



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Proyecto de Investigación  
previo a la obtención del título  
de Ingeniero Agrónomo

**Título del Proyecto de Investigación**

“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos  
foliares a base de algas marinas”

**Autor:**

Luisiño Santiago Ubilla Figueroa

**Director del Proyecto de Investigación:**

Dr. Fernando Abasolo Pacheco

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Luisiño Santiago Ubilla Figueroa**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

---

Luisiño Santiago Ubilla Figueroa  
**Autor**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito **Dr. Fernando Abasolo Pacheco**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luisiño Santiago Ubilla Figueroa**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

---

Dr. Fernando Abasolo Pacheco  
**Director del Proyecto de Investigación**

## REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito Dr. Fernando Abasolo Pacheco, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas”**, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Luisiño Santiago Ubilla Figueroa**, CERTIFICA: que el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6%

Documento	<a href="#">Proyecto de Investigacion Ubilla 26.10.2017.. 2.docx</a> (D31735560)
Presentado	2017-10-26 14:53 (-05:00)
Presentado por	rgaibor@uteq.edu.ec
Recibido	rgaibor.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	<a href="#">Mostrar el mensaie completo</a>

6% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Proyecto de Investigacion Ubilla 26.10.2017.. 2.docx (D31735560)  
**Submitted:** 10/26/2017 9:53:00 PM  
**Submitted By:** rgaibor@uteq.edu.ec  
**Significance:** 6 %

#### Sources included in the report:

PROY. INV. Santiago Ubilla 26.10.17.docx (D31728578)  
Proyecto de Investigacion Garofalo - 16.05.17.docx (D28271442)

#### Instances where selected sources appear:

8

---

Dr. Fernando Abasolo Pacheco  
**Director del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:  
**Ingeniero Agrónomo**

Aprobado por:

---

Ing. M. Sc. David Campi Ortiz

**Presidente del Tribunal**

---

Ing. M. Sc. Freddy Amores Puyutaxi

**Miembro del Tribunal**

---

Ing. M. Sc. Cesar Varas Maenza

**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi madre y mi abuela por su paciencia y por enseñarme el camino de la vida, por el amor que me han dado y por su apoyo incondicional en mi vida.

A mi abuelo Santiago Ubilla Mendoza por haber impartido en mí y en mis familiares el amor y dedicación por el agro.

A mis tíos Adriano Ubilla Romero y José Luis Ubilla Romero por haber estado siempre en los momentos importantes de mi vida, por ser el ejemplo para salir adelante y por los consejos que han sido de gran ayuda para mi vida y crecimiento.

Al Ing. M. Sc. Luis Llerena Ramos, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación contribuyó a la culminación exitosa de la investigación.

Al Dr. Fernando Abasolo Pacheco por su asesoría en el presente Proyecto de Investigación.

A los miembros del Tribunal de Sustentación, por las sugerencias y correcciones respectivas en mi Proyecto de Investigación.

A los demás docentes de la UTEQ por los conocimientos impartidos a los largos de mi formación en la institución, que me servirán de gran ayuda en mi vida laboral.

Santiago Ubilla Figueroa

## **DEDICATORIA**

El presente Proyecto de Investigación se lo dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi madre la Sra. Patricia Figueroa y mi abuela la Sra. Narcisa Romero por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, alentándome a ser una mejor persona, siendo forjadoras de mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

Santiago Ubilla Figueroa

## RESUMEN

Los fertilizantes foliares a base algas marinas han demostrado elevar los niveles de producción de algunos cultivos, por lo tanto, se efectuó la presente investigación a fin de evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes foliares a base de algas marinas. El ensayo se estableció en terrenos de la Finca “Diana Marisol”, ubicada en el Km 10.5 de la vía Quevedo – Santo Domingo, Rcto. Cuatro Mangas entre las coordenadas 0°55'51.1"S 79°29'18.3"W, una altura de 60 m.s.n.m. Se utilizó como material genético el híbrido simple de maíz Nidera NS-8282 distribuido por la empresa El Agro. Se aplicó el Diseño Bloques Completos al Azar con 7 tratamientos en 3 repeticiones, con un total de 21 parcelas experimentales. Los tratamientos estudiados fueron: **T<sub>1</sub>**: 600 g/ha de Agrostemin, **T<sub>2</sub>**: 400 g/ha de Agrostemin, **T<sub>3</sub>**: 200 g/ha de Agrostemin, **T<sub>4</sub>**: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae, **T<sub>5</sub>**: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae, **T<sub>6</sub>**: 0.5 l/ha de Basfoliar Algae y **T<sub>7</sub>**: Testigo sin fertilización foliar. Como principales resultados se observó que las plantas evidenciaron un mayor crecimiento al ser asperjadas de 1.5 l/ha de Basfoliar llegando a medir en promedio 235.7 cm de altura al momento de la cosecha, cosechándose mazorcas de mayor longitud, diámetro y número de hileras de semillas, registrando valores de 17.5 cm, 5.6 cm y 15.8 hileras de semillas, en su orden, y a su vez mazorcas más pesadas con 275.0 g, con un peso neto de semillas de 235.4 g. Al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae se obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea con 7310.3 Kg. El mayor beneficio económico se obtuvo al realizar aplicaciones de 1.5 l/ha de Basfoliar algae, reflejó una relación beneficio/costo de 1.42 (42% de rentabilidad).

**Palabras claves:** fertilización foliar, algas marinas, cultivo de maíz

## SUMMARY

Seaweed-based foliar fertilizers have been shown to raise the production levels of some crops, therefore, the present investigation was carried out in order to evaluate the response of the corn crop to the application of foliar fertilizers based on marine algae. The trial was established on land of the "Diana Marisol" farm, at Km. 10.5 of the Quevedo-Santo Domingo road, Rcto. Four Sleeves between the coordinates  $0^{\circ} 55'51.1''$  S  $79^{\circ} 29'18.3''$  W, a height of 60 m.s.n.m. The simple corn hybrid Nidera NS-8282 distributed by the company El Agro was used as genetic material. The Complete Random Blocks Design was applied with 7 treatments in 3 repetitions, with a total of 21 experimental plots. The treatments studied were: **T<sub>1</sub>**: 600 g/ha of Agrostemin, **T<sub>2</sub>**: 400 g/ha of Agrostemin, **T<sub>3</sub>**: 200 g/ha of Agrostemin, **T<sub>4</sub>**: 1.5 l/ha of Basfoliar Algae, **T<sub>5</sub>**: 1.0 l/ha of Basfoliar Algae, **T<sub>6</sub>**: 0.5 l/ha of Basfoliar Algae and **T<sub>7</sub>**: Control without foliar fertilization. The main results show that the plants showed a greater growth when sprinkled with 1.5 l/ha of Basfoliar reaching an average height of 235.7 cm at the time of harvest, harvesting larger ears, diameter and number of rows of seeds, registering values of 17.5 cm, 5.6 cm and 15.8 rows of seeds, in their order, and in turn more heavy cobs with 275.0 g, with a net weight of seeds of 235.4 g. Applying 1.5 l/ha of Basfoliar algae, higher grain yield per hectare was obtained with 7310.3 Kg. The highest economic benefit was obtained when applying 1.5 l/ha of Basfoliar algae, reflecting a benefit/cost ratio of 1.42 (42% profitability).

**Key words:** foliar fertilization, seaweed, maize

## TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.....	iii
Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico.....	iv
Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Anexos.....	xiv
Código Dublín.....	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Problema de Investigación.....	4
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.1.2 Formulación del problema.....	4
1.1.3 Sistematización del Problema.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 Justificación.....	6
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco Teórico.....	8
2.1.1. Cultivo de maíz.....	8
2.1.1.1. Origen.....	8
2.1.1.2. Descripción taxonómica.....	8
2.1.1.3. Descripción botánica.....	8
2.1.1 Factores que afectan a la productividad del maíz.....	10
2.1.1.1 Temperatura.....	10
2.1.1.2 Suelo.....	10

2.1.1.3 Salinidad .....	11
2.1.1.4 Pluviometría.....	11
2.1.1.5 Sequía .....	11
2.1.2.Fertilización foliar.....	12
2.1.3.Fertilización foliar a base algas marinas .....	14
2.1.4.Agrostemin .....	21
2.1.5.Basfoliar Algae .....	23
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Localización de la investigación.....	27
3.2. Características climáticas .....	27
3.3. Tipo de investigación .....	27
3.4. Métodos de investigación .....	27
3.5. Material genético .....	27
3.6. Factores de estudio y tratamientos.....	28
3.6.1.Factores de estudio.....	28
3.6.2.Tratamientos Estudiados .....	29
3.6.2.1. Características de los abonos foliares y preparación de los tratamientos.....	29
3.7. Diseño experimental y análisis estadístico .....	31
3.7.1.Especificaciones del experimento.....	31
3.7.2.Datos registrados y metodología de evaluación .....	32
3.7.2.1. Altura de plantas a la cosecha (cm).....	32
3.7.2.2. Longitud de mazorcas (cm) .....	32
3.7.2.3. Diámetro de mazorcas (cm).....	32
3.7.2.4. Número de hileras de granos .....	32
3.7.2.5. Peso de mazorcas con tusa (g) .....	32
3.7.2.6. Peso de semillas por mazorca (g).....	33
3.7.2.7. Rendimiento ajustado al 12% de humedad.....	33
3.7.2.8. Análisis económico .....	33
3.7.3.Manejo del experimento.....	35
3.7.3.1. Limpieza del terreno.....	35
3.7.3.2. Preparación del terreno .....	35
3.7.3.3. Siembra.....	35
3.7.3.4. Raleo.....	35

