ejemplo; ajo, cebolla, nabos, betabel, cilantro, zanahoria por citar algunos.

2.3.3. Colores de acolchado

Para el acolchado de suelo actualmente se utilizan diferentes tipos de plástico, en cuanto al color, este varía dependiendo de las necesidades del cultivo y la región, cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es preciso que el agricultor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas de acuerdo al cultivo que va a establecer y las condiciones climáticas de la época y región en que se encuentra (Gómez, 1994).

Los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificados por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorables o desfavorables para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario (Robledo y Martín, 1988.)

La radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados determina en gran medida las temperaturas que se generan en el suelo y el efecto positivo y negativo de estas temperaturas sobre el desarrollo y rendimiento de las plantas.

Robledo y Martín, 1988, menciona las siguientes ventajas de acuerdo al color de acolchado:

Cristal: Natural o transparente, es el polietileno sin ningún tipo de pigmento ni aditivos, se usa principalmente para elevar la temperatura del suelo.

Negro: Asegura un perfecto control de malezas, a menor costo que los otros materiales verdes, blanco/negro, plata/negro. Presenta la menor reflexión (9%) acercándose a las características propias de un cuerpo negro, que absorbe un 91% de la radiación que incide sobre él, es el que más se calienta y causa quemaduras en aquellas estructuras de la planta en contacto con el acolchado, en cultivos bajos y en sus primeros estadios, pues más adelante el propio follaje del cultivo intercepta la radiación.

Blanco: Asegura un perfecto control de malezas, se calienta menos que el negro porque su coloración blanca refleja parte de la radiación, además al reflejar los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo, aumenta la reacción fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas.

Plata: Asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión de la plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo y aumenta la reacción fotosintética que llega a la planta.

2.4. Sistemas de riego por goteo

El riego por goteo es la aplicación artificial del agua al suelo, en pequeñas cantidades para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo, este método se caracteriza por una lenta y alta frecuencia de aplicación, en forma de gotas

directamente al suelo humedeciendo la zona radicular de las plantas, el agua es distribuida en campo por una serie de mangueras en los cuales se encuentran instalados (de 0.3 a 1 m) pequeños dispositivos denominados emisores o goteros, que suministran el agua a través de un flujo gradual y uniforme que proporciona descargas de 2 a 8 l/h. El agua, los nutrientes solubles y otros productos químicos pueden ser aplicados, en la dosis que requiere la planta en cantidad, estos elementos se distribuyen en el perfil del suelo describiendo un patrón de humedecimiento ovoide llamado bulbo de mojado (Rojas y Briones, 2001).

a) Ventajas:

- Se incrementan los rendimientos agrícolas en calidad y cantidad
- Acelera la maduración
- Uso de agua salina
- Uso óptimo y ahorro de fertilizantes
- Permite utilizar suelos arenosos
- Control permanente de humedad
- Fácil operación y gran ahorro de mano de obra
- Reduce la incidencia de malas yerbas
- Permite utilizar gastos pequeños
- En el riego se pueden aplicar fertilizantes y líquidos

b) Desventajas

- Alto costo de inversión
- El material utilizado debe ser resistente a presiones.
- Las sustancias químicas y fertilizantes que se apliquen, deben ser solubles y no reaccionar con el material de la tubería.
- Dificulta el uso de máquinas por sus líneas
- Se presenta taponamientos frecuentes de goteros
- Se requiere de personal capacitado para manejar el sistema

2.4.1. Sistema de riego por cinta

Los sistemas de riego por **cinta** forma parte del riego por goteo y se caracterizan porque los productos utilizados, son de polietileno con espesores delgados que varían de 4 a 20 milésimas de pulgada, el cual tiene goteros dentro y a lo largo de la cinta, espaciados a intervalos regulares establecidos durante el proceso de manufactura para suministrar el agua a las plantas. La presión de operación recomendada varía de 12 psi a 15 psi dependiendo del espesor de la pared de la cinta (Rojas y Briones, 2001)

2.4.2. Calidad del agua en riego por goteo

El sistema de riego por goteo, es un método eficiente por sus características de aplicación del agua y alta frecuencia. El principal problema es la obturación progresiva de los emisores, debido a la presencia de sustancias de origen físico, químico y microbiológico en el agua, este problema está asociado a las características propias de la tecnología: pequeños diámetros de los emisores que son necesarios para garantizar bajos caudales (menores a 150 L h^{-1}) y la obturación de los emisores que afecta la uniformidad de riego, la cual está relacionada de manera directa con la uniformidad de producción y el crecimiento de las plantas.

Los sistemas de riego localizado son muy exigentes en calidad de agua, por lo cual el agua de riego debe filtrarse antes de ser distribuida para disminuir el riesgo de obturación.

2.5. Contenido de clorofila en las plantas.

La presencia de clorofila en las hojas de las plantas está estrechamente relacionada con las condiciones nutricionales de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno (un importante nutriente) presente en la hoja.

H. Sainz Rozas¹ & H. E. Echeverría (1998) Demostraron que existe una estrecha asociación entre el contenido de nitrógeno (N) y clorofila en hojas de maíz.

En consecuencia, el estado nutricional del cultivo puede ser evaluado a través de la medición del contenido de clorofila de la hoja.

En el presente trabajo se utilizaros dos equipos de medición para determinar el contenido de clorofila en las plantas: Minolta Spad 502 y Field Scout CM 1000, los cuales se describen a continuación.

Minolta Spad 502

El SPAD-502 es un medidor compacto que proporciona una indicación de la cantidad de clorofila presentes en las hojas de la planta, determinando la cantidad relativa de clorofila presente en la medición de la absorbancia de la hoja en dos regiones de longitud de onda.

La clorofila tiene picos de absorción en el azul (400-500 nm) y rojo (600-700 nm), las regiones, sin la absorbancia se encuentran en la región del infrarrojo cercano. Para aprovechar las ventajas características de la clorofila, el SPAD 502 mide las absorbancias de la hoja en el rojo y la cerca de las regiones infrarroja. Con estas dos absorbancias, el medidor SPAD calculará un valor numérico que es proporcional a la cantidad de la clorofila en la hoja.

Field Scout CM 1000

El medidor FieldScout CM 1000 utiliza tecnología de "apunte y dispare" que mide instantáneamente la luz reflejada en el rojo (660nm) y en el cercano infrarrojo (840nm). El medidor utiliza estas reflectancias para calcular el factor NDVI (Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación). Con un área de medición cónica entre 30 y 180 centímetros y una distancia mínima del lente de 35.5 cm.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características Del Sitio Experimental

3.1.1. Localización Geográfica

El presente trabajo experimental se realizó durante el periodo marzo-octubre de 2011 en los terrenos del Centro de Investigación en Química Aplicada (C.I.Q.A), ubicado al Noreste de la Ciudad de Saltillo, Coahuila; con coordenadas geográficas de 25° 27' de Latitud Norte, 10° 02' de Longitud Oeste y una altura de 1610 msnm.

3.1.2. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Koeppen y modificada por García (1973), el clima de Saltillo corresponde a un seco estepario, con formula climática de Bsok (x') (e') donde: Bso = es el más seco de los Bs., K= templado con verano cálido, temperatura anual de 12 a 18°C y el más caluroso de 18°C, (X') = régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno (e') = extremoso con oscilaciones entre 7°C y 1 °C.

En general la temperatura y precipitación pluvial media anual son de 18°C y 365 mm respectivamente. Los meses más lluviosos son de julio a septiembre, concentrándose la mayor parte en el mes de julio.

La evaporación promedio mensual anual es de 178mm, donde las más altas son en los meses de Mayo y junio con 236 y 234 mm respectivamente (Callegas 1988).

3.1.3. Suelo

El origen del suelo del sitio experimental es aluvial y con una textura arcillo –limoso, medianamente ricos en materia orgánica (Munguía, 1985), y corresponde a un solonchak de acuerdo a la clasificación FAO - UNESCO.

3.1.4. Agua de Riego

El agua de riego se puede clasificar como “aceptable” para uso agrícola dado que la clasificación que se tiene C_2S_1 permite su uso. Basándose también en los trabajos realizados sobre su conductividad eléctrica está por debajo del nivel crítico ($2180 < 3000$ dS/cm).

3.2 Material vegetativo

Para la realización de ésta investigación se utilizó como semilla el híbrido AN-447 de la UAAAN, bajo un marco de plantación de 15 cm de distancia entre plantas y 100 cm entre surcos para obtener una densidad de 66666 plantas/ha.

3.3 Materiales y equipo utilizados.

Material:

- Acolchado plástico en colores plata, blanco y negro, con un ancho de 1.2 m y 37 μ de grosor
- Cinta de riego marca T-Tape con una distancia entre goteros de 30 cm y un gasto de 0.9 l/hr
- Cinta métrica
- Vernier
- Tijeras
- Bolsas de papel

Equipo:

- Medidor de área foliar Licor Modelo 3100
- Estufa de secado
- Medidor de clorofila Minolta Spad 502

- Medidor de clorofila Field Scout CM 1000
- Balanza analítica
- Bomba de mochila manual

Sustancias:

- Extracto de algas marinas (Algaenzims^{MR})
- Polvo coloidal de algas marinas
- Polímero
- Fertilizantes

3.4. Diseño experimental

El presente trabajo se estableció bajo un diseño de bloques al azar con dos factores de estudio, el factor A (aplicación de derivados de algas marinas) con 4 niveles y el factor B (colores de acolchado) con 4 niveles también, dando un total de 16 tratamientos, se realizaron 4 repeticiones por tratamiento, lo que nos originó 64 unidades experimentales. Se manejo el experimento en un arreglo de parcelas subdivididas, donde la parcela mayor estaba indicada por el factor A, la parcela mediana por el factor B y la parcela menor por cada repetición.

Los datos se analizaron en el sistema SAS versión 9.0 utilizando la prueba de comparación de medias de diferencia mínima significativa (*DMS*).

3.5. Descripción de los niveles

Factor A: aplicación de derivados de algas marinas

A₁ = sin aplicación de algas marinas

A₂ = aplicación de polvos coloidales de algas marinas la semilla

A₃ = aplicación foliar de algaenzims

A₄ = aplicación de de polvos coloidales a la semilla + aplicación foliar de algaenzims

Factor B: colores de acolchado

B_1 = sin acolchado

B_2 = acolchado plata

B_3 = acolchado blanco

B_4 = acolchado negro

Esto nos originó un total de 16 tratamientos que se describen en el cuadro no.1.

Cuadro no.1 Descripción de tratamientos

Tratamiento	Aplicación de algas marinas	Color de acolchado
1	Sin aplicación	Sin acolchado
2	Sin aplicación	Plata
3	Sin aplicación	Blanco
4	Sin aplicación	Negro
5	Aplicación a la semilla	Sin acolchado
6	Aplicación a la semilla	Plata
7	Aplicación a la semilla	Blanco
8	Aplicación a la semilla	Negro
9	Aplicación foliar	Sin acolchado
10	Aplicación foliar	Plata
11	Aplicación foliar	Blanco
12	Aplicación foliar	Negro
13	Aplicación a la semilla + aplicación foliar	Sin acolchado
14	Aplicación a la semilla + aplicación foliar	Plata
15	Aplicación a la semilla + aplicación foliar	Blanco
16	Aplicación a la semilla + aplicación foliar	Negro

3.6. Modelo experimental

$$Y_{ij} = A + B_i + C_j + E_{ij}.$$

Donde:

A : efecto verdadero de la media general.

B_i : efecto del i-ésimo del tratamiento.

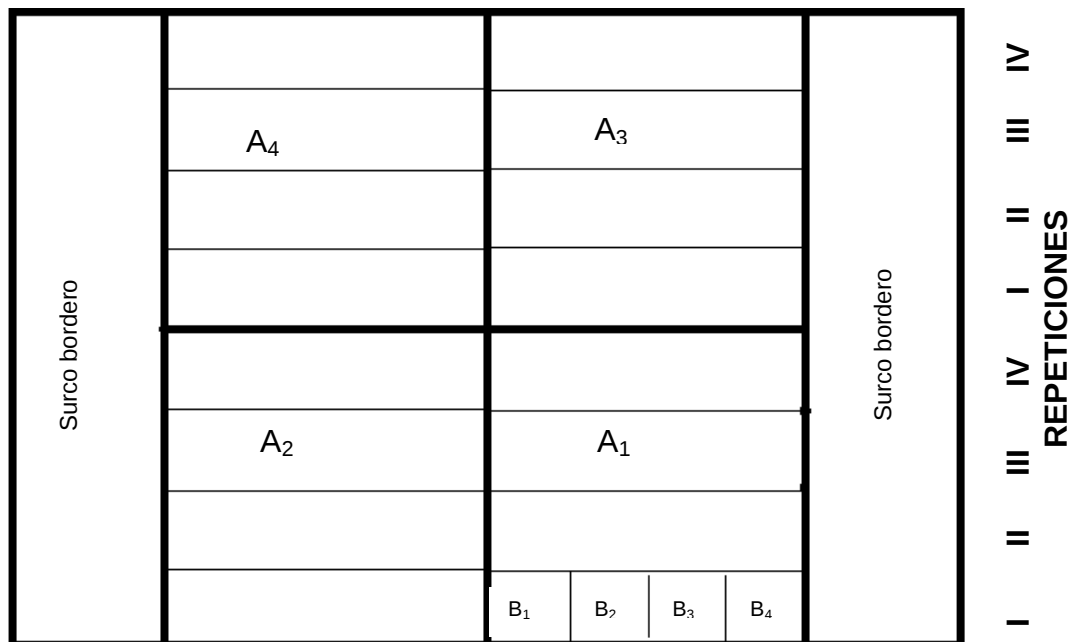
C_j : efecto verdadero de j-ésimo de repetición.

E_{ij} : efecto verdadero del error experimental.

3.7. Tamaño de la parcela experimental

La superficie donde se estableció el experimento fue de 320 m^2 , cada unidad experimental consistió en un área de 3.6 m^2 con un distanciamiento de 40 cm entre bloques.

3.8. Croquis del sitio experimental



3.9. Trabajos de campo

3.9.1. Preparación del terreno

Se realizó un barbecho profundo posteriormente se paso la rastra y finalmente se nivelo, para posteriormente realizar el trazo de surcos a una distancia de 1 m y después se llevo a cabo la instalación de la cinta de riego y la colocación del acolchado plástico.

3.9.2. Fertilización

Se utilizó una dosis de fertilización de fondo de 120-60-60, la cual se aplicó antes de la siembra. Los fertilizantes utilizados fueron triple 17 (17-17-17) y urea (46-00-00).

3.9.3. Aplicación de algas marinas a la semilla

Se aplicó el polvo coloidal de algas marinas a la semilla, utilizando la siguiente metodología: primero se procedió a adherir el polímero a la semilla y de ahí se embebió en el polvo coloidal durante dos horas, posteriormente se llevó a campo para la siembra.

3.9.4. Siembra

Se realizó el 29 de abril, de forma manual, y cuando el terreno se encontraba e capacidad de campo.

3.9.5. Riego

Se aplicó cada tercer día un riego por goteo durante 2 horas con un volumen de agua por riego de 1926 l, aplicando un promedio de 0.9 l por planta.

3.9.6 Aplicación foliar de Algaenzims^{MR}

La aplicación foliar del producto Algaenzims^{MR} se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura de 50 cm aproximadamente, manejando una dosis de 2lt/ha, para dicha aplicación se utilizó una bomba de mochila de 20 l agregando 133 ml del producto Algaenzims^{MR}.

3.10 Variables evaluadas

En el caso de las variables en las que se realizaron dos muestreos, el primer muestreo se realizó cuando la planta tenía una edad de 107 días, el segundo muestreo se realizó al momento de la cosecha, cuando la planta tenía una edad de 157 días.

3.10.1 Altura de planta

Para la evaluación de este parámetro, se realizaron dos mediciones el 15 de agosto y el 4 de octubre, se utilizó una cinta métrica midiendo 1 planta por parcela y determinando la altura de la planta desde la base del tallo hasta la hoja bandera.