3.7.3.5. Control de malezas .....	35
3.7.3.6. Fertilización .....	36
3.7.3.7. Control de plagas y enfermedades .....	36
3.7.3.8. Cosecha.....	36
3.8. Recursos humanos y materiales .....	36
3.8.1. Recursos humanos .....	36
3.8.2. Recursos materiales .....	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1. Resultados.....	39
4.1.1. Altura de plantas a la cosecha (cm) .....	39
4.1.2. Longitud de mazorca (cm) .....	40
4.1.3. Diámetro de mazorca (cm) .....	41
4.1.4. Número de hileras de semillas.....	42
4.1.5. Peso de mazorcas con tusa (g).....	43
4.1.6. Peso de semillas por mazorca (g) .....	44
4.1.7. Rendimiento ajustado al 12% de humedad .....	45
4.1.8. Análisis económico.....	45
4.2. Discusión .....	47
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones .....	52
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA .....	53
6.1 Bibliografía Citada.....	54
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características agronómicas del híbrido Nidera NS 82.....	28
Tabla 2.	Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo .....	31
Tabla 3.	Materiales y/o equipos utilizados en la investigación.....	37
Tabla 4.	Altura de plantas a la cosecha (cm).....	39
Tabla 5.	Longitud de mazorca (cm).....	40
Tabla 6.	Diámetro de mazorca (cm) .....	41
Tabla 7.	Número de hileras de semillas en el cultivo de maíz .....	42
Tabla 8.	Peso de mazorcas con tusa (g) .....	43
Tabla 9.	Peso de semillas por mazorca (g).....	44
Tabla 10.	Rendimiento ajustado al 12% de humedad.....	45
Tabla 11.	Análisis económico del rendimiento .....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza de la altura de planta a la cosecha (cm).....	60
Anexo 2.	Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm) .....	60
Anexo 3.	Análisis de varianza de diámetro de mazorca (cm) .....	60
Anexo 4.	Análisis de varianza de número de hileras de semillas .....	60
Anexo 5.	Análisis de varianza de peso de mazorca con tusa (g) .....	61
Anexo 6.	Análisis de varianza de peso de semillas por mazorca (g) .....	61
Anexo 7.	Análisis de varianza de rendimiento de grano ajustado al 12% de humedad .....	61
Anexo 8.	Datos de altura de plantas a la cosecha (cm) .....	62
Anexo 9.	Datos de longitud de mazorca (cm).....	62
Anexo 10.	Datos de diámetro de mazorca (cm) .....	62
Anexo 11.	Datos de número de hileras de granos .....	63
Anexo 12.	Datos de peso de mazorcas con tusa (g) .....	63
Anexo 13.	Datos de peso de semillas por mazorca (g).....	63
Anexo 14.	Datos de rendimiento por parcela (Kg).....	64
Anexo 15.	Datos de porcentaje de humedad del grano por parcela (%).....	64
Anexo 16.	Datos de porcentaje de humedad del grano por parcela (%).....	64
Anexo 17.	Croquis de campo del sitio experimental.....	65
Anexo 18.	Siembra manual del cultivo de maíz.....	66
Anexo 19.	Siembra manual del cultivo de maíz a los 10 días después de la siembra .....	66
Anexo 20.	Aspersora manual y equipo para aplicación de fertilizantes edáficos .....	67
Anexo 21.	Segunda fertilización edáfica (22 DDS) .....	67
Anexo 22.	Cultivo de maíz a los 25 días después de la siembra.....	68
Anexo 23.	Aplicación de abonos foliares .....	68
Anexo 24.	Cultivo de maíz a los 35 días después de la siembra.....	69

Anexo 25.	Cultivo de maíz a los 80 días después de la siembra.....	69
Anexo 26.	Muestras de mazorcas de maíz cosechadas por tratamiento. ....	70
Anexo 27.	Registro del peso de mazorcas de maíz con tusa (g) .....	70
Anexo 28.	Desgrane de mazorcas de maíz.....	71
Anexo 29.	Registro del peso de semillas por mazorca (g).....	71

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	Respuesta del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L) a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas
<b>Autor:</b>	Luisiño Santiago Ubilla Figueroa
<b>Palabras clave:</b>	Fertilización foliar, algas marinas, cultivo de maíz
<b>Fecha de publicación</b>	
<b>Editorial:</b>	
<b>Resumen:</b>	<p>Los fertilizantes foliares a base algas marinas han demostrado elevar los niveles de producción de algunos cultivos, por lo tanto, se efectuó la presente investigación a fin de evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes foliares a base de algas marinas. El ensayo se estableció en terrenos de la Finca “Diana Marisol”, ubicada en el Km 10.5 de la vía Quevedo – Santo Domingo, Rcto. Cuatro Mangas entre las coordenadas 0°55'51.1"S 79°29'18.3"W, una altura de 60 m.s.n.m. Se utilizó como material genético el híbrido simple de maíz Nidera NS-8282 distribuido por la empresa El Agro. Se aplicó el Diseño Bloques Completos al Azar con 7 tratamientos en 3 repeticiones, con un total de 21 parcelas experimentales. Los tratamientos estudiados fueron: <b>T<sub>1</sub></b>: 600 g/ha de Agrostemin, <b>T<sub>2</sub></b>: 400 g/ha de Agrostemin, <b>T<sub>3</sub></b>: 200 g/ha de Agrostemin, <b>T<sub>4</sub></b>: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae, <b>T<sub>5</sub></b>: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae, <b>T<sub>6</sub></b>: 0.5 l/ha de Basfoliar Algae y <b>T<sub>7</sub></b>: Testigo sin fertilización foliar. Como principales resultados se observó que las plantas evidenciaron un mayor crecimiento al ser asperjadas de 1.5 l/ha de Basfoliar llegando a medir en promedio 235.7 cm de altura al momento de la cosecha, cosechándose mazorcas de mayor longitud, diámetro y número de hileras de semillas, registrando valores de 17.5 cm, 5.6 cm y 15.8 hileras de semillas, en su orden, y a su vez mazorcas más pesadas con 275.0 g, con un peso neto de semillas de 235.4 g. Al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae se obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea con 7310.3 Kg. El mayor beneficio económico se obtuvo al realizar aplicaciones de 1.5 l/ha de Basfoliar algae, reflejó una relación beneficio/costo de 1.42 (42% de rentabilidad).</p>
<b>Descripción:</b>	
<b>URL</b>	

## INTRODUCCIÓN

La sociedad actual debe satisfacer sus necesidades alimentarias por medio de los recursos agrícolas. Por ello, cada vez es más necesario emplear métodos que sean efectivos y viables para obtener buenos rendimientos y satisfacer la demanda global de insumos. De igual manera, surgen métodos alternativos para incrementar la fertilidad de los suelos. El principal objetivo de estos es brindar mayores eficiencias, incrementar la calidad de los productos agrícolas, minimizar tiempos de cultivo y disminuir costos de producción (Carvajal & Mera, 2010).

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que conoce el ser humano ya que en torno a él se pueden realizar gran cantidad de preparaciones, así como también pueden obtenerse de él numerosos productos derivados (por ejemplo, harinas, aceites, etc.). Subsecuentemente, el maíz es altamente utilizado como alimento en gran parte del ganado que luego son consumidos o utilizados como productores de alimento, por lo cual su importancia es enorme (Tuárez, 2013).

El maíz, es, sin discusión, una de las más valiosas aportaciones de las culturas mesoamericanas a la humanidad, pero, además, es necesario aclarar que no es un producto natural, sino que se consiguió mediante la domesticación de alguna gramínea silvestre, sin que hasta la fecha se pueda precisar de cuál de ellas o en qué sitio se consiguió por primera vez. Precisamente por ello, muchas regiones de América se han disputado el crédito de haber sido el lugar donde se cultivó por primera ocasión y de ahí se distribuyó a otras regiones; esto parece poco probable y más bien debe aceptarse que lo que el hombre de América transmitió no fue un grano de maíz, sino el procedimiento para domesticar la gramínea; de ser así, en cada región se logró el cultivo del maíz, domesticando la gramínea del lugar (Andrade, 2014).

La contaminación de los suelos, por uso extensivo y continuo de insumos químicos y el monocultivo, ha conducido a la necesidad de incorporar técnicas de fertilización menos agresivas con el ambiente (Carvajal & Mera, 2010). Entre las tecnologías de producción consideradas como una medida sustitutiva a la fertilización química convencional se tiene como alternativa la aplicación de productos elaborados a base de algas marinas, ya que pueden emplearse numerosas especies de dichas algas, principalmente de la especie *Ascophyllum nodosum*, que además de estar constituidas mayoritariamente por elementos traza, elementos

mayores, elementos menores y biorreguladores, incluso algunas son ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos (Sánchez, Hernández, & Ruz, 2011).

La utilización de productos a base de algas marinas representa un gran potencial para mejorar la eficiencia en el uso de fertilizantes, el crecimiento y la competitividad de plantas, ya que al momento de establecer un régimen nutricional que supla las demandas nutricionales de las plántulas en determinados estados de desarrollo, resulta clave entender las diversas formulaciones, forma de entrega de los nutrientes y su interacción con el medio ambiente (Rose, Haase, & Arellano, 2004). Entre los cultivos de gran importancia para el Ecuador, se destaca el maíz suave y duro en la alimentación humana y animal, como materia prima para la industria, contribuyendo con la economía nacional y al desarrollo social en el campo.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

El cultivo de maíz es uno de los más importantes en el país, sin embargo, cada vez los agricultores hacen evidente la necesidad de elevar sus niveles de producción, por lo cual se hace necesario el estudio de técnicas de aporte nutricional que sirvan como complemento a la fertilización edáfica de este cultivo.

El mercado nos ofrece una gran variedad de productos para mejorar el estado de nuestras plantas en el huerto. No todos son buenos ni todos son malos, simplemente hay que distinguir, basado en la experiencia propia, entre unos y otros. Lo mismo pasa con los extractos de algas marinas, donde los productos buenos consiguen resultados muy satisfactorios en el desarrollo de los cultivos.

Los fertilizantes foliares a base algas marinas han demostrado elevar los niveles de producción de algunos cultivos, por lo tanto, es necesario probarlos para de este modo identificar su efecto en el cultivo de maíz.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes foliares a base de algas marinas?

### **1.1.3 Sistematización del Problema**

¿Cuál es el efecto de los tratamientos en la longitud, diámetro y peso de las mazorcas de maíz?

¿Qué tratamiento produce mayor rendimiento de grano en el cultivo de maíz?

¿Cuál es el tratamiento que representa mayor beneficio económico para el productor?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes foliares a base de algas marinas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de los tratamientos en la longitud, diámetro y peso de las mazorcas de maíz.
- Identificar el tratamiento que permita obtener mayor rendimiento de grano en el cultivo de maíz.
- Efectuar el análisis económico de los tratamientos en función del rendimiento.

### **1.3 Justificación**

La necesidad de contar con insumos agrícolas que no contaminen el medio ambiente hace que el uso de productos fabricados a base de algas marinas sea importante en los programas de cultivo. Ello porque se ha demostrado que las algas constituyen la fuente de trazas minerales más completas que actúan como acondicionadores de los procesos enzimáticos necesarios para la salud del suelo y los procesos de aireación que necesita la planta.

Considerando la importancia del cultivo de maíz en la provincia de Los Ríos y la necesidad de elevar los niveles de producción de los cultivos se plantea la presente investigación para de este modo constituir una tecnología que permita elevar el rendimiento y a la vez generar una utilidad acorde a la inversión que requiere la misma.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 2.1. Marco Teórico

### 2.1.1. Cultivo de maíz

#### 2.1.1.1. Origen

El maíz es originario de América, donde era el alimento básico de las culturas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran al Nuevo Mundo. El origen de esta planta sigue siendo un misterio. Hay pruebas concluyentes, aportadas por los hallazgos arqueológicos y paleobotánicas, de que, en el valle de Tehuacán, al sur de México ya se cultivaba maíz hace aproximadamente 4.600 años (Izquierdo, 2012).