3.10.2. Diámetro de tallo

Se tomaron 2 muestreos el 15 de agosto y el 4 de octubre, mediante un vernier digital, se midió el tallo de una planta por parcela experimental.

3.10.3. Peso fresco

Para la evaluación de esta variable, se empleó el siguiente procedimiento, se tomó una planta por parcela elegidas al azar, posterior a eso se cortaron en trozos pequeños y se acomodaron en bolsas de papel después de esto se determinó el peso de cada muestra mediante una balanza analítica. Los muestreos se realizaron el 15 de agosto y el 4 de octubre.

3.10.4. Materia seca

Para la evaluación de esta variable, se empleo el siguiente procedimiento, se tomó una planta por parcela elegidas al azar, posterior a eso se cortaron en trozos pequeños y se acomodaron en bolsas de papel y se metieron a la estufa a 78°C, donde permanecieron hasta que estuvieran en peso constante, después de esto se determinó el peso de cada muestra mediante una balanza analítica. Los muestreos se realizaron el 15 de agosto y el 4 de octubre.

3.10.45. Porcentaje de acame

Se realizaron dos muestreos el 15 de agosto y el 4 de octubre contando todas las plantas de cada parcela que se encontraban acamadas

3.10.6. Contenido de clorofila

Para la medición de esta variable se utilizaron dos equipos de medición de clorofila: Minolta Spad 502 y Field Scout CM 1000. Se tomaron lecturas en la tercera hoja, muestreando una planta por parcela. La medición fue llevada a cabo el 15 de agosto.

3.10.7. Componentes de rendimiento

La cosecha se realizó el 4 de octubre, y se midieron los distintos componentes de rendimiento, los cuales se describen a continuación.

Longitud de mazorca: se midió la longitud de una mazorca por parcela utilizando una regla graduada.

Diámetro de mazorca: se midió el diámetro en la base de la mazorca utilizando un vernier.

Número de carreras: se contaron el número de carreras de una mazorca por parcela experimental.

Número de granos por carrera: se contaron el número de granos por carrera de una mazorca por unidad experimental.

Peso de cien semillas: se tomaron cien semillas de cada parcela cosechada y se tomo su peso con una balanza analítica.

Peso hectolítrico: se tomo una muestra representativa del grano cosechado de cada parcela y se lleno un recipiente de un litro, posteriormente se peso éste y los datos obtenidos se extrapolaron a 100 litros

3.10.7. Rendimiento

Para la evaluación de esta variable, se cosecharon todas las plantas de cada parcela experimental, se peso el grano de cada parcela y se les midió el contenido de humedad con un determinador de humedad eléctrico (Motomco), el contenido de humedad fue de 13.6 %. Posteriormente se ajustó el rendimiento mediante la fórmula de Iowa:

$$\text{Rendimiento} = \text{peso de cosecha} \times \frac{H - 0.3M}{H - M}$$

Donde:

H = número de plantas que debería tener la unidad experimental.

M = número de plantas perdidas.

0.3 = coeficiente

Una vez realizado esto los resultados se ajustaron a una humedad del 13%, y el rendimiento obtenido se extrapola a 1 hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta la significancia y los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables fenológicas, contenido de clorofila y

FV	GL	ALT	ALT2	DT1	DT2	AF	MS1	MS2	SPAD	FIEL SCOUT	ACAME 1	ACAME 2
TRAT	15	950.42**	645.54*	4.22	15.84**	2464902.12	4416.44	19982.45*	16.82	2667.05**	3380.96**	3506.51**
REP	3	702.89*	656.89	12.19	4.72	1517686.49	660.80	18117.87	35.71*	1208.87*	730.58*	751.40*
ERROR	45	240.98	266.97	4.69	4.18	1673756.5	4645.89	9726.43	10.01	427.71	255.21	275.32
C.V		5.501	5.743	7.21	6.98	13.09	18.78	21.80	5.93	11.61	59.92	52.99
MEDIA		282.17	284.48	30.01	29.28	9876.97	362.79	452.31	53.30	178.06	26.65	31.30

porcentaje de acame de la evaluación de los 16 tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia de las variables fenológicas, contenido de clorofila y porcentaje de acame para los 16 tratamientos evaluados

GL. Grados de libertad, ALT: altura 1er muestreo, ALT2: altura 2do muestreo, DT1: diámetro de tallo 1er muestreo, DT2: diámetro de tallo 2do muestreo, MS1: materia seca 1er muestreo, MS2: materia seca 2do muestreo, C.V. Coeficiente de variación, * diferencias significativas, ** diferencias altamente significativas

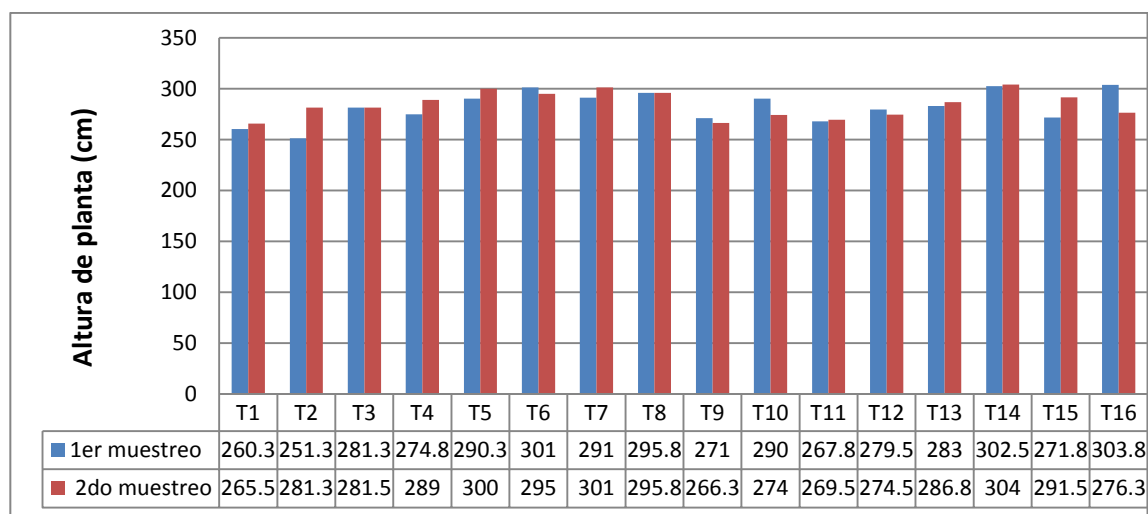
4.1. Variables fenológicas

4.1.1. Altura de planta

De acuerdo al análisis estadístico (cuadro 2) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en ambos muestreos, para esta variable.

En el primer muestreo el mejor tratamiento fue el 16 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar, con acolchado negro) con un incremento en la altura de 43.5 cm, con respecto al testigo; seguido por el tratamiento 14 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar, con acolchado metálico) con un incremento de 42.2 cm; los tratamientos con menor altura fueron el 2 (sin aplicación de algas marinas, con acolchado metalizado) con una media de 251.25 cm y el tratamiento 1 (sin aplicación de algas marinas y sin acolchado) con una altura de 260.25 cm. Para el segundo muestreo el mejor tratamiento fue el 14 con un incremento de 38.5 cm, respecto al testigo; seguido por el tratamiento 7 (aplicación de algas marinas a la semilla, con acolchado blanco) con una altura de 301 cm y el tratamiento 5 (aplicación de algas marinas a la semilla, sin acolchado) con una altura de 300 cm, por otra parte el peor tratamiento fue el 1 (testigo) con una altura promedio de 265.6 cm (cuadro 3).

Figura 1. Altura de planta en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.



Cuadro 3. Comparación de medias para la variable de altura en cm, en dos fechas de muestreo.

TRATAMIENTO	MEDIAS 1 ^o M		MEDIAS 2 ^o M	
1	260.25	GH	265.5	E
2	251.25	H	281.25	ABCDE
3	281.25	BCDEFG	281.5	ABCDE
4	274.75	DEFG	289	ABCD
5	290.25	ABCDE	300	A
6	301	ABC	295	AB
7	291	ABCDE	301	A
8	295.75	ABCD	295.75	AB
9	271	FGH	266.25	DE
10	290	ABCDE	274	BCDE
11	267.75	FGH	269.5	CDE
12	279.5	CDEFG	274.5	BCDE
13	283	ABCDEF	286.75	ABCDE
14	302.5	AB	304	A
15	271.75	FGH	291.5	ABC
16	303.75	A	276.25	BCDE

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 22.108, 23.271

4.1.2. Diámetro de tallo

Como se puede observar en la figura 2, para esta variable la mayor diferenciación entre los tratamientos se observó en el segundo muestreo. Sin embargo, en los dos muestreos realizados los tratamientos 1, 5, 9, 13 correspondientes al nivel B₁ (sin acolchado) son los tratamientos que presentaron el menor diámetro. Por otra parte los tratamientos que tuvieron los mayores diámetros de tallo corresponden a los niveles B₂ (acolchado plata) y B₄ (acolchado negro).

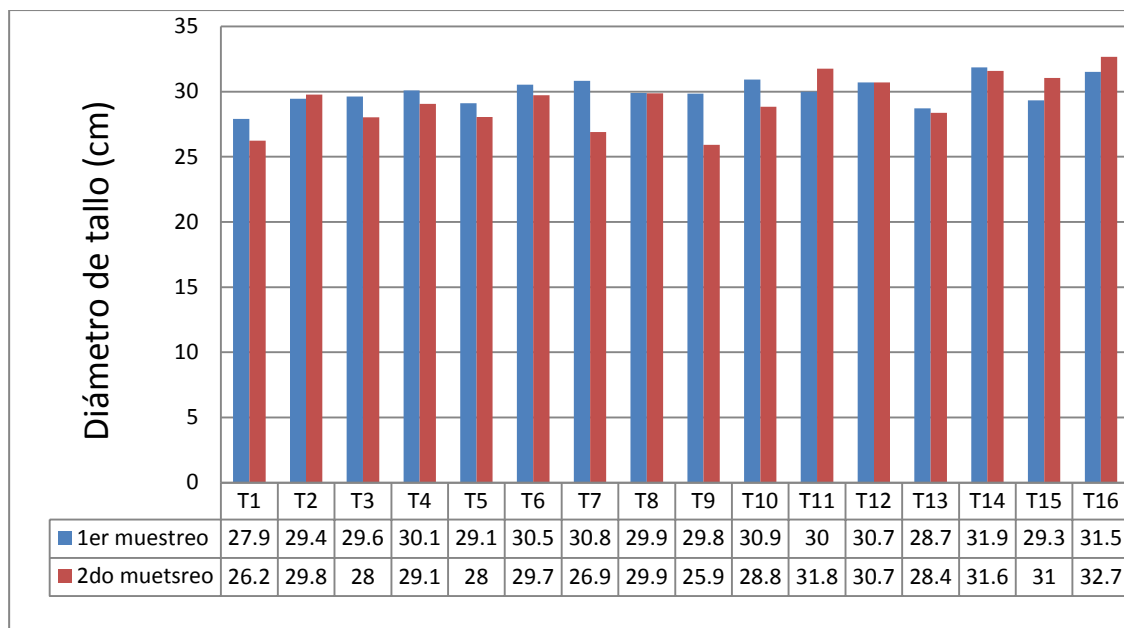


Figura 2. Diámetro de tallo en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

De acuerdo al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, en los dos muestreos realizados, con un coeficiente de variación de 7.2 y 6.9 respectivamente (cuadro 2). Al realizar la prueba de medias (cuadro 4) los mejores tratamientos fueron el 14 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar, con acolchado plata), seguido por el 16 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar, con acolchado negro), dichos tratamientos se ubicaron en el primer grupo de significancia en ambos muestreos, los peores tratamientos fueron el 1, seguido 9, 5 13 y que se ubicaron en el último grupo de significancia en ambos muestreos realizados, estos tratamientos, como ya se mencionó corresponden al nivel B₁ (sin acolchado) pero con diferente tipo de aplicación de algas marinas.

Cuadro 4. Comparación de medias para la variable de diámetro de tallo en mm, en dos fechas de muestreo.

TRATAMIENTO	MEDIAS 1 ^o M		MEDIAS 2 ^o M	
1	27.909	C	26.238	GH
2	29.444	ABC	29.768	ABCDEF
3	29.621	ABC	28.018	EFGH
4	30.079	ABC	29.064	BCDEFGH
5	29.099	ABC	28.049	EFGH
6	30.533	ABC	29.721	BCDEF
7	30.823	ABC	26.898	FGH
8	29.884	ABC	29.879	ABCDE
9	29.845	ABC	25.908	H
10	30.923	ABC	28.83	CDEFG
11	29.995	ABC	31.77	AB
12	30.699	ABC	30.691	ABCDE
13	28.703	BC	28.359	DEFGH
14	31.853	A	31.594	ABC
15	29.335	ABC	31.044	ABCD
16	31.516	AB	32.663	A

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 3.0854, 2.9131

4.1.3. Área foliar

Como se puede observar en la figura 3 los tratamientos 5 (aplicación de algas marinas a la semilla, sin acolchado) el 10 (aplicación foliar, con acolchado plata) el 12 (aplicación foliar, con acolchado negro) el 14 (aplicación a la semilla y foliar, con acolchado plata) y el tratamiento 16 (aplicación a la semilla y foliar, con acolchado negro) tuvieron un área foliar superior a los 10,000 cm². Los demás tratamientos presentaron un área foliar entre 9,000 y 10,000 cm², con excepción del tratamiento 7 (aplicación a la semilla, con acolchado blanco) que presentó un área foliar de 8375 cm².

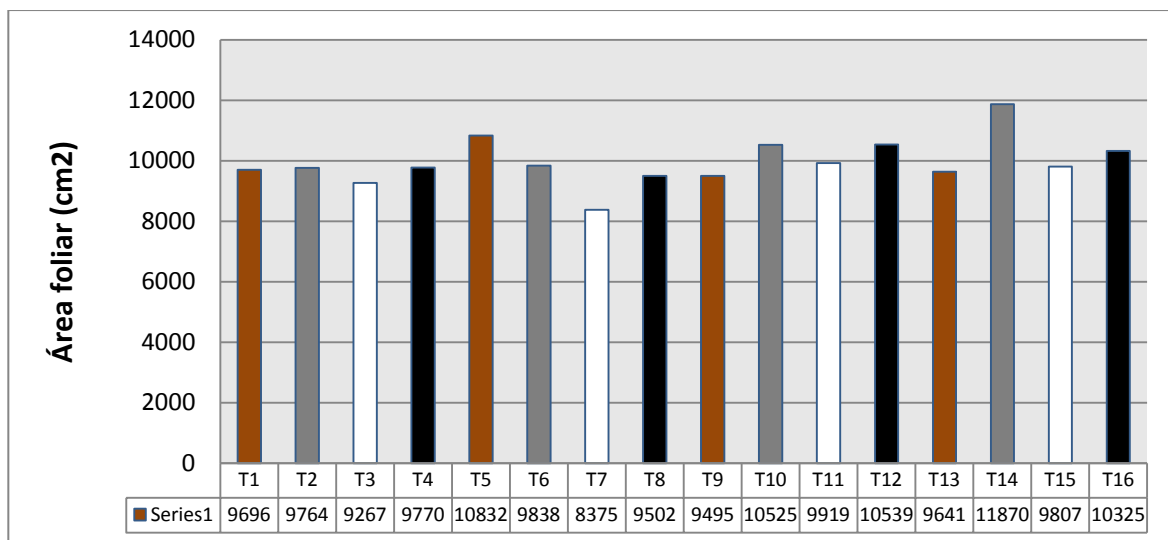


Figura 3. Área foliar en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

De acuerdo al análisis estadístico existen diferencias significativas entre tratamientos para la variable de área foliar, con un coeficiente de variación de 11.19 (cuadro 2). Como se observa en la prueba de medias (cuadro 5) el mejor tratamiento fue el 14 con un incremento de 22.4 %, respecto al testigo; seguido por los tratamientos 5, 12, 10, y 16 estadísticamente iguales entre sí, el peor tratamiento fue el 7 con un valor de área foliar de 8375 cm².

Cuadro 5. Comparación de medias para la variable de área foliar en cm².