#### 2.1.1.2. Descripción taxonómica

Según Acosta (2009), la descripción taxonómica del maíz es la siguiente:

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Tribu:</b>	Maydeas
<b>Género:</b>	<i>Zea</i>
<b>Especie:</b>	<i>mays</i>

#### 2.1.1.3. Descripción botánica

- **Planta:** Es una planta con inflorescencia masculina y femenina, con tallo erguido, rígido y sólido (Molina, 2010). Existen variedades enanas de 40 a 60 cm de altura, hasta las gigantes de 200 a 300 cm, el maíz común no produce macollos (Chacón & Sarabia, 2006).

- **Sistema radicular:** Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (Izquierdo, 2012).
- **Tallo:** El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal (Izquierdo, 2012).
- **Inflorescencia:** La inflorescencia masculina se le conoce como panoja, el cual es llamado errónea y vulgarmente como espiga. La panoja está compuesta por un eje central (prolongación del tallo), del cual se originan varias espigas laterales y una principal en la parte superior, a su vez estas espigas alojan a varias espiguillas que contienen un par de flores con estambres largamente filamentosos en el que se producen los gametos masculinos (polen). La inflorescencia femenina corresponde a una espiga, que se componen de un eje central, grueso y cilíndrico (olote). Está envuelto por un conjunto de estructuras que se les denomina bracteadas, comúnmente conocidos como “hojas”. El conjunto que forman la espiga y las bracteadas se le conoce coloquialmente como mazorcas. Las estructuras que aparentan pelos o lo que en lenguaje común le denominan pelos de elote son botánicamente estilos. Por estos estilos penetran el polen que las panojas diseminan para efectuar la fecundación (Fitochapingo, 2009).
- **Hojas:** Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Izquierdo, 2012).
- **Fruto:** El grano de maíz maduro está compuesto por tres partes principales: la cubierta de la semilla pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión (también llamado germen), que llegara a ser una nueva planta. La mazorca está formada por una parte central llamada olote; que representa del 15 al 30% del peso de la mazorca, el grano se dispone en hileras longitudinales, teniendo cada mazorca varios centenares, botánicamente en un fruto en cariósipide conocido comúnmente como semilla o grano, la semilla de maíz está constituida por las siguientes estructuras: pericarpio, capa de células de aleurona, endospermo, capa de células epiteliales, escutelo, coléoptilo, plúmula, nudo cotiledonar, radícula y coleoriza (Maas, 2001).

## **2.1.1 Factores que afectan a la productividad del maíz**

### **2.1.1.1 Temperatura**

Dentro de los factores climáticos determinantes de la producción vegetal, la temperatura es uno de los más importantes. Es común observar que en años «fríos» el desarrollo de las fases fenológicas de las plantas se atrasa mientras que en años «cálidos» se adelanta. El desarrollo del maíz depende directamente de la temperatura en la medida en que no se modifique la evolución fisiológica de las plantas por efectos de la ocurrencia de valores muy bajos o muy altos de aquélla, o cambios en el fotoperiodo (Totis, 2008).

El cultivo de maíz requiere una temperatura óptima de 25 °C a 30 °C. Requiere bastante incidencia de luz solar. Para que se produzca la germinación de la semilla, la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C (Zambrano, 2009).

La influencia de la temperatura sobre las tasas de metabolismo, la temperatura representa una limitación escondida para el potencial de rendimiento en muchas áreas tropicales. Las diferencias en rendimientos de los cultivos en diferentes ambientes pueden ser explicadas, en términos generales, por la duración del cultivo; cuanto mayor es el ciclo del cultivo, más radiación es interceptada. En áreas templadas con días largos y noches relativamente frescas el potencial de rendimiento es considerablemente mayor que en áreas tropicales (Lafitte, 2001).

### **2.1.1.2 Suelo**

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas (Deras, 2014). La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentra en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y los muy sueltos (arenosos). Los primeros por su facilidad a inundarse y los segundos por la tendencia a secarse excesivamente. Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos que presenten buenas condiciones tales como textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua (Yzarra, Trebejo, & Noriega, 2006).

### **2.1.1.3 Salinidad**

El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. Las sales retrasan la nacencia de las semillas, sin afectar sus porcentajes de emergencia (un contenido de sales totales solubles de 0,5% en el suelo, o bien, 15,3 g/l en la solución del suelo). Las plantas mueren cuando la concentración alcanza valores de 1,15% ó 43 g/l (Yzarra, Trebejo, & Noriega, 2006).

### **2.1.1.4 Pluviometría**

Las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento se requiere entre 400 a 650 mm anual, para el Cantón Paltas (Zambrano, 2009). Sin embargo, aun esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de éste o del escurrimiento, o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa (Yzarra, Trebejo, & Noriega, 2006).

### **2.1.1.5 Sequía**

Cuando la sequía ocurre durante el establecimiento del cultivo las plántulas mueren y su población se reduce; como el maíz tiene una escasa capacidad para producir macollos productivos, el cultivo no puede compensar el efecto de la sequía, aun cuando las lluvias sean adecuadas en el resto de la estación. La resiembra de las plantas perdidas es efectiva solo si se hace en una etapa temprana, ya que la alta variabilidad de las plantas sembradas tiene un efecto negativo sobre toda la producción. Si la sequía ocurre durante el llenado del grano, la velocidad y la duración del período de llenado decrecen; esto ocurre a causa de una reducción en la fotosíntesis y una aceleración de la senescencia foliar. El estrés del llenado del grano por lo general ocurre cuando las lluvias terminan temprano, en comparación con otros años; las variedades de madurez temprana pueden evitar tal estrés, pero a costa de una pérdida de potencial de rendimiento en los años de buenas lluvias (Lafitte, 2001).

### **2.1.2. Fertilización foliar**

La fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea que aporta elementos esenciales a los cultivos, solucionando la deficiencia de nutrientes mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las hojas. Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, por favorecer, además, el buen desarrollo de los cultivos y mejorar el rendimiento y la calidad del producto (Quiminet, 2006).

La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. Sin embargo, la comprensión actual de los factores que influyen para alcanzar la máxima eficacia de las aplicaciones foliares aún sigue siendo incompleta. Además, la fertilización foliar es teóricamente más amigable con el ambiente que la aplicación de nutrientes por vía radicular, tiene una acción más inmediata y orientada al objetivo que la fertilización del suelo ya que los nutrientes pueden ser aplicados directamente a los tejidos vegetales durante las etapas críticas del crecimiento de las plantas. Sin embargo, si bien la necesidad de corregir un estado de carencia nutricional en un cultivo puede estar bien definida, la determinación de la eficacia de la fertilización foliar puede ser mucho más incierta (Fernández, Sotiropoulos, & Brown, 2015).

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. En esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución. Ha sido bien demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada. Esta técnica de fertilización se ha convertido en una práctica importante en muchos sistemas de producción agrícola porque permite la corrección rápida y oportuna de deficiencias nutricionales, favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, y mejora el rendimiento y calidad de la cosecha (Molina, 2002).

Segura (2002), indica que de acuerdo con el propósito que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en seis categorías:

- **Fertilización correctiva:** es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.
- **Fertilización preventiva:** se realiza cuando se conoce que un determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.
- **Fertilización sustitutiva:** se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, un buen ejemplo es el manejo del cultivo de la piña. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes. En el cultivo del café el uso de solamente fertilizantes foliares sin abonamiento al suelo (seis aplicaciones por año), se ha obtenido una producción 18% en relación con la fertilización al suelo.
- **Fertilización complementaria:** consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente se utiliza para suplir micronutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos.
- **Fertilización complementaria en estado reproductivo:** puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales, durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.
- **Fertilización estimulante:** consiste en la aplicación de formulaciones con NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulador sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

En algunos cultivos, la fertilización foliar causa efectos adicionales, tales como el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja. La demanda de nutrimentos por parte de las especies vegetales cultivadas no es uniforme, sino que más bien varía con los estados fisiológicos a lo largo de su ciclo productivo. La demanda de nitrógeno es alta y constante, pero se requiere en particular durante los estados de alta tasa de crecimiento, floración y fructificación. Por ejemplo, en el cultivo del arroz, la demanda de nitrógeno es alta durante el macollamiento, iniciación de la panícula y el llenado del grano. El potasio es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción, tales como la tuberización y llenado del tubérculo, iniciación y llenado del grano, así como en el cuajado y llenado del fruto. El potasio es esencial para la síntesis de carbohidratos, pero además influye en la translocación y acumulación de azúcares y almidones. En estas épocas críticas de gran demanda de nitrógeno y potasio, el abonamiento foliar puede ser un buen complemento para ayudar a obtener granos más densos y frutos más grandes y jugosos, aumentando así el rendimiento total del cultivo. Para lograr el éxito de un programa de fertilización foliar es necesario tomar en cuenta varios factores como son: la planta, clima y formulación foliar (Molina, 2002).

### **2.1.3. Fertilización foliar a base algas marinas**

Las algas marinas son uno de los más importantes recursos marinos del mundo y se utilizan como alimento para ganado, consumo humano, materias primas para muchas industrias, fertilizantes agrícolas y como una fuente de ficocoloides tales como agar, ácido alginico y carragenina (Sathya *et al.*, 2010).

La práctica de fertilización biológica con base en algas marinas de especies con valor agrícola ha demostrado incrementos en rendimiento y buena calidad de las cosechas a partir de la aplicación directa o de sus derivados (Canales, 2001). Las respuestas de las plantas a la aplicación de algas marinas son mayor rendimiento, mejor absorción de nutrientes, mejoran la germinación de la semilla, incrementa el contenido de clorofila y el tamaño de las hojas (Zermeño *et al.*, 2015).

El contenido de clorofila en la hoja está estrecha y directamente relacionado con el estado nutricional del cultivo (Moran *et al.*, 2000; Chang & Robinson, 2003; Berg & Perkins, 2004). Estudios previos muestran que los extractos de algas marinas contienen citoquininas, auxinas y betaínas que incrementan significativamente la concentración de clorofila en las hojas de las plantas (Schwab & Raab, 2004; Thirumaran *et al.*, 2009).

Los extractos de algas marinas como biofertilizantes, son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueve la germinación de semillas y que incrementa el desarrollo y rendimiento de cultivos (Norrie & Keathley, 2005). Se utilizan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura y horticultura (Hernández *et al.*, 2014). Tradicionalmente, las comunidades costeras de todo el mundo han estado utilizando algas como enmienda del suelo. El efecto del fertilizante de algas compostado es dependiente de su composición, patrón de mineralización bioquímica y la sincronización de los nutrientes con la demanda de los cultivos. Las algas son disponibles comercialmente, y son consideradas como un recurso para la agricultura ecológica (Craigie, 2011; Rebours *et al.*, 2014).

Los extractos de algas son productos obtenidos de la extracción química o física de algas marinas. Las algas han sido usadas desde siempre por el hombre como fertilizante, alimento para el ganado y sobre todo en las culturas orientales como alimentación humana. Las primeras referencias de su uso como enmienda agrícola datan de China en el año 2700 a. c. y ya en Europa, se extiende su uso agrícola desde el siglo XII (AEFA, 2012).

Las algas marinas son parte integral de la ecología y contorno costero. Durante siglos, las zonas agrícolas cercanas a estas áreas costeras fueron abonadas con algas marinas por ser fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos de frutales y hortícolas (Medjdoub, 2008). Se ha comprobado que las algas microscópicas, verdes azules, de origen marino, se reproducen a una gran velocidad, transformando la materia orgánica de los pequeños charcos y gotas en los suelos e incrementando la materia orgánica asimilable (Ortiz, 2010).

En concreto, las algas marinas, se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos; actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido en fibra y como fertilizante por su contenido en minerales (Alvarado, 2015).

El número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum* por supuesto los métodos de procesamiento, la calidad y la eficacia del producto varían ampliamente según la especie de alga marina utilizada, entre todas las algas marinas y los extractos que se encuentran ahora en el mercado, *Ascophyllum nodosum* quizá es la especie de alga marina que más se ha investigado y usado en aplicaciones agrícolas además se ha demostrado que su aplicación a semillas promueve una germinación más temprana y proporciona a las plantas más resistencia al estrés durante su crecimiento juvenil, las aplicaciones al suelo y la inmersión de las raíces en una solución del extracto de algas marinas se ha aplicado también bajo ciertas normas (Maas, 2001).

Norrie & Keathley (2005), sostiene que los extractos de algas pueden ser utilizados como biofertilizantes, ya que han demostrado promover la germinación de la semilla, crecimiento y rendimiento de las plantas. Por su parte Arthur & Stirk (2003) y Zurawicz & Mazny (2004) mencionan que los beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas.

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 (Canales, 2000). El uso de extractos de algas a base de bioestimulantes entra cada vez más en la escena agrícola, permitiendo su uso en agricultura orgánica debido a la necesidad de fertilizantes, pesticidas y hormonas naturales (Arrais *et al.*, 2016).

Las algas marinas se aplican en la agricultura en forma de harina, extractos y polvos solubles. Algunos experimentos que se han realizado en diversos países demuestran la efectividad de las algas marinas en cultivos como: el cacahuete, en el cual incrementó el volumen de semilla, el contenido de proteína; coliflor, el diámetro del florete se incrementó significativamente; en crisantemo, se redujo considerablemente la población de araña roja y de áfidos; en chile pimienta, se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; en maíz y frijol, se obtuvieron

incrementos en el rendimiento de 1.5 % y 7.7 %, respectivamente; en pepino cv. pepinova, el rendimiento se incrementó más de 40 %, la vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días y se redujo la población de araña roja; y en tomate, se incrementó la resistencia a heladas (Intagri, 2017).

En la agricultura la aplicación de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) al suelo muestran la mejora significativa del desarrollo y rendimiento de cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) (Dogra & Mandradia, 2014). De igual forma al cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) variedad Italica (Lola-Luz, Hennequart, & Gaffney, 2014). La aplicación al suelo y foliar de extractos de algas marinas (*Sargassum spp.*) resultó en incrementos en rendimientos de 44% en trigo (*Triticum aestivum*) variedad AN Tongo, 50% en chile serrano (*Capsicum annuum* L.), 24% en cilantro (*Coriandrum sativum*), 78% en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) cv Imperial, 23% en papa (*Solanum tuberosum*) cv Alfa (Canales, 2000).

La aplicación de algas marinas como bioestimulantes son una tecnología muy prometedora, los resultados en su aplicación práctica son favorables, además de que son amigables con el ambiente, pues no contaminan ni son residuales. Sin embargo, se desconocen muchos aspectos sobre su aplicación para sacarles un buen provecho (Intagri, 2017).

Estudios previos mencionan que la aplicación de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) incrementó el contenido de clorofila en las hojas de vid (*Vitis vinifera*) resultando en un mayor rendimiento y calidad de los frutos del cultivo (Sabir *et al.*, 2014).

Los efectos conseguidos por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas son: aumento del crecimiento de las plantas, adelanto de la germinación de las semillas (El-Sheekh & El-Saied, 2000), retrasan la senescencia, reducen la infestación por nemátodos, incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas. Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas (Arthur & Stirk, 2003; Zurawicz & Mazny, 2004), e incrementar el grado de maduración de los frutos (Fornes, Sanchez, & Guardiola, 2002).

Varios trabajos han demostrado que la aplicación foliar de extractos del alga *Ascophyllum nodosum* reducen significativamente la infección por mildiu en hojas infectadas por *Phytophthora capsici* y *Plasmopara viticola*. Demostrando un aumento del contenido de peroxidadas y de la concentración de fitoalexinas, ambos marcadores de la resistencia, en las hojas de pimiento (Alvarado, 2015). Más recientemente, en un trabajo publicado por Zhang y Ervin, (2004), demostraron por primera vez la presencia de citoquininas en los extractos de algas y que su aplicación induce un aumento de la concentración endógena del nivel de citoquininas, lo que posiblemente es la base de la mejora contra la sequía de la hierba estudiada 'Bentgrass'.

Selvam & Sivakumar (2014) mencionan que la aplicación por pulverización foliar de extractos líquidos de algas marinas rojas (*Hypnea musciformis*, Wulfen) Lamouroux (*H. musciformis*) a una concentración del 2% maximizan el crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), así como aumentan el contenido en clorofila en las hojas. (Selvam & Sivakumar, 2014).

Ni todas las algas son iguales, ni todas están elaboradas con el mismo procedimiento. Los resultados que se pueden obtener con el aporte de extractos de algas están estrictamente relacionados con el proceso de la elaboración de los derivados de algas marinas. Efectivamente, se ha comentado también, que cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que viven asociados con ellas permanecen en estado viable y se pueden propagar donde se aplican incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción siempre de forma totalmente natural (Alvarado, 2015).

Ayala (2013), realizó una evaluación agronómica de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de cuatro dosis de extracto de algas marinas en el cantón La Maná. Para tal efecto estudió dos híbridos de INIAP: H-551 y H-553, con a la aplicación de dosis de 0, 25, 50 y 75 Kg/Ha de Algasoil, observando que al aplicarse la dosis de 25 Kg/ha de Algasoil, se obtuvieron plantas de mayor altura tanto a los 60 días en los híbridos INIAP H-551 y H-553 con promedios de 176.02 y 200.23 cm, respectivamente. Sin embargo, la dosis de 20 Kg/ha produjo mazorcas más en el híbrido H-551, mientras que el híbrido INIAP H-553 mostro una mejor respuesta a la dosis de 75 Kg/ha, ya que éste último es más exigente en fertilización, demostrando también que la dosis puede en ciertos casos influir negativamente en los cultivos. Esto se ve reflejado al

analizar los resultados de rendimiento del mencionado autor que obtuvo un rendimiento de 5126.46 Kg/ha para el híbrido H-551 con 50 Kg/ha de Algasoil, y de 5109.96 Kg/ha con dosis de 75 Kg/ha en el híbrido H-553.

Da Silveira *et al.* (2015), efectuaron un ensayo en la búsqueda la mejora del crecimiento de las plántulas de caña de azúcar, llevaron a cabo un ensayo a cabo en la Estación de Investigación de Caña de Azúcar de la Universidad Federal de Paraná, Brasil con la finalidad de examinar los efectos de un extracto de algas (*Ascophyllum nodosum*) en la acumulación de masa seca de la parte aérea y raíces de plántulas originadas de segmentos tomados de las partes apicales, mediales y basales de la variedad RB867515. Los resultados de dichos autores mostraron una mejoría de las acumulaciones de masa seca de los brotes y raíces en las plántulas originadas de segmentos basales por la aplicación de extracto de algas. (Da Silveira, y otros, 2015)

Arrais *et al.* (2016), condujeron un estudio con el objetivo de determinar la eficiencia del uso del producto comercial Acadian a base de *Ascophyllum nodosum* en la producción de porta injertos de *Annona glabra* L en un invernadero con 50% de sombra. Los mencionados autores evaluaron cinco dosis del extracto: 0, 2, 4, 6 y 8 cc/l, observando que dicho extracto de algas a una dosis de 2 cc/l produjo resultados positivos en el comportamiento agronómico de *Annona glabra* L.

Las dosis y tiempos de aplicación de varios extractos de algas marinas han demostrado ser específicos para los diferentes cultivos y pueden producir resultados variados en los mismos. Sin embargo, las dosis varían entre 0.2 y 1.5 kilogramos de alga sólida por hectárea por aplicación. En muchos casos, la aplicación temprana de los extractos es muy eficaz para preparar las plantas contra las primeras altas temperaturas y para resistir enfermedades al mismo tiempo que ayudan a conseguir un rendimiento máximo. La aplicación tardía se usa mucho para retrasar la caída de la fruta, mejorar la calidad después de la cosecha y mejorar el contenido de azúcar en la fruta. Otros beneficios obtenidos incluyen mejoras en el color de la fruta y en el tiempo de almacenaje (Gil, 2004).

La importancia dedicada a la utilización de las algas marinas y/o sus derivados como bioestimulante está cada día ganando más amplitud e importancia. Se llama bioestimulante, moléculas biológicas que actúan potenciando determinadas expresiones metabólicas y fisiológicas en los vegetales. El crecimiento y el desarrollo de las plantas está controlado por

hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales controlan directamente e indirectamente la ejecución de numerosas y varias reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general (Medjdoub, 2008).

El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas (Arthur, Stirk, & Vanstaden, 2003), adelantar la germinación de las semillas (El-Sheekh & El-Saied, 2000), retrasar la senescencia, reducir la infestación por nemátodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas (Kuwada *et al.*, 1999).

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos, son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas (Arthur, Stirk, & Vanstaden, 2003; Zurawicz, Mazny, & Basak, 2004), e incrementar el grado de maduración de los frutos (Fornes, Sanchez-Perales, & Guardiola, 2002). En trabajos realizados por Gálvez (2005) se demostró que aplicación foliar de extractos de algas (*Durvillea antarctica*) en las especies vegetales arándano (*Vaccinium corymbosum*) y ciruelo (*Prunus insititia*) permitió un aumento considerable de la acumulación de materia seca en la parte aérea, así como un aumento de la materia seca total de todos los árboles de arándano y ciruelo. También se observó, se observó un aumento de la concentración de potasio en los ciruelos tratados con extractos de algas (Gálvez, 2005).