TRATAMIENTO	MEDIAS	
14	11869.8	A
5	10831.7	AB
12	10538.9	AB
10	10524.6	AB
16	10324.8	AB
11	9918.8	BC
6	9837.9	BC
15	9806.8	BC
4	9770.0	BC
2	9763.7	BC
1	9696.2	BC
13	9640.8	BC
8	9502.0	BC
9	9494.6	BC
3	9267.3	BC
7	8374.7	C

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 1842.5

4.1.4. Peso Fresco

Como se puede observar en la figura los tratamientos que presentaron un mayor peso fresco, en el primer muestreo fueron el tratamiento 12, seguido por el 14, 10, 11, y 16, los tratamientos 10, 11 y 12, corresponden al nivel A₃ (aplicación foliar de algaenzims), y los tratamientos 14 y 16 corresponden al nivel A₄ (aplicación foliar de algaenzims + aplicación a la semilla). Para el segundo muestreo los mejores tratamientos fueron el tratamiento 14, seguido por el 5 y el 16. En ambos muestreos los tratamientos más bajos fueron el tratamiento 1 (testigo) y el tratamiento 2 (acolchado plata, sin aplicación de algas marinas).

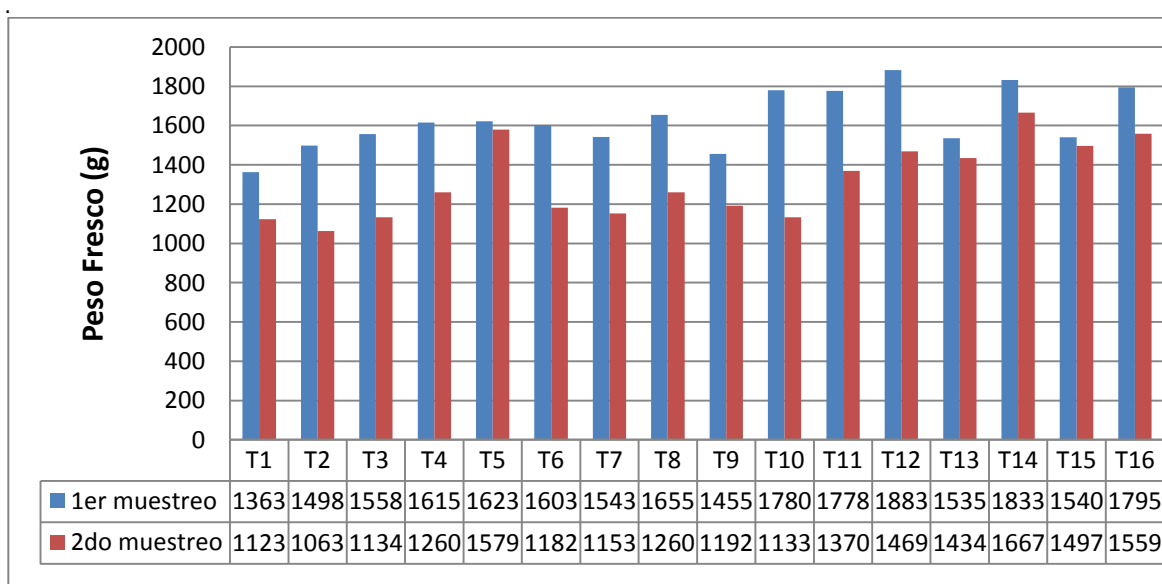


Figura 4. Peso fresco en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas

De acuerdo al análisis estadístico (cuadro 2) para el primer muestreo no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, la mayor diferenciación se notó en el segundo muestreo donde si se observaron diferencias significativas, Como se puede observar en la prueba de medias (cuadro 6) , en el segundo muestreo el mejor tratamiento fue el 14 que presento un incremento del 48. 3% en el peso fresco, con respecto al testigo; seguido por el tratamiento 5 con un incremento de 40.5 %, y el tratamiento 16 con un incremento de 41.4 %.

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable de peso fresco de planta en gramos, en las dos fechas de muestreo

TRATAMIENTO	MEDIAS 1 M		MEDIAS 2 M	
1	1362.5	D	1123.3	DE
2	1497.5	BCD	1062.8	E
3	1557.5	ABCD	1133.8	DE
4	1615	ABCD	1260	BCDE
5	1622.5	ABCD	1579	AB
6	1602.5	ABCD	1181.5	CDE
7	1542.5	ABCD	1152.5	DE
8	1655	ABCD	1259.8	BCDE
9	1455	CD	1192.3	BCDE
10	1780	ABC	1133	DE
11	1777.5	ABC	1369.8	ABCDE
12	1882.5	A	1468.8	ABCD
13	1535	BCD	1434	ABCDE
14	1832.5	AB	1666.5	A
15	1540	ABCD	1496.5	ABCD
16	1795	ABC	1558.8	ABC

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

*: Diferencias significativas. DMS: 346.41, 396.44

4.1.5. Materia seca

De acuerdo al análisis de varianza realizado en el primer muestreo no existen diferencias significativas entre tratamientos, a diferencia del segundo muestreo donde si se observaron diferencias significativas entre tratamientos (cuadro 2), en ambos muestreos el mejor tratamiento fue el 14 (aplicación de algas marinas a la semilla + foliar, con acolchado metalizado) que presentó un incremento en el contenido de materia seca de 43.8 % y 69.2%, respectivamente. Por otra parte el tratamiento que obtuvo el menor contenido de materia seca, en ambos muestreos, fue el tratamiento 1 (testigo) con una media de 309.5 y 331 respectivamente.

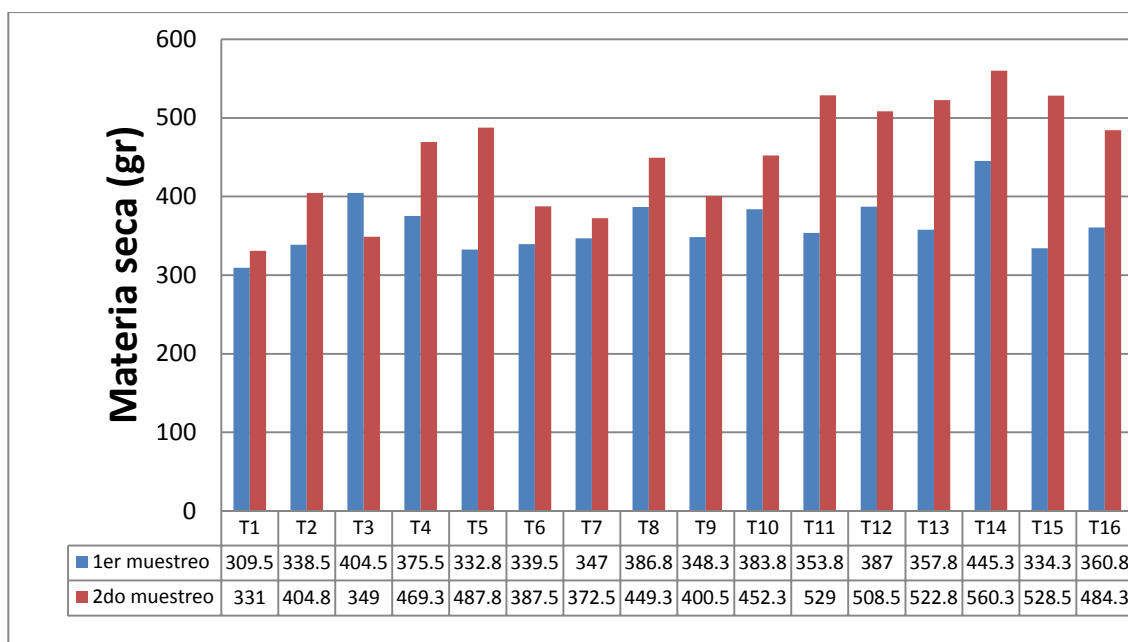


Figura 5. Contenido de materia seca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

Cuadro 7. Comparación de medias para la variable de materia seca en dos fechas de muestreo.

TRATAMIENTO	MEDIAS 1º M		MEDIAS 2º M	
1	309.5	B	331	F
2	338.5	B	404.75	BCDEF
3	404.5	AB	349	EF
4	375.5	AB	469.25	ABCDEF
5	332.75	B	487.75	ABCDE
6	339.5	B	387.5	CDEF
7	347	B	372.5	DEF
8	386.75	AB	449.25	ABCDEF
9	348.25	AB	400.5	BCDEF
10	383.75	AB	452.25	ABCDEF
11	353.75	AB	529	AB
12	387	AB	508.5	ABCD
13	357.75	AB	522.75	ABC
14	445.25	A	560.25	A
15	334.25	B	528.5	AB
16	360.75	AB	484.25	ABCDE

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 99.074, 140.46

4.2 Contenido de clorofila

Como se puede observar en la figura 5, los tratamientos 1, 2, 3 y 4 son los que presentaron el menor contenido de clorofila, dichos tratamientos corresponden al nivel A₁ (sin aplicación de algas marinas, por otra parte podemos ver también que los tratamientos 10, 11 y 12 correspondientes al nivel A₃ (aplicación foliar de algas marinas) son los que presentaron el mayor contenido de clorofila.

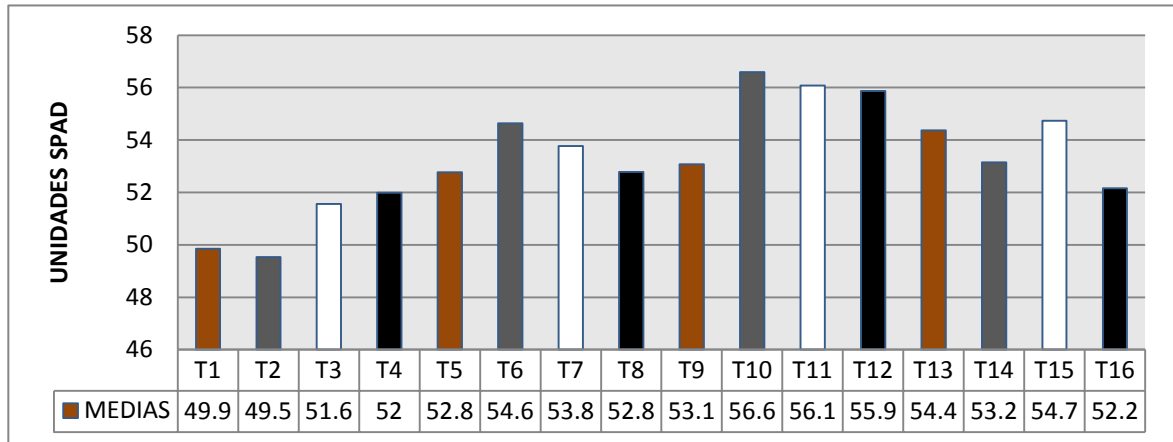


Figura 6. Contenido de clorofila en el cultivo de maíz, en unidades spad, bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

De acuerdo al análisis estadístico se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en las mediciones realizadas por los dos equipos para el contenido de clorofila (Cuadro 2). Sin embargo, como se puede observar en la prueba de medias (Cuadro 7) no existe relación en las lecturas tomadas por el equipo field scout y minolta spad, posiblemente esto se deba al manejo del equipo field scout, ya que sus mediciones pueden ser alteradas por distintas condiciones.

En lo que respecta a las mediciones tomadas por el equipo minolta spad, podemos ver, que el mejor tratamiento fue el 10, seguido por el 11, y el 12, dichos tratamientos corresponden a la aplicación de algas marinas foliarmente, pero en acolchado plata, blanco y negro, respectivamente. Por otra parte, los tratamientos con el menor contenido de clorofila fueron el 2 (sin aplicación de algas marinas, en acolchado plata) y el 1 (sin aplicación de algas marinas, sin acolchado)

Cuadro 8. Comparación de medias para la variable de contenido de clorofila, realizada por los dos equipos de medición: Spad y Field Scout.

TRATAMIENTO	SPAD		SPECTRUM	
1	49.85	D	221	A
2	49.538	D	185.25	BC
3	51.563	CD	189.75	BC
4	51.988	BCD	180.75	BCD
5	52.763	ABCD	189	BC
6	54.638	ABC	167.5	CDE
7	53.775	ABCD	142.25	EF
8	52.775	ABCD	151.75	EDEF
9	53.075	ABCD	186.25	BC
10	56.588	A	195	ABC
11	56.075	AB	209	ABC
12	55.875	ABC	192.75	ABC
13	54.363	ABC	195.5	ABC
14	53.15	ABCD	175.5	CD
15	54.738	ABC	131.25	F
16	52.163	ABCD	136.5	F

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 4.506, 29.459

4.3. Porcentaje de acame

Como se puede observar en la figura 6 los tratamientos 14, 15 y 16 se encuentran entre los tratamientos que presentaron menor porcentaje de acame, dichos tratamientos corresponden al nivel A₄ (aplicación de algas marinas a semilla + foliar) con diferente color de acolchado; los tratamientos 2, 3 y 4 correspondientes al nivel B₁ (sin aplicación de algas marinas) con diferente color de acolchado se encuentran entre los tratamientos que presentaron el mayor porcentaje de acame. En lo que respecta al nivel B se puede observar que los tratamientos sin acolchado, presentaron un porcentaje de acame muy bajo.

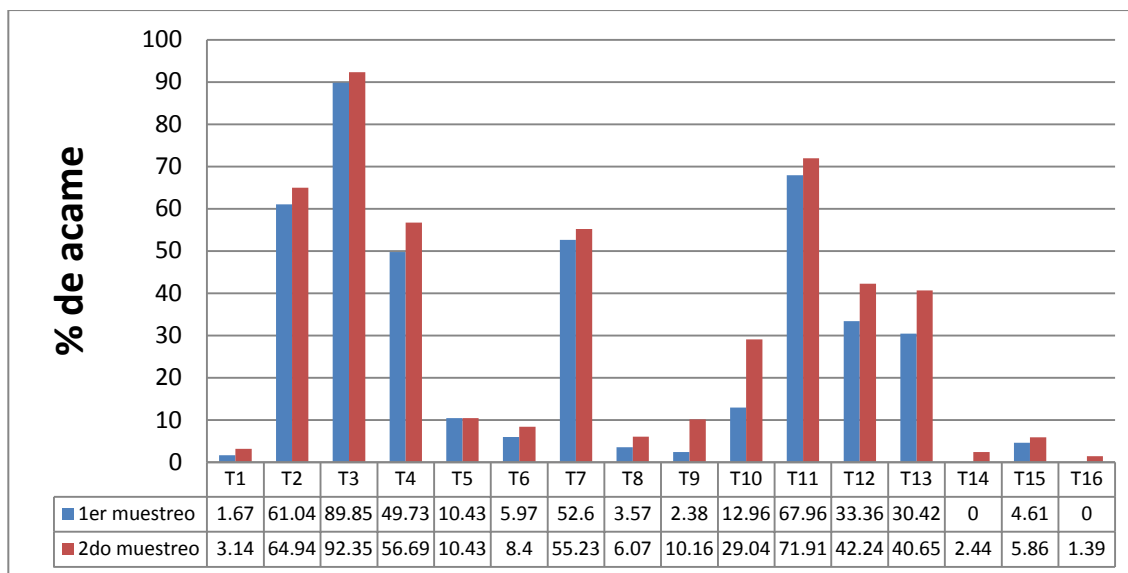


Figura 7. Porcentaje de acame en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

De acuerdo al análisis estadístico se observaron diferencias altamente significativas, entre tratamientos, para el porcentaje de acame (cuadro 2). Al realizar la prueba de medias (Cuadro 8) podemos observar que los mejores tratamientos fueron el 1 (sin aplicación de algas marinas y sin acolchado), así como, el 14, 15 y 16, estos tres tratamientos corresponden a la aplicación de algas marinas a la semilla + foliar, pero en acolchado en color plata, blanco y negro respectivamente. Por otra parte los peores tratamientos fueron el 3 (sin aplicación de algas marinas, en acolchado blanco) y el 11 (aplicación de algas marinas foliar, en acolchado blanco) dichos tratamientos se encuentran en el primer grupo de significancia en ambos muestreos, ya que presentaron el mayor porcentaje de acame.

Cuadro 9. Comparación de medias para la variable de % de acame en las dos fechas de muestreo.

TRATAMIENTO	MEDIAS 1 ^o M		MEDIAS 2 ^o M	
1	1.67	F	3.14	G
2	61.04	B	64.94	BC
3	89.85	A	92.35	A
4	49.73	BC	56.69	BCD
5	10.43	EF	10.43	FG
6	5.97	F	8.4	FG
7	52.6	BC	55.23	BCD
8	3.57	F	6.07	FG
9	2.38	F	10.16	FG
10	12.96	DEF	29.04	EF
11	67.96	AB	71.91	AB
12	33.36	CD	42.24	CDE
13	30.42	CDE	40.65	DE
14	0	F	2.44	G
15	4.61	F	5.86	FG
16	0	F	1.39	G

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 22.752, 23.631

4.4. Componentes de rendimiento

A continuación se presenta la significancia y los cuadrados medios de los análisis de varianza para los componentes de rendimiento y rendimiento final de la evaluación de los 16 tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 10. Cuadrados medios y significancia de los componentes de rendimiento y rendimiento final de los 16 tratamientos evaluados

FV	GL	DM	LM	NC	GxC	PCS	PH	%OLETE	REND
TRAT	15	15.13*	8.35**	2.30	39.71*	33.85**	63.43**	2.64**	28.98**
REP	3	17.88	0.783	3.87	26.09	3.58	9.211	0.182	2.85
ERROR	45	7.43	3.06	2.28	18.36	6.43	18.01	0.894	6.94
C.V.		5.14	9.92	10.33	9.79	7.51	1.66	6.93	29.67
MEDIA		52.98	17.64	14.62	43.73	33.76	80.58	13.63	8.87

GL: grados de libertad, LM: longitud de mazorca, DM: diámetro e mazorca, NC: número de carreras, GxC: granos por carrera, PCS: peso de cien semillas, PH: peso hectolítrico, REND: rendimiento final, C.V. coeficiente de variación, *diferencias significativas, ** diferencias altamente significativas.

Diámetro de mazorca

Como se observa en la figura el tratamiento 14 fue el que presentó el mayor diámetro de mazorca correspondiente al acolchado plata y la aplicación de algas marinas a semilla + foliar, seguido por el tratamiento 10 correspondiente también al acolchado plata y la aplicación foliar de algaenzims, por su parte el tratamiento con menor diámetro de mazorca fue el número 3, el cual corresponde al acolchado blanco y sin aplicación de algas marinas.

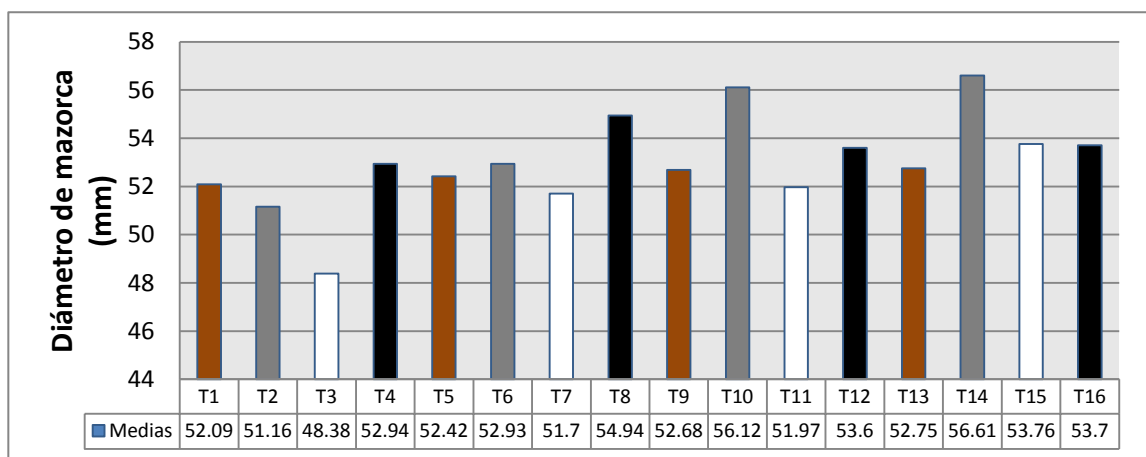


Figura 8. Diámetro de mazorca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, arrojando un coeficiente de variación de 5.14 (Cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 10) el tratamiento superior fue el 14 con una media de 56.605 mm seguido por los tratamientos 10, 8, 15, 16, 12, 4, 6, y 13 estadísticamente iguales entre si, por su parte el peor tratamiento fue el número 3. Se puede observar también que los tratamientos correspondientes el nivel A₁ (sin aplicación de algas marinas) fueron de los tratamientos que presentaron valores más bajos con excepción del tratamiento 4 correspondiente al acolchado negro, que obtuvo una media de 52.94 mm.

Cuadro 11. Comparación de medias para la variable de diámetro de mazorca en mm.

TRATAMIENTO	MEDIAS	
14	56.605	A
10	56.115	ABC
8	54.943	ABC
15	53.76	ABC
16	53.703	ABC
12	53.6	ABC
4	52.943	ABC
6	52.933	ABC
13	52.748	ABC
9	52.678	BC
5	52.415	BC
1	52.093	CD
11	51.968	CD
7	51.698	CD
2	51.158	CD
3	48.378	D

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 3.8842

Largo de mazorca

Podemos ver en la figura 8 que los tratamientos que presentaron mayor de longitud de mazorca son el 14 (aplicación de algas marinas foliar + semilla en acolchado plata) seguido por el 13 (aplicación de algas marinas foliar + semilla, sin acolchado) y el 15 (aplicación de algas marinas foliar + semilla), dichos tratamientos corresponden al nivel A₄ (aplicación de algas marinas foliar + semilla).

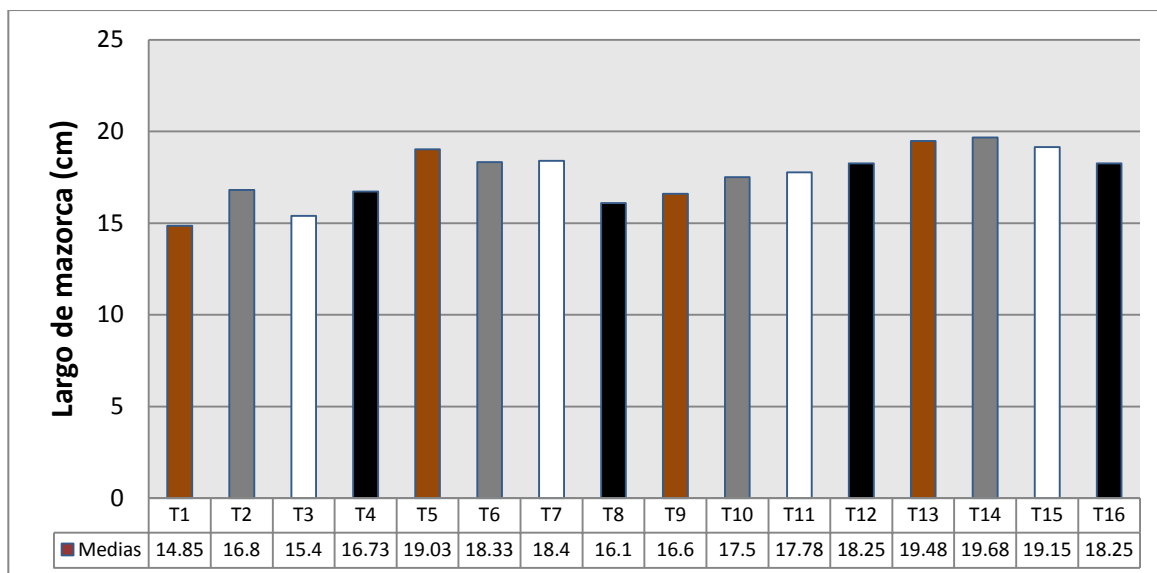


Figura 9. Longitud de mazorca en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza indicó que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 9.92 (cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 11), los tratamientos superiores fueron el 14 y 13 los cuales presentaron una media de 19.675 y 19.475 cm respectivamente, seguidos por el tratamiento 15 con una media de 19.15 cm, por otra parte el peor tratamiento fue el número 1 (sin aplicación de algas marinas ni acolchado) con una media de de 14.85 cm.

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable de longitud de mazorca en cm

TRATAMIENTO	MEDIAS
14	19.675 A
13	19.475 A
15	19.15 AB
5	19.025 ABC
7	18.4 ABCD
6	18.325 ABCD
12	18.25 ABCD
16	18.25 ABCD
11	17.775 ABCDE
10	17.5 ABCDE
2	16.8 BCDEF
4	16.725 BCDEF
9	16.6 CDEF
8	16.1 DEF

3	15.4	EF
1	14.85	F

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 2.4932

Número de carreras

Para la variable de número de carreras, el análisis de varianza indicó que no existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 10.33. Sin embargo en la figura 9 podemos ver que los tratamientos 8 (aplicación de algas marinas a semilla en acolchado negro) y 10 (aplicación de algaenzims foliar en acolchado plata) presentaron el mayor número de carreras con una media de 16, los tratamientos que obtuvieron los valores más bajos fueron el 11 (aplicación foliar de algaenzims en acolchado blanco) y el 16 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar en acolchado negro) con una media de 13.5 careras

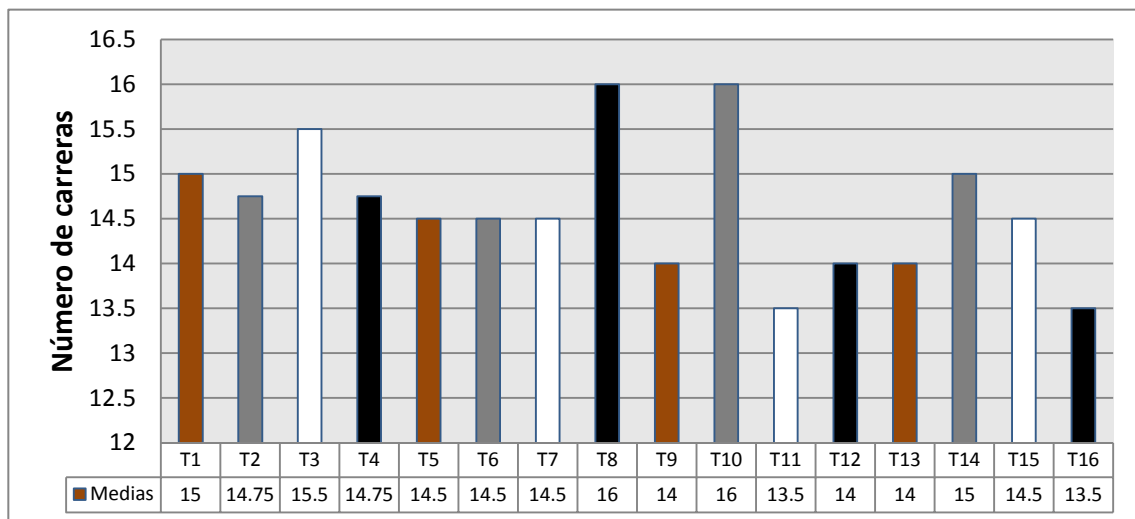


Figura 10. Número de carreras en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

Número de granos por carrera

Como se observa en la figura 10 los tratamientos con el mayor número de granos por carrera son los tratamientos 13 con una media de 47.5, seguido por el 14 con una media de 47 y el 15 con una media de 46.75, dichos tratamientos

corresponden al nivel A₄ (aplicación de algas marinas a semilla + foliar) con diferente color de acolchado: sin acolchado, plata y blanco, respectivamente.

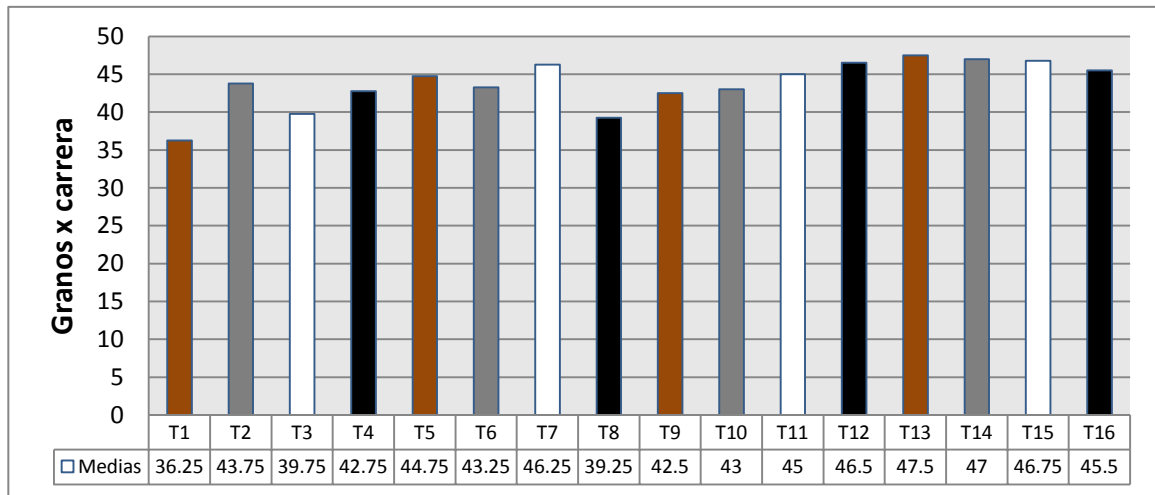


Figura 11. Número de granos por carrera en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza para esta variable indicó que existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 9.79 (cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 12) los mejores tratamientos fueron el 13, 14, 15, 12 y 7, como ya se mencionó arriba los tratamientos 13, 14 y 15 corresponden al nivel A₄ con diferente color de acolchado, el tratamiento 12 corresponde a la aplicación foliar de algaenzims y el acolchado en color negro, el tratamiento 7 a la aplicación a semilla y el acolchado blanco. Por otra parte el tratamiento que presento los valores más bajos fue el 1 (sin aplicación de algas marinas y sin acolchado) con una media de 36.25 granos por carrera, seguido por el tratamiento 8 (aplicación de algas marinas a la semilla y acolchado negro) con una media de 39.25 granos por carrera.

Cuadro 13. Comparación de medias para la variable de número de granos por carrera.

TRATAMIENTO	MEDIAS
13	47.5 A
14	47 A
15	46.75 A
12	46.5 A
7	46.25 A
16	45.5 ABC

11	45	ABC
5	44.75	ABC
2	43.75	ABC
6	43.25	ABC
10	43	ABC
4	42.75	ABC
9	42.5	ABC
3	39.75	BCD
8	39.25	CD
1	36.25	D

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 6.1034

Peso de cien semillas

En la figura 11 se observa que el tratamiento con el mayor peso de cien semillas fue el 14 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar y acolchado plata) con un peso promedio de 38.23 gr, el tratamiento con el peso más bajo fue el 3 (sin aplicación de algas marinas en acolchado blanco) con una media de 27.06 gr. Se puede observar también que los tratamientos 13, 14, 15 y 16 correspondientes al nivel A_4 , (aplicación de algas marinas a semilla + foliar) se encuentran entre los tratamientos que presentaron el mayor peso, y los tratamientos 1, 2, 3, y 4 correspondientes al nivel A_1 (sin aplicación de algas marinas) se encuentran entre los que presentaron los pesos más bajos.