En diversos estudios se han reportado incrementos en el contenido de clorofila de diferentes cultivos por efecto de la aplicación de extractos de algas marinas. Por ejemplo, Jothinayagi y Anbazhagan (2009) mencionan que la aplicación de extractos de algas marinas al suelo y mojado de semillas aumentó el contenido de clorofila y el vigor de las plantas de Okra (*Abelmoschus esculentus*). Similarmente, en un cultivo de fresa (*Fragaria annanasa*), Spinelliet *al.* (2010), observaron un incremento de 11% en el contenido de clorofila de las hojas por efecto de la aplicación de extractos de alga marinas, que resultó en un incremento de 27% de la producción de frutos. De igual forma, Khan *et al.* (2012) reportaron un aumento del contenido de clorofila de las hojas de un cultivo de vid cv Perette, por la aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). (Jothinayagi & Anbazhagan, 2009)

Zodape *et al.* (2010) mencionan un incremento de 30.11% en el rendimiento de grano del cultivo de frijol mungo o grano verde (*Phaseolus radiata* L.), por la aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Para el mismo cultivo, Pramanick, Brahmachari, & Ghosh (2013), observaron un incremento de 38.97% con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Rathore *et al.* (2009) reportaron incrementos de hasta 57% en rendimiento de grano de un cultivo de soya (*Glycine max* L Merrill) con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Kumar & Sahoo (2011) observaron un incremento del 11% en rendimiento de grano de un cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) cv Pusa Gold con aplicación líquida a las semillas de extractos de algas marinas (*Sargassum wightii*). Pramanick *et al.* (2014) reportaron un incremento de grano de un cultivo de arroz (*Oryza sativa*) de hasta 41.5% con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii* y *Gracilaria sp.*).

Colapietra & Alexander (2005) observaron un incremento de hasta 17° brix en un cultivo de uva de mesa (*Vitis vinífera*) cv Italia con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). El incremento en azúcares totales para una plantación de vid cv Perlette fue 28%, por la aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) (Khan *et al.*, 2012).

Los resultados que se pueden obtener con el aporte de algas están estrictamente relacionados con el proceso de la elaboración de los derivados de algas marinas. Efectivamente, se ha comentado también, que cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que viven asociados con ellas, permanecen en estado viable y se pueden propagar donde se aplican, incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción siempre de forma totalmente natural. Es adecuado pensar que la agricultura está en una gran fase de importantes cambios. Los productos naturales van a jugar un papel cada más importante (Medjdoub, 2008).

#### **2.1.4. Agrostemin**

Agrostemin es un regulador biológico de origen vegetal, desarrollado en Yugoslavia como resultado del trabajo de la Dra. Danica Gajic con el *Agrostemma Githago* y otras plantas. Desde el punto de vista químico, el Agrostemin es una mezcla de aminoácidos de origen

natural y otros compuestos orgánicos como: triptofano, adenina, ácido fólico, alantoina, etc. Agrostemin tiene un amplio uso en el sector agrícola, pudiendo ser aplicado eficazmente y con importantes beneficios sobre una amplia variedad de cultivos. Al considerarse al Agrostemin como una sustancia biológicamente estimulante, debe tenerse en cuenta, al igual que con otros factores, que el efecto generado depende directamente de las características biológicas de la especie sobre la que se aplica (Yumexzemun, 2009).

Agrostemín es una fuente naturalmente (proveniente del alga marina *Ascophyllum nodosum*) balanceada de varios componentes, como: Macro y Micronutrientes (Biológicamente complejados por aminoácidos), carbohidratos y promotores biológicos fitohormonales de Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Por esta formulación actúa como regulador hormonal ejerciendo un efecto relevante sobre aspectos como rendimiento, calidad y el vigor de los cultivos. Tiene un efecto enraizador, en semilleros o en cultivos establecidos, estimulando una germinación vigorosa y brotación uniforme, mejorando la formación de sistema radicular, provocando un rápido despegue de las plántulas, reduciendo el estrés en el momento del trasplante, aumentando la masa radicular efectiva (QSI Corp, 2010).

Las propiedades biológicas de Agrostemin® se destacan por el efecto sobre las plantas, cuyos resultados son el aumento de rendimiento y calidad en la agricultura, horticultura, fruticultura, plantas industriales, como también en prados y pastizales. En principio actúa en las plantas que pertenecen a las variedades alantoinitas. Pertenece al grupo de alelopáticos de origen natural, que actúa como regulador con el mismo principio que el proceso de la vida (respiración, asimilación, fotosíntesis, etc) en la fase autótrofa y heterótrofa nutricional de la planta, estimulando su crecimiento, desarrollo y aumento del fruto (cantidad y tamaño del fruto) (Agrostemin, 2009).

Agrostemín se puede utilizar como tratamiento de semilla por aspersion, impregnación o inmersión, así como en aspersion de solución preparada en las etapas de foliación y desarrollo vegetal (Navas, 2013).

Este producto tiene una amplia gama de efectos y sirve para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de los productos agrícolas (agricultura, horticultura, fruticultura, plantas industriales, prados y pastizales) y selvicultura. se usa tanto en tratamiento foliar, como también para pulverizar las semillas. Se emplea, sin problemas tecnológicos, junto con sustancias de

protección de la planta, como abonos y otros productos. Actúa positivamente sobre el estado general de la planta. Las plantas soportan mejor los factores externos negativos (sequía, heladas, altas temperaturas), mejora la estructura de los suelos, como también aumenta su contenido del  $P_2O_5$ . Siendo una materia prima de origen vegetal y que se aplica en cantidades relativamente pequeñas, no deja residuo alguno, ni contamina el medio ambiente (Agrostemin, 2009).

Navas (2013), evaluó el efecto de diferentes dosis de Agrostemin en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Salcedo, reportando que al utilizar 4 g de agrostemin/litro de agua obtuvo un porcentaje de germinación de 98.52% (frente a 98.72% al testigo sin biorregulador), mayor diámetro del tallo (0.27 cm) y mayor número de plantas comerciales (324 000 plantas).

### **2.1.5. Basfoliar Algae**

Basfoliar Algae se produce a partir de algas que provienen de las costas del Océanos Pacífico, el que por sus frías y oscuras aguas induce a las algas a la producción de altos contenidos de Carbohidratos, Fitohormonas y Vitaminas, compuestos que se mantienen en forma intacta en el extracto gracias al moderno y sofisticado proceso de extracción. Además, está complementado con minerales y aminoácidos. Todos estos elementos se potencian con la incorporación de azúcares - alcoholes, un eficiente e innovador elemento bioestimulador para las plantas (Compo Expert, 2010), las mismas que han demostrado ser muy provechosas al ser aplicadas a los cultivos (Maneveldt & Frans, 2003).

Este producto actúa estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático y al ataque de plagas y enfermedades. Esto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, tallos vigorosos, buena floración y fructificación, induce mecanismos de defensa frente a patógenos, incrementa la fotosíntesis, activa procesos enzimáticos y metabólicos (Saavedra, 2013).

Diguay (2011), evaluó tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Los tratamientos estudiados fueron los bioestimulantes Basfoliar Algae, Biotek y Seaweed Extract en dosis de 1.5; 2.0 y 2.5 l/ha

más un testigo sin aplicación. Dicho autor observó que al aplicar 2.5 l/ha de Basfoliar Algae, registró plantas que superaron en 6.77 cm a los 50 días de edad a aquellas plantas sin aplicación, siendo de 16.34 la diferencia a los 75 días de edad del cultivo. Además, el mencionado tratamiento presentó un acorde de 4 días en el tiempo a la floración, superó en 4.33 cm en el diámetro del tallo, las pellas fueron de 5.0 cm más de diámetro, 0.19 Kg más de peso lo que se vio reflejado en el rendimiento que fue de 7916.67 Kg/ha más que los valores registrados con el testigo sin aplicación, lo que consecuentemente produjo \$ 2120.22 de utilidad por encima de la alcanzada con el testigo sin aplicación.

Saavedra (2013), en un cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), obtuvo plantas de 79.71 cm al aplicar Basfoliar Algae, mientras que al aplicar Basfoliar Aktiv las plantas alcanzaron una altura de 67.22 cm. Este autor también obtuvo panojas de amaranto de mayor tamaño con Basfoliar Algae con 39.85 cm, en comparación con las panojas de 39.10 cm obtenidas al aplicar Basfoliar Aktiv.

Garófalo (2017), aplicó Basfoliar Algae y Basfoliar Aktiv en dosis de 1.0, 1.5 y 2.0 l/ha en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.), observando que con Basfoliar algae produjo plantas más altas a la cosecha (132.4 cm), capítulos de mayor diámetro (13.6 cm) y más pesados (139.9 g), y un mayor rendimiento en comparación con el otro bioestimulante en estudio (4142.3 Kg/ha). El mencionado autor también comprobó que al utilizarse Basfoliar Algae en dosis de 2.0 l/ha obtuvo una rentabilidad del 48%, mientras que al aplicarse una dosis de 1.5 l/ha la rentabilidad fue de 35%, evidenciando además que al aplicarse la dosis de 2.0 l/ha incrementa significativamente los ingresos ya que el testigo que sólo se fertilizó edáficamente registró una rentabilidad del 40%. De manera general este autor, con su investigación puso evidencia que la dosis de aplicación es un factor importante al momento de efectuar aplicaciones foliares para promover el desarrollo y rendimiento de dicho cultivo, ya que las dosis más altas mostraron mejores resultados, pero también recomienda no excederse en la dosis ya que puede influir negativamente en el cultivo.

Guamán (2011), llevó a cabo una evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco, provincia de Pichincha. El mencionado autor estudió los bioestimulantes: Basfoliar algae, Newfol-Plus y Satisfy, comprobando que de manera general con Basfoliar algae obtuvo mayor porcentaje de prendimiento (99.54%), plantas de más altas a los 30, 60 y 90 días (11.09, 22.19 y 41.72 cm),

menor número de hojas enfermas por planta (2.28 hojas enfermas), mayor número de hojas por planta (20.88), hojas más largas 21.08 cm), plantas más pesadas (0.52 Kg) y por ende mayor rendimiento (1.64 Ton/ha).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la Finca “Diana Marisol” propiedad del Sr. Adriano Ubilla Romero, ubicada en el Km 10.5 de la vía Quevedo – Santo Domingo, Rcto. Cuatro Mangas entre las coordenadas 0°55'51.1"S 79°29'18.3"W, una altura de 60 m.s.n.m. El suelo es de topografía regular con poca pendiente, textura franco arenoso, pH de 6.4 a 7.1 y drenaje regular.

### **3.2. Características climáticas**

El clima de la zona es tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24.8 °C, precipitación promedio de 2200 mm/año, humedad relativa de 84 %, heliofanía anual de 894 horas.

### **3.3. Tipo de investigación**

Se llevó a cabo una investigación experimental, estableciendo un ensayo para determinar el efecto de los tratamientos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz, a través de la evaluación de diferentes variables.

### **3.4. Métodos de investigación**

Se utilizó el método experimental que implica la práctica estándar de manipulación cuantitativa de una variable independiente para generar datos estadísticamente analizables de una variable dependiente.