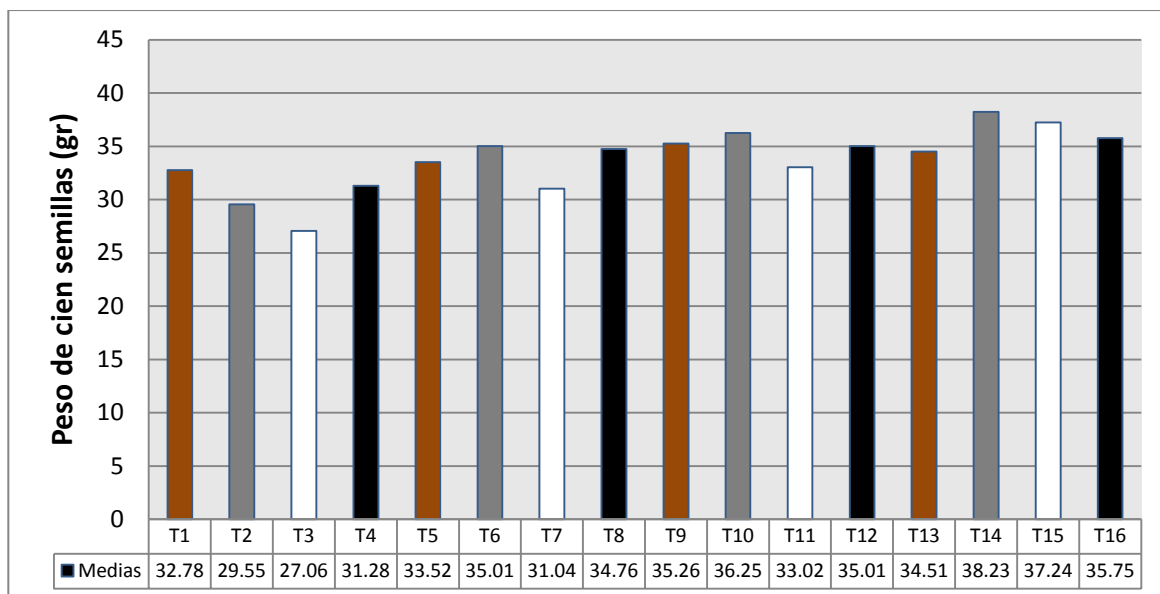


Figura 12. Peso de cien semillas en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza indico qué existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 7.51 (cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 13), el mejor tratamiento fue el numero 14, descrito ya arriba, con un peso de 38.23 gr, seguido por el tratamiento 15 (aplicación de algas marinas a semilla + foliar y acolchado blanco con un peso promedio de 37.24 gr. Por otra parte el peor tratamiento fue el 3 con una media de 27.063 seguido por el 2 con una media de 29.545, ambos tratamientos corresponden al nivel A₁ (sin aplicación de algas marinas).

Cuadro 14. Comparación de medias para la variable de peso de cien semillas.

TRATAMIENTO	MEDIAS
14	38.233 A
15	37.24 AB
10	36.25 ABC
16	35.753 ABC
9	35.255 ABC
6	35.008 ABC
12	35.008 ABC
8	34.758 ABCD
13	34.51 BCDE
5	33.518 CDE
11	33.023 CDEF

1	32.775	CDEF
4	31.283	DEF
7	31.035	EF
2	29.545	FG
3	27.063	G

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.

Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 3.614

Porcentaje de olote

Para esta variable podemos observar en la figura 12 que el mejor tratamiento fue el 3 (sin aplicación de algas marinas y con acolchado blanco) ya que fue el que presentó el menor porcentaje de olote con una media de 12.21%, seguido por los tratamientos 12, 13, y 15 correspondientes al nivel A₄ (aplicación de algas marinas a la semilla + foliar) y con el acolchado distinto: sin acolchado, acolchado metalizado y acolchado blanco respectivamente.

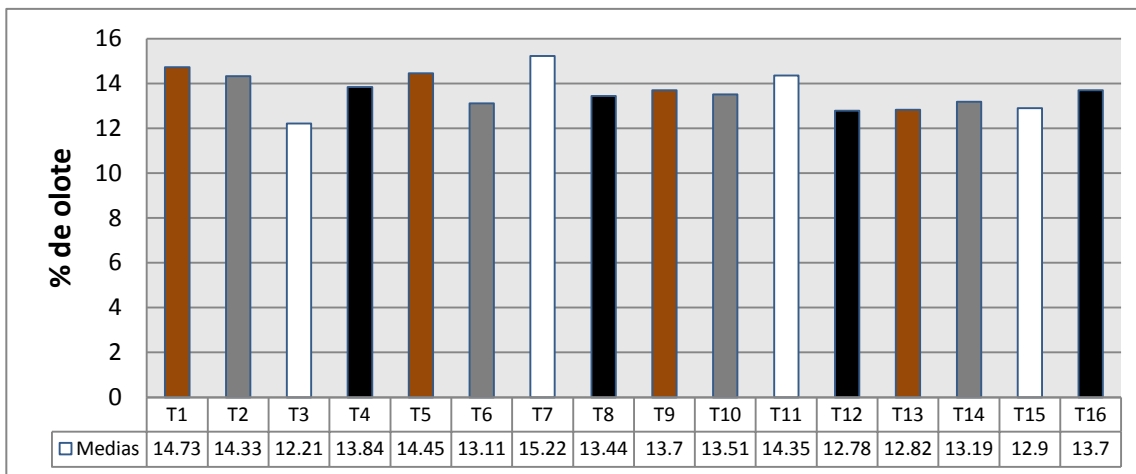


Figura 13. Porcentaje de olote en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza indica diferencias altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 6.93 (cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro no. 14), el tratamiento que presento mayor porcentaje de olote fue el tratamiento 7 (aplicación de algas marinas a la semilla, con acolchado blanco) con una media de 15.21% seguido por el tratamiento 1(sin aplicación de algas marinas y sin acolchado) con una media de 14.73). el tratamiento que presentó el menor \$porcentaje de olote, lo cual es una característica deseable, fue

el 3, con un valor de 12.21%, seguido por los tratamientos 12, 13 y 15 ya descritos anteriormente.

Cuadro 15. Comparación de medias para la variable de % de olote.

TRATAMIENTO	MEDIAS	
7	15.2175	A
1	14.73	AB
5	14.445	ABC
11	14.3475	ABC
2	14.3275	ABC
4	13.84	BCD
9	13.6975	BCD
16	13.695	BCD
10	13.505	BCDE
8	13.435	BCDE
14	13.185	CDE
6	13.1075	CDE
15	12.895	CE
13	12.8225	DE
12	12.7775	DE
3	12.21	E

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 1.3469

Peso hectolítrico

Como se observa en la figura 13 el tratamiento que presentó un mayor peso hectolítrico fue el tratamiento 6 (aplicación de algas marinas a la semilla, con acolchado metalizado) con una media de 82.1 kg/hl, por otra parte el tratamiento con el menor peso fue el 3 (sin aplicación de algas marinas, con acolchado blanco) con una media de 77.7 kg/hl. En lo que respecta al factor A, se observa que los tratamientos del nivel A₁(sin aplicación de algas marinas) presentaron valores bajos, con excepción del tratamiento 1, y los tratamientos del nivel A₄ (aplicación de algas marinas a la semilla + foliar) se encuentran entre los que presentaron los valores más altos.

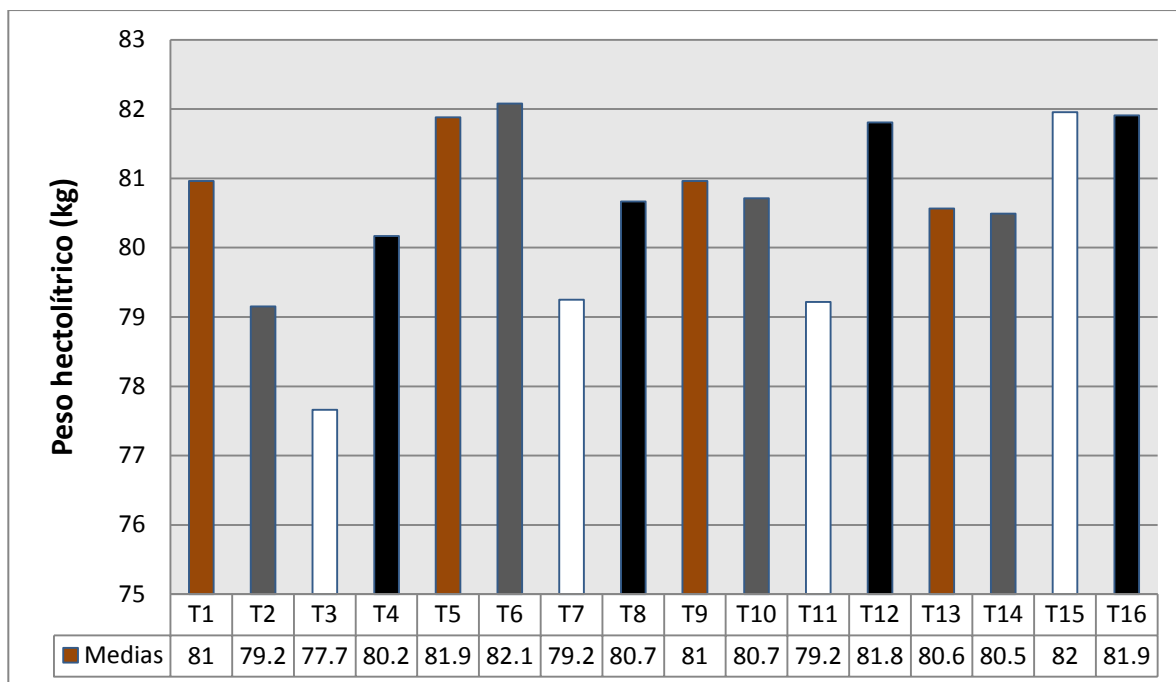


Figura 14. Peso hectolítrico en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

De acuerdo al análisis de varianza, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1.66 (cuadro 10). La prueba de medias realizada (cuadro 15) nos indica que el mejor tratamiento fue el 6 con una media de 82.08, seguido por los tratamientos 15, 16, 5 y 12 estadísticamente iguales entre sí, con una peso hectolítrico que va de 81.80 a 81.95, el peor tratamiento fue el 3 con una media de 77.66, seguido por el tratamiento con 79.15, el 11 con 79.21 y el 7 con 79.24.

Cuadro 16. Comparación de medias para la variable de peso hectolítrico.

TRATAMIENTO	MEDIAS	
6	82.08	A
15	81.95	AB
16	81.90	AB
5	81.88	AB
12	81.80	AB
1	80.96	ABC

9	80.96	ABC
10	80.71	ABC
8	80.66	ABC
13	80.56	ABC
14	80.49	ABC
4	80.16	BC
7	79.24	CD
11	79.21	CD
2	79.15	CD
3	77.66	D

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 1.9115

4.5. Rendimiento

En la figura 14 podemos observar que el tratamiento 16 (aplicación de algas marinas foliar + semilla, con acolchado negro) fue el que obtuvo el mejor rendimiento, el tratamiento con el rendimiento más bajo fue el 3 (sin aplicación de algas marinas, con acolchado blanco) en cuanto al nivel A podemos ver que el A₁ (sin aplicación de algas marinas) presenta los rendimientos más bajos y el nivel A₄ (aplicación de algas marinas a la semilla + foliar) obtuvo los mejores rendimientos. En cuanto al nivel B los tratamientos correspondientes al nivel B₃ (acolchado blanco) son los que presentaron los rendimientos más bajos.

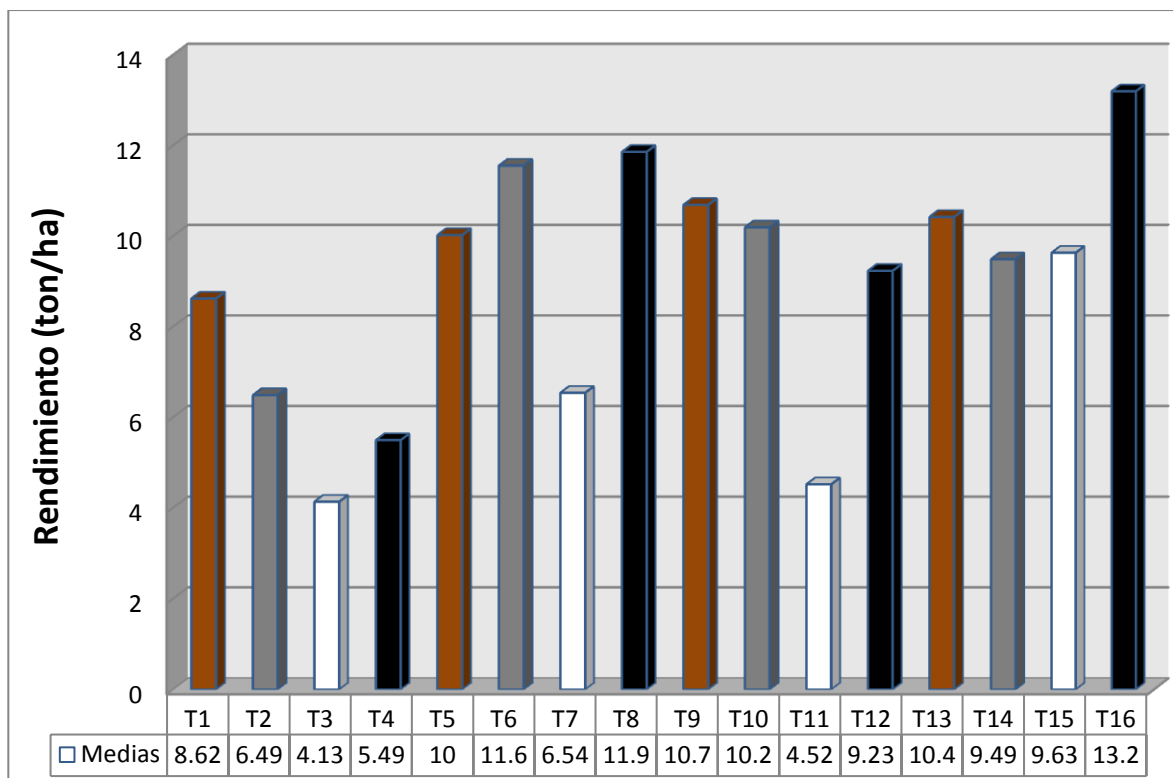


Figura 15. Rendimiento en el cultivo de maíz bajo condiciones de acolchado y aplicación de derivados de algas marinas.

El análisis de varianza nos indica que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos para la variable de rendimiento, con un coeficiente de variación de 29.67 (cuadro 10). De acuerdo a la prueba de medias (cuadro 16) el mejor tratamiento fue el 16 con incremento en el rendimiento de 53.1 % con respecto al testigo; seguido por los tratamientos 8, 6, 9 y 13 con un incremento de 38, 34.5, 24.1 y 20.6 %, respectivamente. Los peores tratamientos fueron el 3 y el 11 con un rendimiento de 4.131 y 4.515, respectivamente, dichos tratamientos corresponden al nivel B₃ (acolchado blanco).

Cuadro 17. Comparación de medias para la variable de rendimiento en ton/ha.

TRATAMIENTO	MEDIAS	
16	13.195	A
8	11.857	AB
6	11.554	AB
9	10.687	AB
13	10.421	AB
10	10.191	ABC
5	10.02	ABC
15	9.629	ABC
14	9.488	ABC
12	9.231	BCD
1	8.619	BCD
7	6.537	CDE
2	6.486	CDE
4	5.492	DE
11	4.516	E
3	4.131	E

Nota: Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales.
Nivel de Significancia: 0.05 DMS: 3.7522

4.6. Comparación entre tipos de aplicación de las algas marinas (factor A).

4.6.1. Variables fenológicas

Altura de planta

De acuerdo al análisis estadístico se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, en ambos muestreos. Como se puede observar en la figura 15, en ambos muestreos el mejor tratamiento fue el de aplicación a la semilla que presentó un incremento en la altura de la planta de 10.3 y 6.6 %, con respecto al testigo; seguido por el tratamiento foliar + semilla, con un incremento de 8.7 y 3.6 %. Por otra parte el testigo fue el que presentó la altura más baja ya que en ambos muestreos se ubicó en el último grupo de significancia.

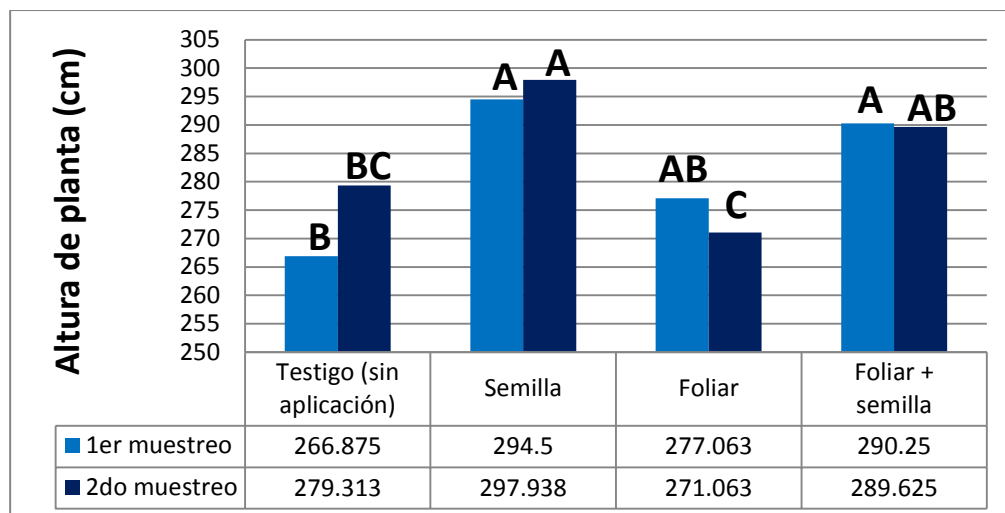


Figura 16. Comparación de altura de planta para el factor A: aplicación de algas marinas

Diámetro de tallo

Para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, en el primer muestreo, aunque si se observa un incremento en el diámetro entre los distintos tratamientos y el testigo, para el segundo muestreo si se observaron diferencias significativas siendo el mejor tratamiento el foliar + semilla con una media de 30.91 mm seguido por el tratamiento foliar con una media de 29.3 mm, el testigo y el tratamiento a semilla son los que presentaron los valores más bajos con una media de 28.272 y 28.637 respectivamente.

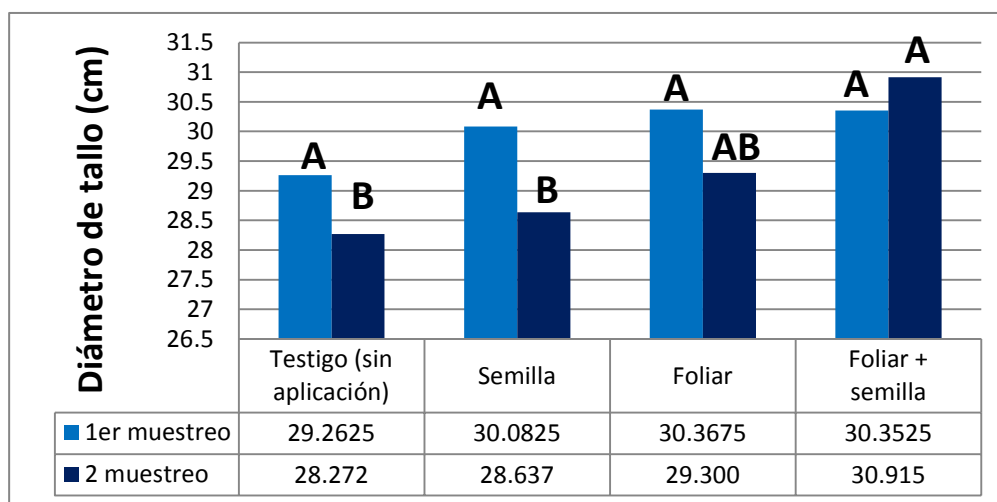


Figura 17. Comparación del diámetro de tallo para el factor A: aplicación de algas marinas.

Área foliar

De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas, entre los tratamientos, para la variable de área foliar, sin embargo como se muestra en la figura se observó una tendencia mayor, de los tratamientos foliar y foliar+semilla, que presentaron una media mayor en 495 cm² y 504 cm² respectivamente en relación al testigo, por otra parte el tratamiento a semilla obtuvo un valor muy parecido al valor del testigo.

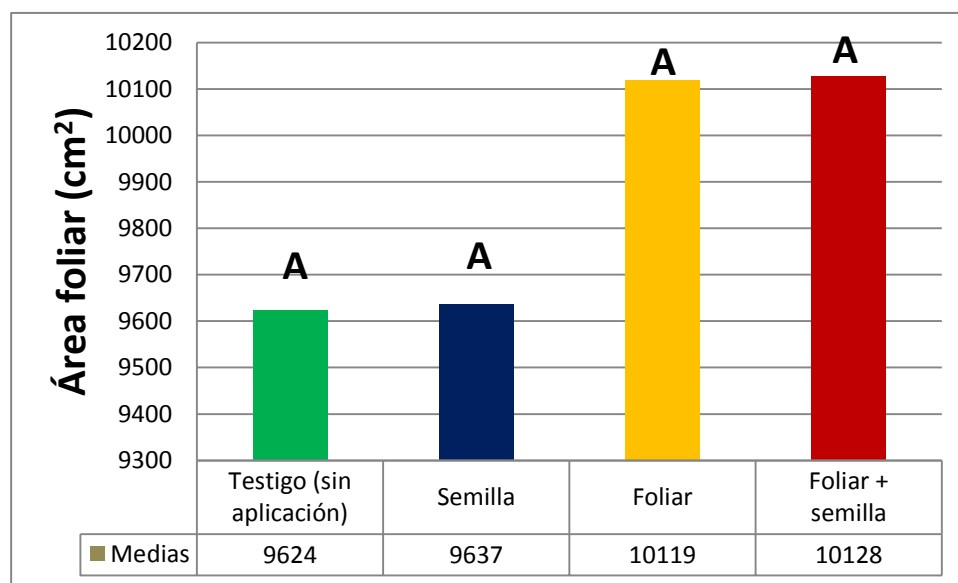


Figura 18. Comparación de área foliar para el factor A: aplicación de algas marinas.

Peso fresco

De acuerdo al análisis estadístico, sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el 2do. Muestreo, siendo el tratamiento foliar + semilla el mejor ya que se ubico en el primer grupo de significancia, con un incremento en el peso fresco de 34%, en relación al testigo. El tratamiento a semilla y el tratamiento foliar no presentaron diferencias significativas en relación al testigo. Ubicándose en el mismo grupo de significancia (figura 18).

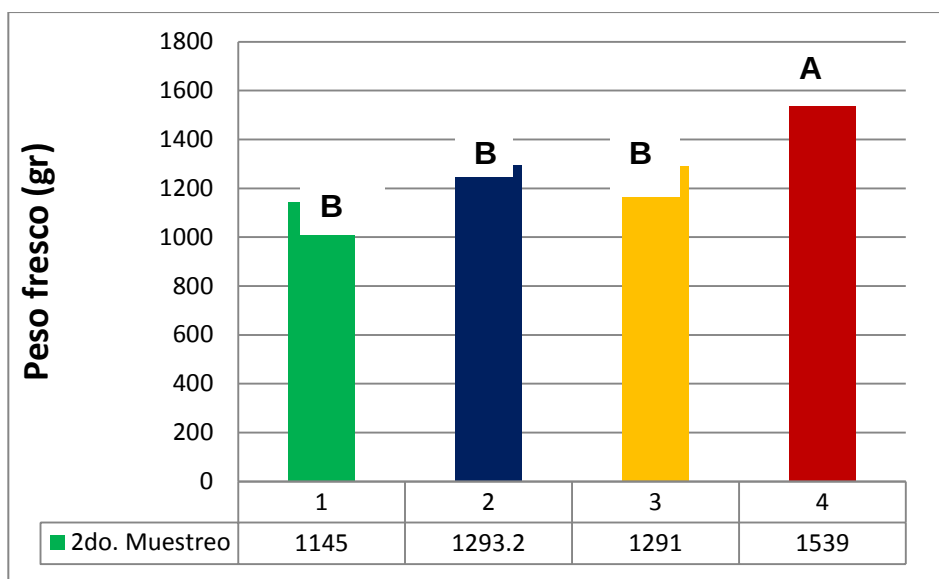


Figura 19. Comparación de peso fresco para el factor A: aplicación de algas marinas, en el 2do. muestreo

Materia seca

De acuerdo al análisis estadístico, para la variable de materia seca, en el primer muestreo no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, lo contrario sucedió en el segundo muestreo donde si se observaron diferencias significativas, siendo los tratamientos superiores el foliar y el foliar+semilla ya que se ubicaron en el primer grupo de significancia, mostrando un incremento en el contenido de materia seca de 84.06 g y 135.44 g, respectivamente, en relación al testigo, por su parte el tratamiento a semilla no mostró diferencias significativas con respecto al testigo.

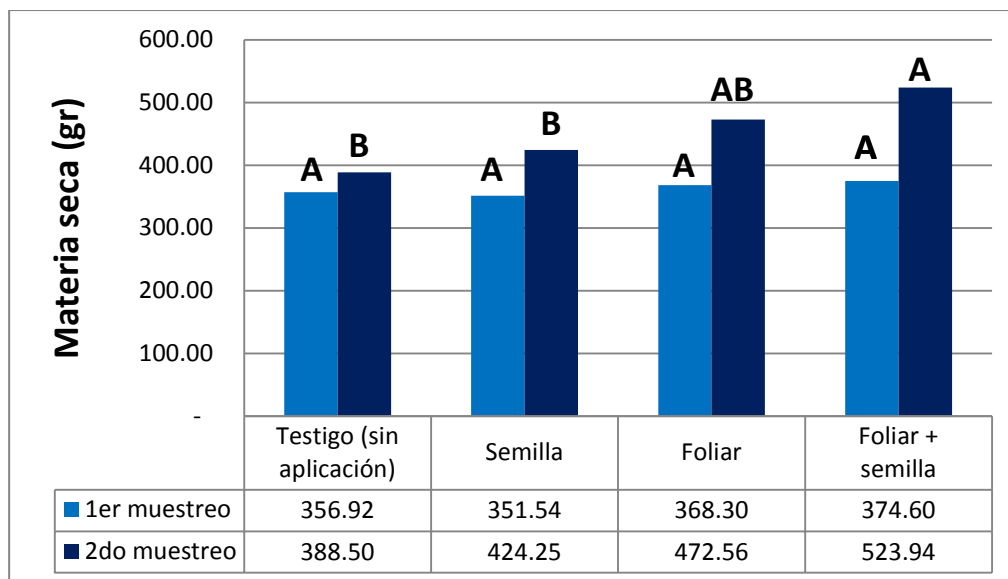


Figura 20. Comparación de materia seca para el factor A: aplicación de algas marinas.

4.6.2. Contenido de clorofila

De acuerdo al análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas en el contenido de clorofila entre tratamientos, de acuerdo a las lecturas tomadas por el equipo spad los tratamientos a semilla, foliar y foliar+semilla son superiores al testigo ubicándose en el primer grupo de significancia, de dichos tratamientos el que mayor contenido de clorofila tuvo fue el foliar con una media de 55.403.

Por su parte las lecturas tomadas por el equipo Field Scout arrojan resultados distintos ya que muestran al testigo con un mayor contenido de clorofila en relación a los demás tratamientos, esto se puede deber, como ya se mencionó anteriormente, al manejo del equipo.

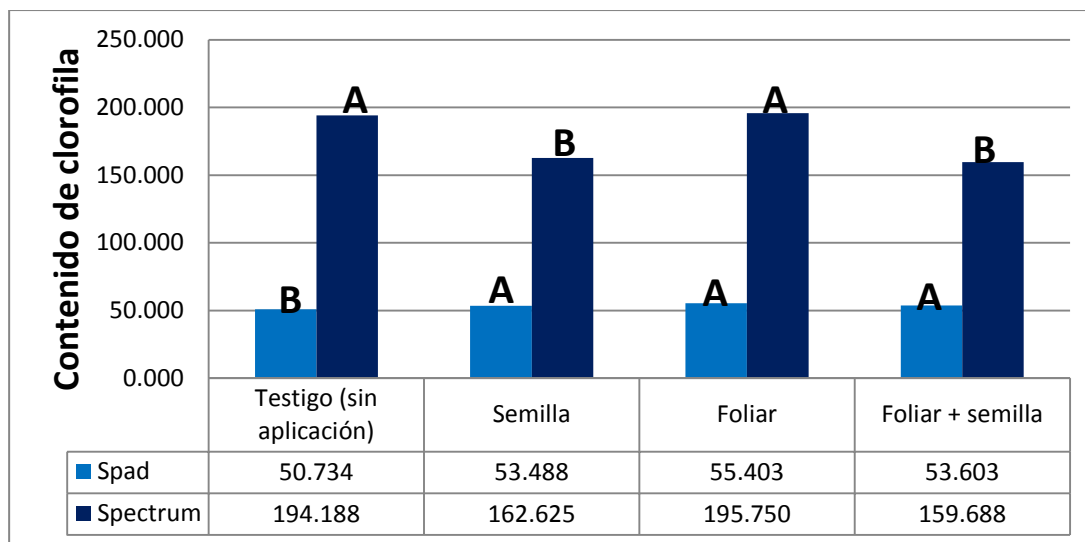


Figura 21. Comparación del contenido de clorofila para el factor A: aplicación de algas marinas

4.6.3. Porcentaje de acame

En ambos muestreos, según el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, para el porcentaje de acame.

El tratamiento con mayor porcentaje de acame fue el testigo que mostro valores superiores al 50%, por su parte el tratamiento foliar+semilla fue el mejor tratamiento ya que obtuvo el porcentaje más bajo de acame con valores alrededor del 10%.

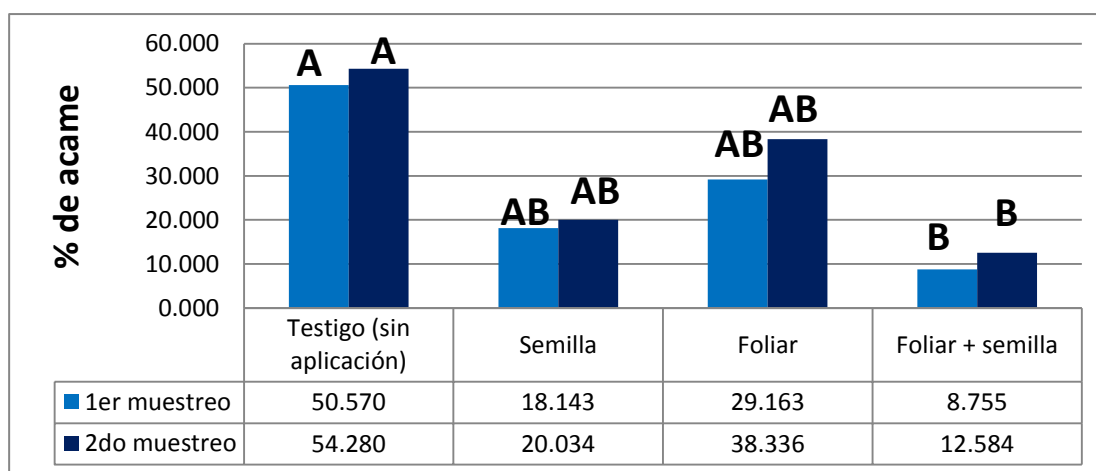


Figura 22. Comparación del porcentaje de acame para el factor A: aplicación de algas marinas

4.7.4. Componentes de rendimiento

Diámetro de mazorca

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, siendo los mejores tratamientos el foliar y el foliar+semilla que mostraron un incremento en el diámetro de mazorca de 2.45 mm y 3.06 mm, respectivamente, con relación al testigo.