### **3.5. Material genético**

Se utilizó la semilla híbrida Nidera NS-8282 distribuido por la empresa El Agro, cuyas características agronómicas se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Características agronómicas del híbrido Nidera NS 82

<b>Tipo de híbrido</b>	Simple
<b>Días a la cosecha</b>	120
<b>Altura de planta</b>	245 cm
<b>Altura de inserción de mazorca</b>	135 cm
<b>Potencial de rendimiento</b>	230 qq/ha
<b>Rendimiento promedio</b>	180 qq/ha
<b>Tolerancia a enfermedades</b>	Alta
<b>Color de planta</b>	Verde oscuro
<b>Resistencia física del tallo</b>	Resistente
<b>Resistencia física de la raíz</b>	Baja
<b>Forma de mazorca</b>	Cónica
<b>Número de hileras de granos</b>	16 – 18
<b>Desgrane</b>	Excelente
<b>Cobertura de mazorca</b>	Excelente
<b>Tamaño de mazorca</b>	Mediano
<b>Índice de desgrane</b>	81%
<b>Color de grano</b>	Anaranjado – amarillo
<b>Textura de grano</b>	Semi-cristalino
<b>Tolerancia de grano a enfermedades</b>	Media

Fuente: Nidera (2017)

### **3.6. Factores de estudio y tratamientos**

#### **3.6.1. Factores de estudio**

El único factor de estudio el abono foliar, se aplicaron dos abonos foliares para contribuir al desarrollo del cultivo y complementar la fertilización edáfica. Los abonos foliares fueron: Agrostemín y Basfoliar algae, elaborados a base de algas marinas. Ambos productos se aplicaron en tres dosis:

- Agrostemín: 200, 400 y 600 g/ha.
- Basfoliar algae: 0.5, 1.0 y 1.5 l/ha.

### 3.6.2. Tratamientos Estudiados

Se enlistan a continuación:

- T<sub>1</sub>:** 600 g/ha de Agrostemín
- T<sub>2</sub>:** 400 g/ha de Agrostemín
- T<sub>3</sub>:** 200 g/ha de Agrostemín
- T<sub>4</sub>:** 1.5 l/ha de Basfoliar algae
- T<sub>5</sub>:** 1.0 l/ha de Basfoliar algae
- T<sub>6</sub>:** 0.5 l/ha de Basfoliar algae
- T<sub>7</sub>:** Testigo sin fertilización foliar

#### 3.6.2.1. Características de los abonos foliares y preparación de los tratamientos

Agrostemin es un regulador biológico de origen vegetal, siendo una mezcla de aminoácidos de origen natural y otros compuestos orgánicos como: triptofano, adenina, ácido fólico, alantoina, etc. Sirve para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de los productos agrícolas, además las plantas soportan mejor los factores externos negativos (sequía, heladas, altas temperaturas). La presentación comercial de este producto es de sobres de 200 g.

Basfoliar Algae es comercializado en presentación de frasco de 1 litro, es producido a base de algas marinas, actuando estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático y al ataque de plagas y enfermedades. Esto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, tallos vigorosos, buena floración y fructificación, induce mecanismos de defensa frente a patógenos, incrementa la fotosíntesis, activa procesos enzimáticos y metabólicos.

Los tratamientos se prepararon por separado en recipientes de 20 litros, homogenizando la mezcla por cada tratamiento. Se estimó la cantidad de mezcla para cada parcela por tratamiento, tomando como referencia 200 litros de agua que se utilizan en una hectárea, estableciendo de esta manera la cantidad a utilizar por cada parcela de 16 m<sup>2</sup>:

$$\text{Cantidad de agua por parcela} = \frac{200 \text{ l de agua} * 16 \text{ m}^2}{10000 \text{ m}^2} = 0.32 \text{ l de agua}$$

De igual manera se determinó la cantidad de cada producto a utilizar por 20 litros de agua para realizar la mezcla, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de producto/20 litros de agua} = \frac{\text{Dosis/ha} * 20 \text{ litros agua (bomba)}}{200 \text{ litros de agua (hectárea)}}$$

Las cantidades de producto utilizados para la aplicación de los tratamientos en estudio en las unidades experimentales fueron:

- T<sub>1</sub>:** 60 g de Agrostemín/20 litros de agua
- T<sub>2</sub>:** 40 g de Agrostemín/20 litros de agua
- T<sub>3</sub>:** 20 g de Agrostemín/20 litros de agua
- T<sub>4</sub>:** 150 cc de Basfoliar algae/20 litros de agua
- T<sub>5</sub>:** 100 cc de Basfoliar algae/20 litros de agua
- T<sub>6</sub>:** 50 cc de Basfoliar algae/20 litros de agua
- T<sub>7</sub>:** Testigo sin fertilización foliar

Para dosificar la cantidad de producto a utilizarse se usó una gramera para el Agrostemín y un vaso dosificador para Basfoliar.

Una vez preparada la mezcla (agua + producto) por cada tratamiento se procedió a aplicar uniformemente en cada parcela experimental en primeras horas de la mañana, utilizando una bomba de fumigación Jacto de 20 litros (boquilla 0.3 regulable). Se hicieron dos aplicaciones: a los 15 y 25 días de edad del cultivo en las dosis establecidas. Se tuvo cuidado en que el tiempo y recorrido en cada parcela para la aplicación de la mezcla fuera proporcional al tiempo que le toma a alguien para cubrir una hectárea. El excedente de cada bomba se aplicó en un cultivo comercial cercano.

mientras que el testigo no recibió ningún tipo de fertilización foliar. Los excedentes de cada tratamiento se colocaron en un tanque de 200 litros, para homogenizarlos y utilizarlos en un cultivo comercial, próximo a sitio experimental.

### 3.7. Diseño experimental y análisis estadístico

Se aplicó el Diseño Bloques Completos al Azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 21 unidades experimentales.

A todas las variables en estudio se les realizó el respectivo análisis de varianza (ADEVA). Se evaluó la diferencia entre las medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Para el procesamiento estadístico se hizo uso de Infostat.

El esquema del análisis de varianza del ensayo en cuestión se presenta en la Tabla 1:

**Tabla 2.** Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	6
Error	12
Total	20

#### 3.7.1. Especificaciones del experimento

Densidad poblacional	:	62500 plantas/ha
Dimensiones de la cada subparcela	:	4.0 x 4.0 m
Dimensiones del ensayo	:	15.0 x 34.0 m
Distancia entre hileras	:	0.8 m
Distancia entre plantas	:	0.2 m
Distancia entre repeticiones	:	1.5 m
Distancia entre tratamientos	:	1.0 m
Longitud de las repeticiones	:	34.0 m
Número de hileras por tratamiento	:	5
Número de plantas por hilera	:	20
Número de plantas por tratamiento	:	100
Número de repeticiones	:	3
Número de tratamientos	:	7
Número de unidades experimentales	:	21
Número de semillas por sitio	:	1

Área total del ensayo	:	510.0 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo	:	336.0 m <sup>2</sup>
Total de plantas en el ensayo	:	2100
Total de planta útiles en el ensayo	:	1260

### **3.7.2. Datos registrados y metodología de evaluación**

#### **3.7.2.1. Altura de plantas a la cosecha (cm)**

Por cada unidad experimental, se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas, las mismas que se midieron utilizando un flexómetro. Posteriormente se promedió y expresó la medida en centímetros.

#### **3.7.2.2. Longitud de mazorcas (cm)**

Por cada subparcela cosechada se escogieron 10 mazorcas, para luego medirlas con una cinta métrica y obtener el promedio en centímetros.

#### **3.7.2.3. Diámetro de mazorcas (cm)**

En las mazorcas utilizadas para la evaluación de la variable anterior, se utilizó un calibrador digital para medir su diámetro en el tercio medio de las mismas. Posteriormente se promedió y expresó el valor en centímetros.

#### **3.7.2.4. Número de hileras de granos**

Se escogieron aleatoriamente 10 mazorcas por cada subparcela, para contabilizar el número de hileras de granos presentes en cada una para luego determinar el promedio.

#### **3.7.2.5. Peso de mazorcas con tusa (g)**

Las mazorcas utilizadas para la evaluación de la longitud y diámetro de mazorcas, se pesaron en una balanza digital, para luego hallar su peso promedio y expresarlo en gramos.

### 3.7.2.6. Peso de semillas por mazorca (g)

En esta variable se extrajeron las semillas de las mazorcas utilizadas para la evaluar el peso de mazorcas con tusa. Se pesaron todas las semillas provenientes de cada mazorca en una balanza digital para posteriormente determinar tu promedio y expresarlo en gramos.

### 3.7.2.7. Rendimiento ajustado al 12% de humedad

Se registró el rendimiento de grano obtenido en el área útil de cada subparcela, luego por medio de regla de tres se calculó el rendimiento en Kg/ha. Posteriormente se ajustó el rendimiento por hectárea al 12% de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

Dónde:

**Pu:** Peso uniformizado

**Pa:** Peso actual (Ver anexo 14)

**Ha:** Humedad actual (Ver anexo 15)

**Hd:** Humedad deseada (12 %)

### 3.7.2.8. Análisis económico

Para el análisis económico se consideró los costos fijos, variables y de cada tratamiento, para en base al rendimiento de cada uno de éstos, hallar la relación beneficio/costo, mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo total de producción}}$$

Dónde:

**B/C:** Relación beneficio/costo

**Rentabilidad:** Retorno neto por cada dólar invertido

**IB:** Ingreso bruto (Rendimiento en Kg/Ha\* Precio de venta de Kg de maíz en grano). Se utilizó como precio de referencia del quintal \$ 16.00, al 12% de humedad y 1% de impurezas, determinándose un precio \$ 0.35 por cada kilogramo de maíz.

**CTP:** Costo total de producción ( $CTP=CF+CV+Ct$ ). Por lo tanto, para calcular este valor se sumaron todos los costos incurridos en la producción de maíz, previo a su venta.

**CF:** Costo fijo (Costo de todas las labores desde la siembra hasta antes de la cosecha). Este costo está constituido por la inversión que se realizó las todas las labores del cultivo a excepción de la aplicación de los abonos foliares y la cosecha. Es decir, lo que se gastó en la siembra, semillas, control de malezas, fertilizantes y su aplicación, insecticidas, fungicidas, herbicidas, dando un total de \$953.60, tomando como referencia los montos tradicionales de inversión en el cultivo por maiceros tradicionales de la zona en el año que se realizó el trabajo.

**CV:** Costo variable (Cosecha + transporte + secado y limpieza por cada Kg cosechado). Se consideró un costo de \$ 1.00 por quintal cosechado, \$ 0.82 por el transporte de cada quintal al sitio de secado y limpieza, \$ 2.00 por el tratamiento de secado y limpieza por quintal de grano, y \$ 1.00 de transporte del sitio de secado hasta el lugar de venta, dado un total de \$ 4.82 de costo variable por cada quintal cosechado, es decir \$ 0.11 de costo variable por cada Kg de maíz cosechado.