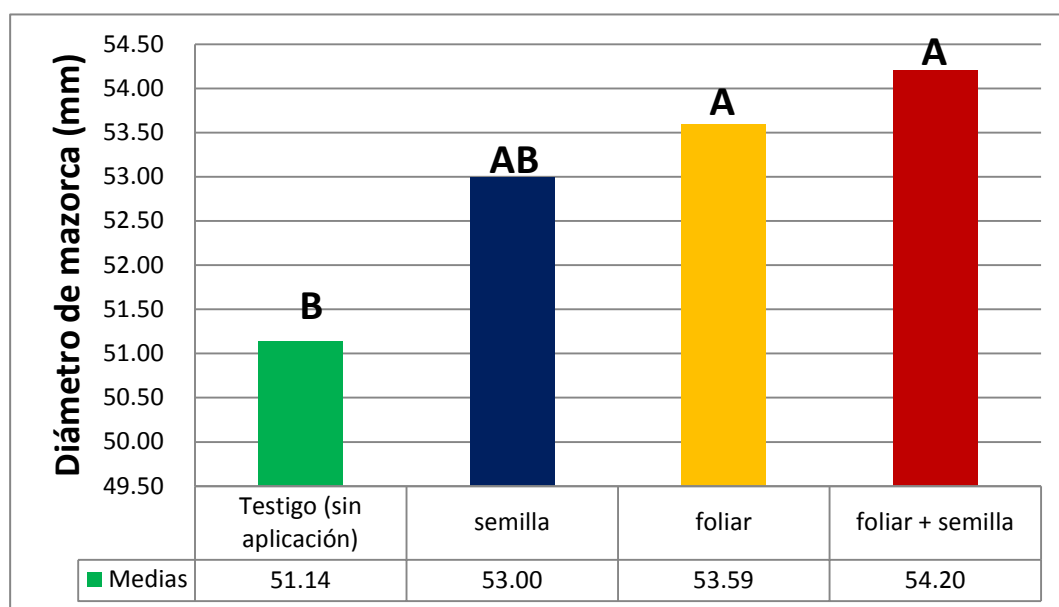


Figura 23. Comparación de diámetro de mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.

Largo de mazorca

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la variable de largo de mazorca siendo los mejores tratamientos el de aplicación a semilla y el foliar+semilla, mostrando un incremento en la longitud de 2.01 cm y 3.19, respectivamente, en relación al testigo, el cual fue el peor tratamiento.

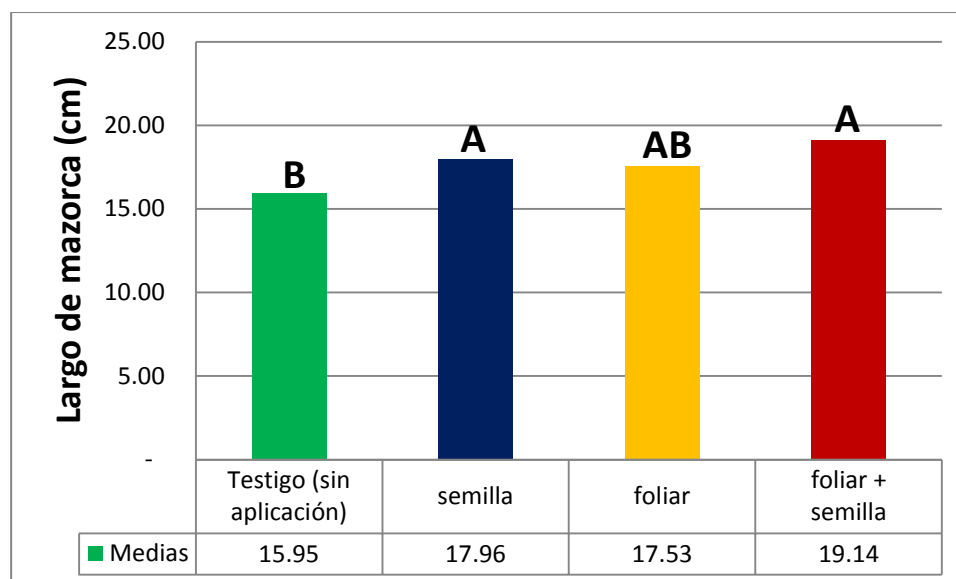


Figura 24. Comparación de longitud de mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.

Número de carreras

Para el número de carreras no se encontraron diferencias significativas, como se muestra en la figura todos los tratamientos se encuentran en el mismo grupo de significancia.

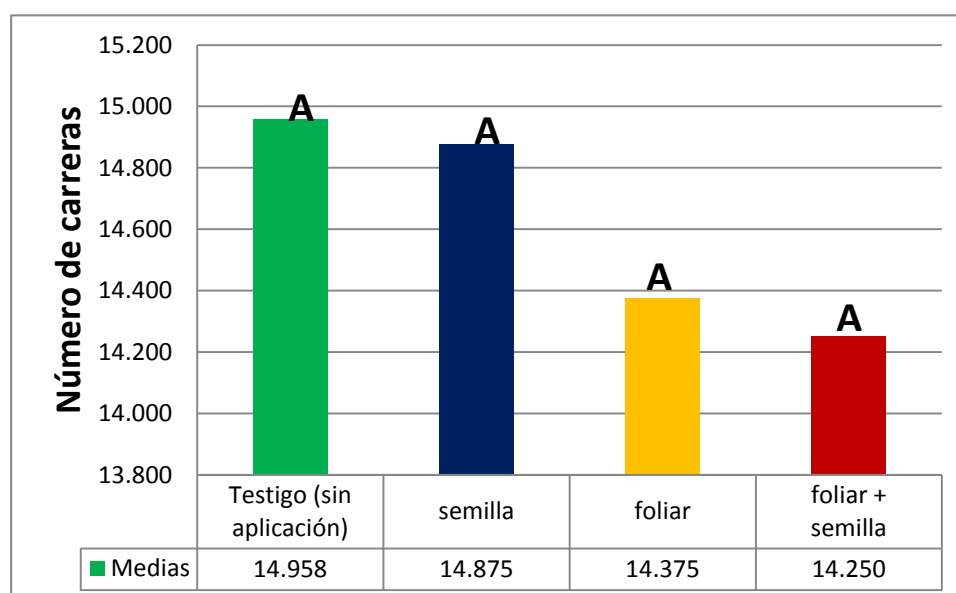


Figura 25. Comparación de número de carreras por mazorca para el factor A: aplicación de algas marinas.

Número de granos por carrera

De acuerdo al análisis estadístico existieron diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable, el mejor tratamiento fue el foliar + semilla que mostró un incremento en el número de granos por carrera de 6.11 con respecto al testigo, el cual fue el que obtuvo los valores más bajos.

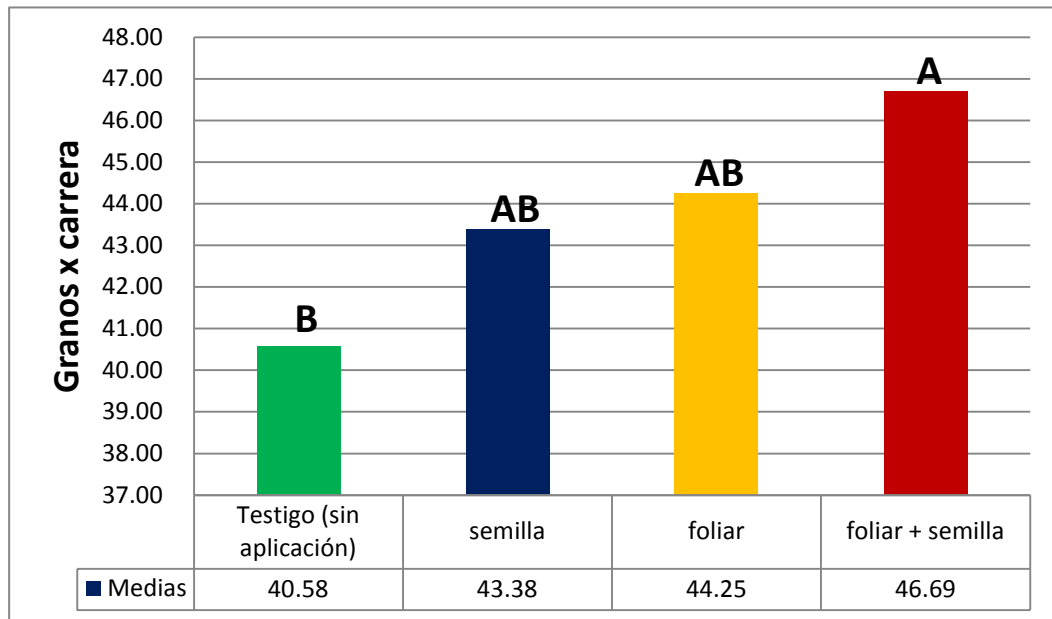


Figura 26. Comparación del número de granos por carrera para el factor A: aplicación de algas marinas.

Peso de cien semillas

De acuerdo al análisis estadístico se observaron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, como podemos observar en la figura 25, el mejor tratamiento fue el foliar + semilla con un peso promedio de 36.43 gr, seguido por el tratamiento con aplicación foliar con un peso de 34.88 gr

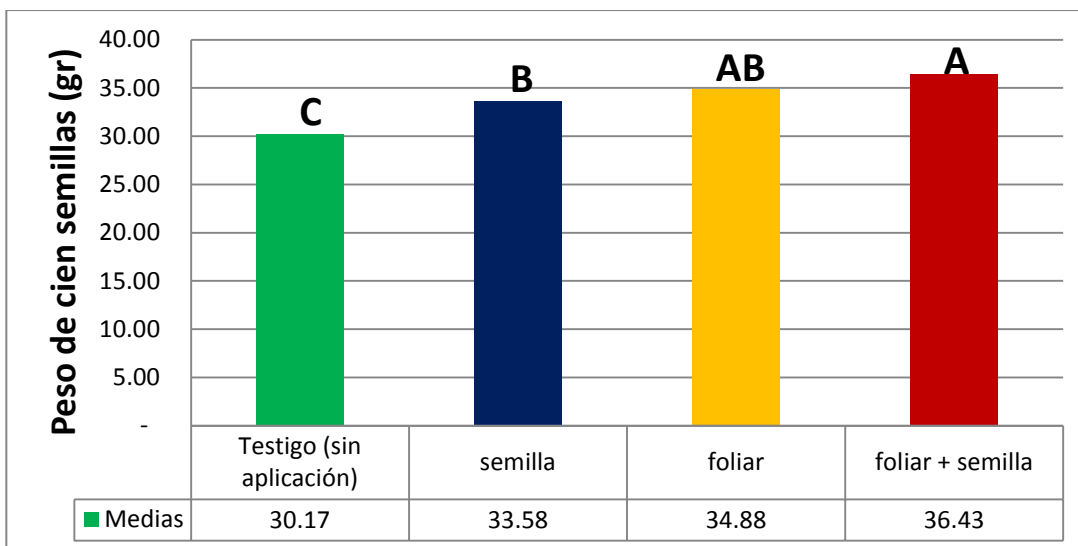


Figura 27. Comparación del peso de cien semillas para el factor A: aplicación de algas marinas.

Porcentaje de olote

De acuerdo al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de olote, como se puede observar en la figura los valores en el porcentaje de olote de los tratamientos oscila entre 13 y 14%

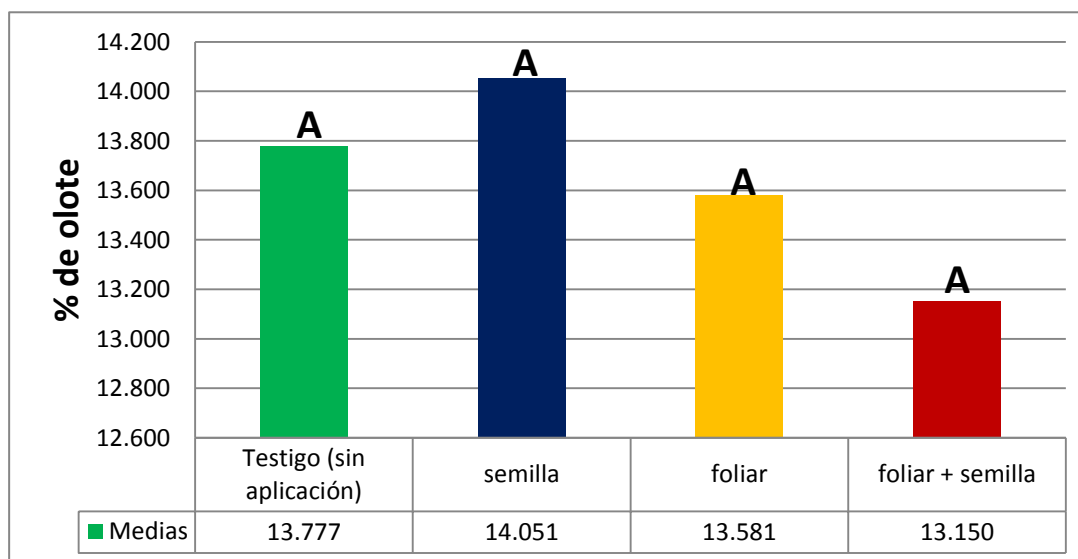


Figura 28. Comparación del porcentaje de olote para el factor A: aplicación de algas marinas.

Peso hectolítrico

De acuerdo al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la variable de peso hectolítrico, siendo el mejor tratamiento el foliar+semilla que mostro un incremento de 1.744 kg con respecto al testigo, el cual fue el tratamiento con el valor más bajo.

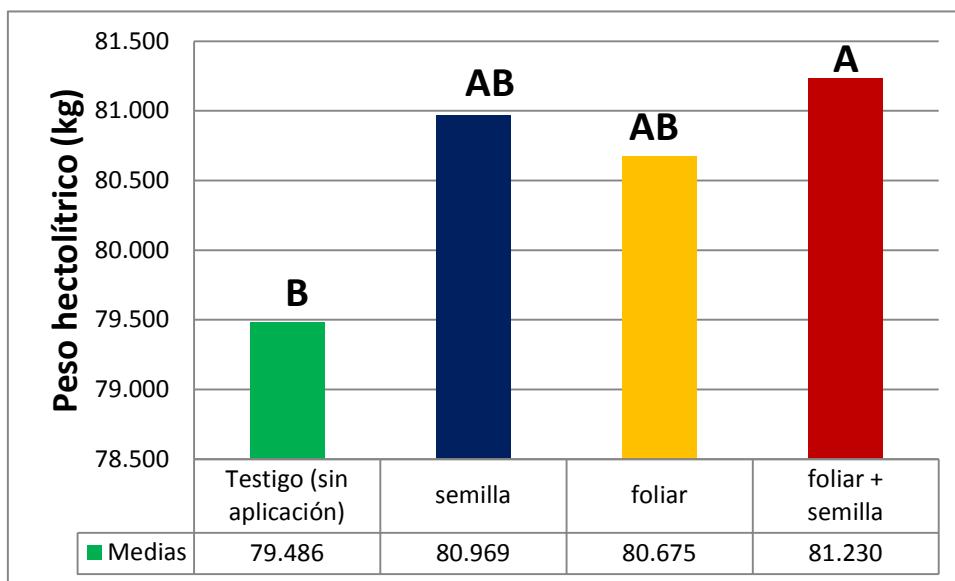


Figura 29. Comparación del peso hectolítrico para el factor A: aplicación de algas marinas.

4.6.5. Rendimiento

De acuerdo al análisis estadístico se encontraron diferencias significativas en el rendimiento, entre los tratamientos. Como se puede observar en la figura los tres tratamientos obtuvieron un mejor rendimiento que el testigo, siendo los tratamientos a semilla y el foliar+semilla los mejores ya que se ubican en el primer grupo de significancia.

El tratamiento foliar+semilla mostró un incremento en el rendimiento de 4.501 ton/ha, en comparación con el testigo; por su parte el tratamiento a semilla

mostró un incremento de 3.81 ton/ha; el tratamiento foliar, a pesar de ser igual estadísticamente al testigo, también mostró un incremento considerable, en el rendimiento, el cual fue de de 2.474 ton/ha.