**Ct:** Costo del tratamiento (Costo del producto + costo de aplicación). Para el cálculo de este valor no se tomó en cuenta el costo de los jornales por cada aplicación, ya que los abonos foliares se aplican conjuntamente con los controles de plagas y enfermedades. El precio del Agrostemín es de \$ 8.50 y el de Basfoliar algae es de \$ 15.00, por ser dos aplicaciones se estableció la cantidad total de producto a utilizarse en la producción de 1 hectárea de maíz por tratamiento, que se describen a continuación:

**T<sub>1</sub>:** 6 sobres de Agrostemín de 200 g (\$ 51.00)

**T<sub>2</sub>:** 4 sobres de Agrostemín de 200 g (\$ 34.00)

**T<sub>3</sub>:** 2 sobre de Agrostemín de 200 g (\$ 17.00)

**T<sub>4</sub>:** 3 frascos de 1 litro de Basfoliar algae (\$ 45.00)

**T<sub>5</sub>:** 2 frascos de 1 litro de Basfoliar algae (\$ 30.00)

**T<sub>6</sub>:** 1 frasco de 1 litro de Basfoliar algae (\$ 15.00)

**T<sub>7</sub>:** Testigo sin fertilización foliar

La rentabilidad de cada tratamiento se calculó se la siguiente manera:

$$\% \text{ rentabilidad} = (B/C - 1) * 100$$

### **3.7.3. Manejo del experimento**

#### **3.7.3.1. Limpieza del terreno**

La limpieza del terreno se realizó utilizando machetes y rastrillos a fin de eliminar todos los restos de cultivos anteriores, para de esta manera facilitar la ejecución de las labores agronómicas del cultivo.

#### **3.7.3.2. Preparación del terreno**

Por aplicarse un sistema de siembra cero labranza, no se realizó ningún tipo de preparación del terreno.

#### **3.7.3.3. Siembra**

La siembra se realizó el 10 de mayo del 2017, de forma manual con jornales de trabajo utilizando espeques, colocando una semilla por sitio. Las semillas se sumergieron en una mezcla de 200 cc/ha de Semeprid (Thiodicarb + Imidacloprid) para su desinfección y evitar ataque de plagas y enfermedades.

#### **3.7.3.4. Raleo**

El raleo se llevó a cabo a 8 días después de la emergencia de las plántulas, eliminando una planta por cada sitio, dejando la más vigorosa en pie.

#### **3.7.3.5. Control de malezas**

Inmediatamente después de la siembra, se realizó un control preemergente de malezas con 2 l/ha de Glifosato + 300 cc/ha de Amina (2,4-D) el cual se combinó con 1 l/ha Pyrinox

(Clorpirifos). A los 20 días después de la siembra se hizo un control post-emergente aplicando 32 g/ha de Nicossh (Nicosulfuron) + 1 Kg/ha de Gesaprim 90 (Atrazina).

### **3.7.3.6. Fertilización**

Se realizaron tres fertilizaciones a todos los tratamientos: la primera a los 10 días después de la siembra con 200 Kg de Fertimaíz siembra (22N- 17P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -13K<sub>2</sub>O- 2MgO- 3S), la segunda con 200 Kg/ha YaraVera Amidas a los 22 días, y la tercera fertilización consistió en la aplicación de 200 Kg/ha de urea a los 35 días de edad del cultivo.

### **3.7.3.7. Control de plagas y enfermedades**

Los controles de plagas y enfermedades se aplicaron conjuntamente con los abonos foliares. Se utilizó 200 g/ha de Crystomil (Methomyl) para controlar el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) + 500 g/ha de Carbenex (Carbendazim) para el control preventivo de Curvularia (*Curvularia lunata*) 15 días, mientras que a los 25 días se aplicó 100cc/ha de Radian (Spinetoram) para el control gusanos de la mazorca (*Helicoverpa zea*) + 250 cc/ha de CrysKing (Imidacloprid) para controlar pulgones (*Rhopalosiphum maidis*) + 330 cc/ha Crysconazol (Propiconazole) para controlar enfermedades como Tizón de la hoja (*Helminthosporium maydis*).

### **3.7.3.8. Cosecha**

Las mazorcas se cosecharon manualmente a los 120 días después de la siembra (6 de septiembre del 2017), una vez completado el ciclo fisiológico del cultivo, encontrándose aptas para su desgrane y comercialización.

## **3.8. Recursos humanos y materiales**

### **3.8.1. Recursos humanos**

Como recursos humanos se contó con la colaboración del Dr. Fernando Abasolo Pacheco, en calidad de Director del Proyecto de Investigación, y del Ing. Luis Llerena Ramos que aportó

con sugerencias a lo largo del trabajo de campo y la redacción del presente documento. Además, el aporte de los jornales de trabajo que ayudaron en la ejecución de las diferentes labores del cultivo, fueron parte importante del presente ensayo.

### 3.8.2. Recursos materiales

**Tabla 3.** Materiales y/o equipos utilizados en la investigación

<b>Materiales y/o equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Determinador de humedad	1
Aspersora manual	1
Machete	1
Baldes de 20 litros	3
Espeques	2
Rolos de piola de polipropileno #12	1
Letreros para parcelas experimentales	21
Calibrador digital	1
Balanza digital	1
Flexómetro	1
Cinta métrica	1
Computador	1
Libreta de campo	1

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Altura de plantas a la cosecha (cm)

Los promedios correspondientes a la altura de planta a la cosecha (cm) se presenta en la Tabla 4. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados, siendo el coeficiente de variación 1.7 %.

La mayor altura de planta a la cosecha 235.7 cm correspondió al tratamiento de 1.5 l/ha de Basfoliar algae, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron valores entre 204.5 y 219.0 cm.

**Tabla 4.** Altura de plantas a la cosecha en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

Tratamientos	Altura de plantas (cm)*
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	219.0 b
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	213.0 bcd
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	204.5 d
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	235.7 a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	216.4 bc
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	207.2 cd
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	209.8 bcd
<b>Promedio</b>	215.1
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	10.41
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	1.7

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.2. Longitud de mazorca (cm)

En la Tabla 5 se muestran los promedios de longitud de la mazorca (cm). Según el análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 3.7 %.

La aplicación de 1.5 l/ha de Basfoliar algae produjo mazorcas de mayor longitud con 17.5 cm, sin diferir estadísticamente de 600 g/ha de Agrostemín y 1.0 l/ha de Basfoliar algae con promedios de 16.7 y 15.9 cm, respectivamente, estadísticamente superiores a los tratamientos restantes que permitieron cosechar mazorcas con longitud entre 14.1 y 15.8 cm.

**Tabla 5.** Longitud de mazorca (cm) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)*
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	16.7 ab
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	15.8 bc
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	15.3 bc
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	17.5 a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	15.9 ab
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	15.8 bc
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	14.1 c
<b>Promedio</b>	15.9
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	1.67
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	3.7

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

### 4.1.3. Diámetro de mazorca (cm)

Los promedios del diámetro de la mazorca se presentan en la Tabla 6, cuyo análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados, siendo 2.2%, el respectivo coeficiente de variación.

El mayor diámetro de mazorca se obtuvo con las aspersiones de 1.5 l/ha de Basfoliar algae con 5.6 cm, en igualdad estadística con 600 g/ha de Agrostemín con 5.4 cm de diámetro, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que produjeron mazorcas con diámetro de 4.8 hasta 5.2 cm.

**Tabla 6.** Diámetro de mazorca (cm) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

Tratamientos	Diámetro de mazorca (cm)*
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	5.4 ab
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	5.2 bc
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	5.0 cd
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	5.6 a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	5.2 bc
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	5.1 bc
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	4.8 d
<b>Promedio</b>	5.2
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	0.3
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	2.2

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.4. Número de hileras de semillas

La Tabla 7, presenta los promedios del número de hileras de semillas por mazorca. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 1.0 %.

Con el tratamiento de 1.5 l/ha de Basfolair algae se cosecharon mazorcas con mayor número de hileras de semillas con 15.8 hileras, en igualdad estadística con el tratamiento conformado por 600 g/ha que produjo mazorcas con un promedio de 15.4 hileras de semillas, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que registraron valores entre 14.2 y 15.1 hileras de semillas.

**Tabla 7.** Número de hileras de semillas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de hileras de semillas*</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> 600 g/ha de Agrostemín	15.4 ab
<b>T<sub>2</sub>:</b> 400 g/ha de Agrostemín	15.1 bcd
<b>T<sub>3</sub>:</b> 200 g/ha de Agrostemín	14.7 d
<b>T<sub>4</sub>:</b> 1.5 l/ha de Basfoliar algae	15.8 a
<b>T<sub>5</sub>:</b> 1.0 l/ha de Basfoliar algae	15.1 bc
<b>T<sub>6</sub>:</b> 0.5 l/ha de Basfoliar algae	14.7 cd
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	14.2 e
<b>Promedio</b>	15.0
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	0.4
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.0

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.5. Peso de mazorcas con tusa (g)

Los promedios del peso de mazorca con tusa (g) se presentan en la Tabla 8. El análisis de varianza mostró alta significancia estadística para los tratamientos en estudio, siendo el coeficiente de variación 2.4 %.

Al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae se evidenció mayor peso de mazorcas con tusa con 275.0 g, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron valores entre 200.1 y 258.0 g.

**Tabla 8.** Peso de mazorcas con tusa (g) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

Tratamientos	Peso de mazorcas con tusa (g)*	
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	258.0	b
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	235.3	c
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	215.8	d
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	275.0	a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	246.1	bc
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	214.7	d
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	200.1	d
<b>Promedio</b>	235.0	
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	16.1	
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	2.4	

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.6. Peso de semillas por mazorca (g)

En la Tabla 9, se muestran los promedios del peso de semillas por mazorca (g). De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 3.2 %.

Con la aplicación de 1.5 l/ha de Basfoliar algae se registró mayor peso de semillas por mazorca con 235.4 g, estadísticamente superior a los demás tratamos que presentaron valores de 164.1 a 215.8 g.

**Tabla 9.** Peso de semillas por mazorca (g) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

Tratamientos	Peso de semillas por mazorca (g)*
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	215.8 b
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	195.1 cd
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	177.8 de
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	235.4 a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	205.9 bc
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	177.3 de
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	164.1 e
<b>Promedio</b>	195.9
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	17.9
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	3.2

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.7. Rendimiento ajustado al 12% de humedad

El rendimiento ajustado al 12% de humedad, obtenido con los tratamientos estudiados se presenta en la Tabla 10. El respectivo análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio. El coeficiente de variación fue 1.1 %.

Basfoliar algae en dosis de 1.5 l/ha produjo el mayor rendimiento con 7310.3 Kg/ha, superior estadísticamente a los demás tratamientos que registraron rendimientos entre 6111.1 y 6977.5 Kg/ha.