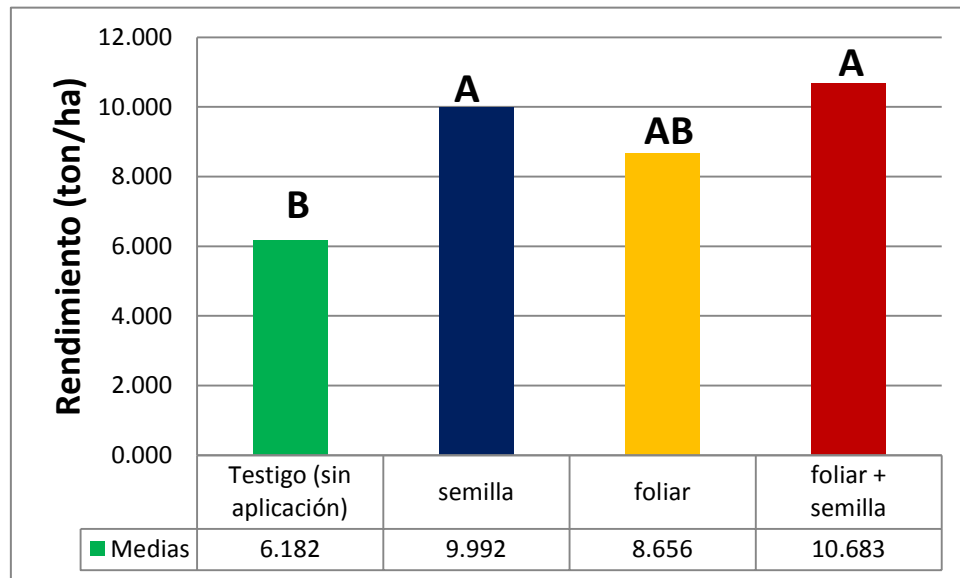


Figura 30. Comparación del rendimiento para el factor A: aplicación de algas marinas.

4.7. Comparación del factor B (colores de acolchado).

De acuerdo al análisis estadístico para los distintos niveles del factor B (colores de acolchado) no se encontraron diferencias significativas entre estos niveles para las variables evaluadas, con excepción de las variables de diámetro de tallo en los 2 muestreos realizados y el rendimiento de grano, los cuales se describen a continuación.

Diámetro de tallo

De acuerdo al análisis de varianza se observaron diferencias significativas entre colores de acolchado en los dos muestreos realizados. Para el primer muestreo los mejores colores fueron el metalizado y el negro con un diámetro de

tallo de 30.68 y 30.54 mm respectivamente, por su parte el testigo fue el que tuvo el menor diámetro; para el segundo muestreo los tres colores de acolchado presentaron un diámetro de tallo estadísticamente superior al testigo, como se muestra en la figura 28.

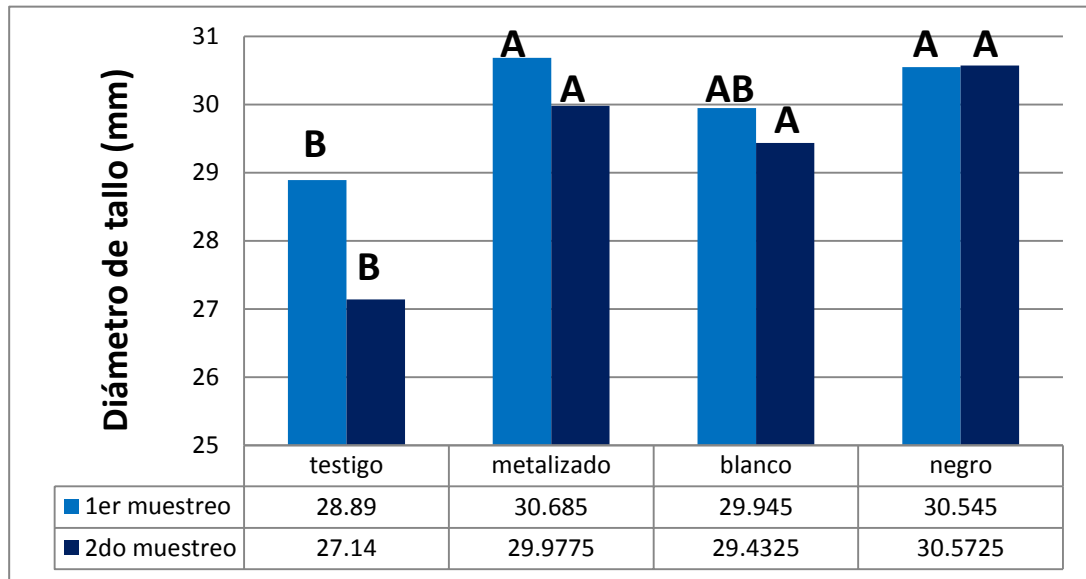


Figura 31. Comparación del diámetro de tallo para el factor B: colores de acolchado.

Rendimiento

De acuerdo al análisis de varianza se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre los distintos colores de acolchado, como se muestra en la figura no. 29. El acolchado negro fue el que presento el mayor rendimiento con una media de 9.945 ton/ha, seguido por el testigo (sin acolchado) con un rendimiento de 9.938 ton/ha, y el metalizado con un rendimiento de 9.430 ton/ha, dichos tratamientos son estadísticamente iguales entre sí y superiores al tratamiento en acolchado blanco que obtuvo un rendimiento promedio de 6.205 ton/ha.

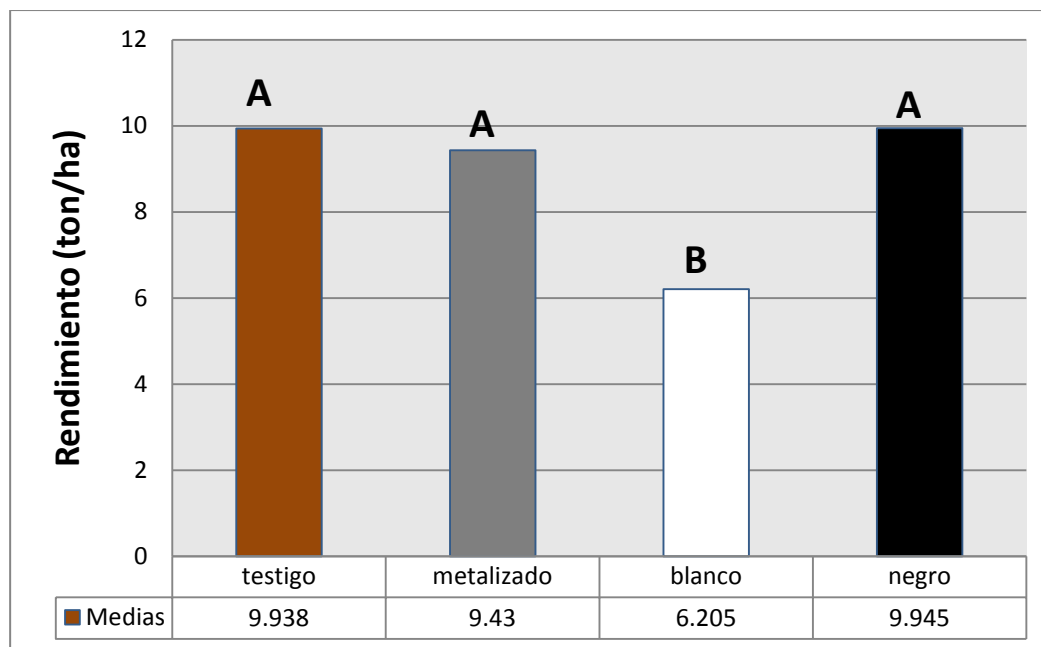


Figura 32. Comparación del rendimiento para el factor B: colores de acolchado.

V. CONCLUSIONES

En el análisis general de los dieciséis tratamientos, para las variables fenológicas (diámetro de tallo, altura de planta, contenido de materia seca y área foliar) el tratamiento que se comportó mejor fue el tratamiento 14 que consistió en la aplicación de polvo coloidal de algas marinas a la semilla y una aplicación foliar de algaenzims, con acolchado en color plata; seguido por el tratamiento 16 que consistió en las mismas aplicaciones que el tratamiento 14, pero con color de acolchado negro. para el rendimiento el mejor tratamiento fue el 16, ya descrito, con un rendimiento promedio de 13.2 ton/ha

En cuanto a la aplicación de derivados de algas marinas se observó que mostraron efecto en el desarrollo del cultivo, así como en el rendimiento y sus componentes. La aplicación de polvos coloidales a la semilla + la aplicación foliar de algaenzims, mostro los mejores resultados para las variables de diámetro de tallo, área foliar, peso fresco, materia seca, porcentaje de acame y componentes de rendimiento; la aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla mostró el mayor efecto en la altura de planta; y por su parte la aplicación foliar de algaenzims mostro el mayor contenido de clorofila.

Para el factor B (colores de acolchado) no se encontraron diferencias significativas entre los distintos niveles, con excepción de la variable de diámetro de tallo y el rendimiento, para la variable de diámetro de tallo los mejores tratamientos fueron el acolchado plata y el negro. Los tratamientos que obtuvieron el mejor rendimiento fueron el acolchado negro con 9.945 ton/ha, y el testigo (sin acolchado) con 9.938 ton/ha, el acolchado blanco fue el que obtuvo el menor rendimiento con 6.205 ton/ha. Como se pudo observar el tratamiento sin acolchado obtuvo un rendimiento similar al acolchado plata y mayor a los acolchados en color negro y blanco, por lo que no es conveniente la utilización de acolchado plástico en el cultivo de maíz, no resulta práctico la colocación de éste así como la siembra en grandes extensiones, además del incremento en los costos que esto provoca, y lo cual no se justifica, al no notarse un incremento en el rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Arthur G. D., Stirk W. A. y Vanstaden J. 2003. Effect of seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. South African Journal of Botany 69: 207-211.
- Blaine Metting, William J. Zimmerman, Ian Crouch and Johannes van Staden 1990. Agronomic Uses of Seaweed and Microalgae. Introduction to Applied Phycology. pp. 589-627. Ed. bv. The Hague, The Netherland (1990).
- Blunden G. 1991. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. Seaweed resources in Europe: uses and potential. John Wiley & Sons Ltd. Pp 65-81.
- Canales López, Benito. 1997. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Editado por el Consejo Editorial del Estado de Coahuila. (1997). 323 páginas.
- Canales López, Benito. 1998. Algas-Enzimas: Posibilidades de su uso para Estimular la Producción Agrícola y mejorar los suelos. In: Memorias. 3er. Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. Guadalajara, Jal., México. Nov. 1998. pp. 1-12.
- El-Sheekh M. M. y El-Saied A. E. F. 2000 Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. Cytobios 101: 378 – 382.
- Fox, Bryan A. and Cameron, Allan G. 1961. Food Science, Nutrition and Healt. Six Edition. Ed. Edward Arnold, a división of Hodder Headline PLC, 338 Euston Road, London NW1 3BH (1995).
- Jeannin I., Lescure J. C. y Morotgaudry J. F. 1991. The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. Botanical Marina 34 469-473.

- Kuwada K. T., Ishii I., Matsushita I., Matsumoto. And Kadoya K. 1999. Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliolate orange roots Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 68: 321-326.
- López D.A., Williams, R. M., Miehke, K. Mazana, J. 1994. Enzimas, Fuente de Vida. Fundación de Investigación Inmunológica (IERF): Ed. en español, Edika Med, S.L. C/San Salvador 63-65. 08024 Barcelona, España. (1994).
- Nicolás Nicolás, Eloy Nahum. 1995. Evaluación de Extractos de Algas Marinas en el Cultivo de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* cv. Indianapolis). Tesis de Licenciatura. UNAM. Cuautitlan Izcalli, Edo. De México, México.
- Reyes R., Dora María. 1993. Efecto de Algas Marinas y Ácidos Húmicos en un suelo Arcilloso y otro Arenoso. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México.
- Rojas, P. L. y Briones S. G. 2001. Diseño y operación de sistemas de de riego. C Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Primera edición.
- Small, William L. y Green. Edna R. BIOLOGY. Ed. 1968 Silver Burdett Co., USA. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, vigésima segunda edición (1992).
- Tinajero, R. F. 1993. Aplicación de Algas Marinas y Estiércol Bovino en suelo arcilloso, en Cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., México.
- Villarreal S. J. A. 2003. Búsqueda del principio activo del extracto de algas marinas Algaenzims – tratamiento agrícola. Tesis de maestría UAdeC. Saltillo, Coahuila, México.

ANEXOS

Aplicación de polvos coloidales a la semilla (prueba de laboratorio).

Se realizó una prueba de laboratorio para observar el efecto de la aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla, se midió la longitud de plúmula y de raíz así como el peso fresco de las plantas. Los resultados se muestran en las siguientes gráficas

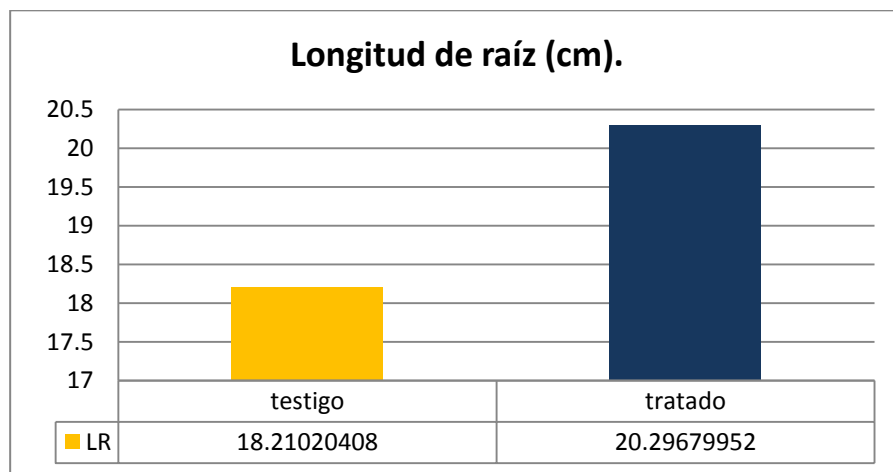


Figura 33. Longitud de raíz en plántulas de maíz, bajo aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla

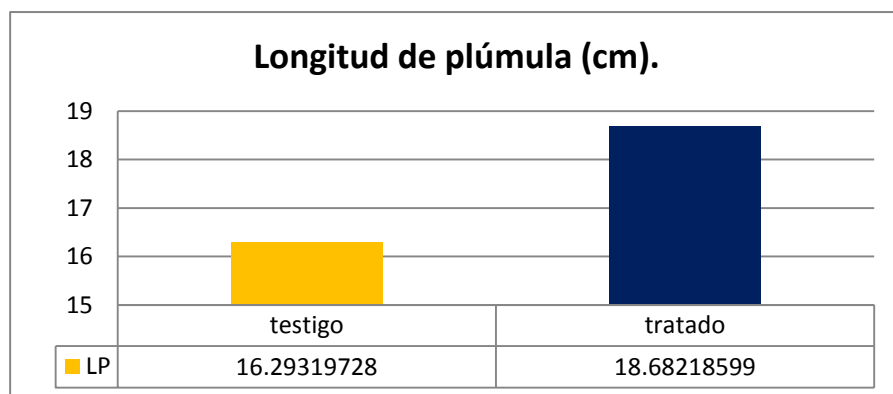


Figura 34. Longitud plúmula en plántulas de maíz, bajo aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla

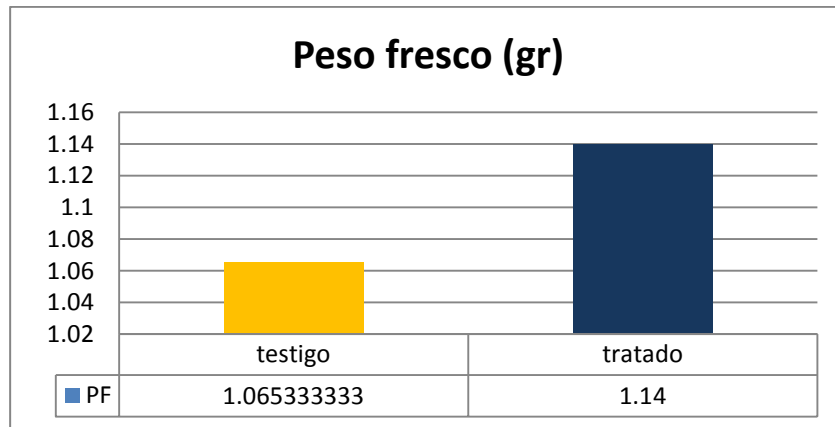


Figura 35.peso fresco en plántulas de maíz, bajo aplicación de polvos coloidales de algas marinas a la semilla