**Tabla 10.** Rendimiento ajustado al 12% de humedad del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en respuesta a la aplicación de abonos foliares a bases de algas marinas

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)*</b>
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	6977.5 b
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	6586.9 c
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	6123.4 d
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	7310.3 a
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	6657.3 c
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	6155.8 d
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	6111.1 d
<b>Promedio</b>	6560.3
<b>DMS<sub>Tukey</sub></b>	213.4
<b>Coeficiente de variación (%)</b>	1.1

\*Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p<0.05)

#### 4.1.8. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos estudiados se presenta en la Tabla 11. La aplicación de 1.5 l/ha de Basfoliar algae que produjo el mayor rendimiento con 7310.3 Kg/ha, permitió obtener el mayor ingreso bruto con \$ 2558.61, considerando un costo fijo de \$ 953.60, a un costo de tratamiento de \$ 45.00 y costo variable de \$ 804.13, dando un costo total de \$ 1802.73, generando un ingreso neto de \$ 755.88, y relación beneficio/costo de 1.42, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0.42 (rentabilidad de 42%). Cabe indicar que los tratamientos restantes registraron relaciones beneficio/costo entre 1.31 y 1.38.

**Tabla 11.** Análisis económico del rendimiento del cultivo de maíz en respuesta a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo fijo (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
T <sub>1</sub> : 600 g/ha de Agrostemín	6977.5	2442.13	51.00	767.53	953.60	1772.13	670.00	1.38	38
T <sub>2</sub> : 400 g/ha de Agrostemín	6586.9	2305.42	34.00	724.56	953.60	1712.16	593.26	1.35	35
T <sub>3</sub> : 200 g/ha de Agrostemín	6123.4	2143.19	17.00	673.57	953.60	1644.17	499.02	1.30	30
T <sub>4</sub> : 1.5 l/ha de Basfoliar algae	7310.3	2558.61	45.00	804.13	953.60	1802.73	755.88	1.42	42
T <sub>5</sub> : 1.0 l/ha de Basfoliar algae	6657.3	2330.06	30.00	732.30	953.60	1715.90	614.16	1.36	36
T <sub>6</sub> : 0.5 l/ha de Basfoliar algae	6155.8	2154.53	15.00	677.14	953.60	1645.74	508.79	1.31	31
T <sub>7</sub> : Testigo sin fertilización foliar	6111.1	2138.89		672.22	953.60	1625.82	513.07	1.32	32

**Precio de venta del maíz:** \$ 0.35/Kg (\$ 16.00/ quintal)

**Costo fijo:** \$ 953.60 (Costo de todas las labores del cultivo a excepción de la aplicación de los abonos foliares y la cosecha)

**Precio Agrostemín:** \$ 8.50/ sobre de 200 g

**Precio Basfoliar algae:** \$ 15.00/litro

**Ingreso bruto:** Rendimiento \* Precio de venta

**Costo tratamiento:** costo de los abonos foliares (se excluyó el costo de los jornales por aplicarse conjuntamente con el control de plagas y enfermedades)

**Costo variable:** \$ 0.11/Kg (Incluye cosecha + transporte + secado + limpieza por cada kilogramo de maíz cosechado)

**Costo total:** Costo de tratamiento + Costo variable + Costo fijo

**Ingreso neto:** Ingreso bruto – Costo total

## 4.2. Discusión

Al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae, las plantas crecieron entre 16.7 y 25.9 cm más que los demás tratamientos de fertilización foliar, y 31.2 cm más que el testigo sin fertilización foliar, lo que demuestra un efecto positivo de la fertilización foliar a base de algas marinas en el crecimiento de las plantas, ya que todos los tratamientos conformados por estos productos superaron al testigo, mostrando diferencias significativas, lo que concuerda con Norrie & Keathley (2005), quienes mencionan que los extractos de algas pueden ser utilizados como biofertilizantes, ya que han demostrado promover la germinación de la semilla, crecimiento y rendimiento de las plantas. Según Compo Expert (2010), Basfoliar algae contiene una formulación más completa que aumenta el desarrollo de los cultivos.

Las características de longitud, diámetro y peso de la mazorcas fueron influenciadas directamente por el efecto de la aspersión de los abonos foliares a base de algas marinas, comprobándose que los tratamientos a base de dichas algas superaron significativamente al testigo que solo se fertilizó edáficamente, destacándose que al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae se cosecharon mazorcas de 17.5 cm de longitud, 5.6 cm de diámetro y 275.0 g de peso, superando entre 0.8 y 2.2 cm de longitud, 0.2 y 0.6 cm de diámetro y, 17.0 y 60.3 g de peso con respecto a los demás tratamientos a base de algas marinas, mientras que estos valores fueron aún más notorios en relación al testigo sin fertilización foliar con el que difirió en 3.4 cm, 0.8 cm y 74.9 g, para los parámetros mencionados. Respecto a esto Garófalo (2016), al utilizar Basfoliar algae obtuvo plantas de mayor altura, capítulos florales más grandes y pesados, así como un mayor rendimiento en el cultivo de girasol, lo que desencadenó una mayor rentabilidad que ascendió a un 48%, determinando además que las dosis más altas mejoran la productividad del cultivo. Con esto se puede considerar a la fertilización foliar a base de algas marinas como una opción de mejoramiento del rendimiento del cultivo de maíz ya que mejora las características de las mazorcas, siendo estas componentes del rendimiento, lo que concuerda con Canales (2010), que indica que ésta práctica de fertilización ha demostrado incremento tanto en el rendimiento como en la calidad de las cosechas.

El número de hileras de semillas fue mayor al utilizarse los tratamientos de fertilización a base de algas marinas, de tal manera que con Basfoliar en dosis de 1.5 l/ha las mazorcas mostraron un promedio de 15.8 hileras de semillas, lo que puede ser debido a un mayor desarrollo de la

mazorca, así como de los semillas, sin embargo, esto también es efecto de una sincronía entre la emisión de polen y la aparición de estigmas, lo que es complementado con una buena fertilización, acercándose a los valores de este parámetros difundidos por la empresa El Agro que indica que el híbrido NS-82 tiene entre 16 y 18 hileras de semillas. Sin embargo, en comparación con la no aplicación de fertilización foliar, los resultados son alentadores, comprobándose lo sostenido por Canales (2000), que considera que el uso de algas marinas en la agricultura promueve la calidad de los frutos, lo que es corroborado por Sabir *et al.* (2004), quien en el cultivo de uva (*Vitis vinifera*) comprobó que la aplicación de extractos de *Ascophyllum nodosum* aumentó el contenido de clorofila en las hojas lo que resultó en un mayor rendimiento y calidad de frutos.

Al pesarse las semillas por mazorca se observó un notorio efecto de la fertilización foliar a base de algas marinas en el desarrollo del grano de maíz lo que produjo un mayor valor de este parámetro, obtenido con la aspersion de 1.5 l/ha de Basfolair algae con un promedio de 235.4 g, superando entre 19.6 y 58.1 g a los demás tratamientos a base algas marinas y en 71.3 al testigo sin fertilización foliar. Similar comportamiento se observó al evaluarse el rendimiento, ya que el peso de semillas por mazorcas es un componente del rendimiento, observándose que con el mencionado tratamiento el rendimiento fue mayor con 7310.3 Kg/ha (ajustado al 12% de humedad), superando significativamente a los demás tratamientos y testigo, lo que concuerda con Diguay (2011), quién atribuyó los mejores resultados de su investigación a la utilización de Basfoliar algae, comprobando lo sostenido por Arthur & Stirk (2003) y Zurawicz & Mazny (2004) que mencionan que los beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas.

La aplicación de 1.5 l/ha de Basfoliar al cultivo de maíz también representa un mayor beneficio económico para el productor, ya que produjo una rentabilidad del 42%, que superó a los demás tratamientos y testigo. Respecto a este parámetro se comprobó que las dosis de aplicación influyen directamente en el mismo, ya que las dosis menores de cada producto en estudio, no presentaron diferencia significativa con el testigo sin fertilización foliar que reflejó una rentabilidad del 32%, frente al 30 y 31% de los tratamientos de 200 g/ha de Agrostemín y 0.5 l/ha de Basfolair algae. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Diguay (2011), quien al aplicar 2.5 l/ha de Bafoliar algae obtuvo mayor ingreso neto en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) con \$ 2120.22, por lo que las algas disponibles comercialmente, pueden ser

consideradas como un recurso para la agricultura ecológica (Craigie, 2011; Rebours *et al.*, 2014).

Zodape *et al.* (2010) mencionan un incremento de 30.11% en el rendimiento de grano del cultivo de frijol mungo o grano verde (*Phaseolus radiata* L.), por la aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Para el mismo cultivo, Pramanick, Brahmachari, & Ghosh (2013), observaron un incremento de 38.97% con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Rathore *et al.* (2009) reportaron incrementos de hasta 57% en rendimiento de grano de un cultivo de soya (*Glycine max* L Merrill) con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). Kumar & Sahoo (2011) observaron un incremento del 11% en rendimiento de grano de un cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) cv Pusa Gold con aplicación líquida a las semillas de extractos de algas marinas (*Sargassum wightii*). Pramanick *et al.* (2014) reportaron un incremento de grano de un cultivo de arroz (*Oryza sativa*) de hasta 41.5% con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii* y *Gracilaria sp.*). Colapietra & Alexander (2005), observaron un incremento de hasta 17° brix en un cultivo de uva de mesa (*Vitis vinifera*) cv Italia con aplicación foliar de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- Las plantas evidenciaron un mayor crecimiento al ser asperjadas de 1.5 l/ha de Basfoliar llegando a medir en promedio 235.7 cm de altura al momento de la cosecha, cosechándose mazorcas de mayor longitud, diámetro y número de hileras de semillas, registrando valores de 17.5 cm, 5.6 cm y 15.8 hileras de semillas, en su orden, y a su vez mazorcas más pesada con 275.0 g, con un peso neto de semillas de 235.4 g.
- Al aplicarse 1.5 l/ha de Basfoliar algae se obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea con 7310.3 Kg.
- El mayor beneficio económico se obtuvo al realizar aplicaciones de 1.5 l/ha de Basfoliar algae, reflejó una relación beneficio/costo de 1.42 (42% de rentabilidad).

## **5.2. Recomendaciones**

- Replicar el presente estudio utilizando unidades experimentales de mayores dimensiones para una mejor apreciación de los efectos y resultados de los tratamientos de fertilización foliar a base de algas marinas.
- Aumentar y disminuir la frecuencia de aplicación de Basfoliar algae para observar como cambia el rendimiento de maíz.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía Citada

- AEFA. (2012). Extractos de algas en la agricultura. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/extractos-de-algas-en-la-agricultura>
- Agrostemin. (2009). Agrostemin. Obtenido de <http://www.agrostemin.co.rs/opstipodacispa.php>
- Alvarado, H. (2015). Efecto de bioestimulante enzimático a base de algas marinas sobre el desarrollo de caña de azúcar en renovación, La Gomera, Escuintla. Universidad Rafael Landívar. Escuintla-Guatemala. 66 p.
- Andrade, L. (2014). Análisis de la comercialización de la cadena agroindustrial del maíz (*Zea mays* L) en la región 4 provincia de Manabí en el periodo 2008-2012. Tesis de Grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 99 p.
- Arrais, G., De Almeida, J., Dantas, L., Silva, F., Da Silva, C., & Mendonça, V. (2016). Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.): Le Jolis na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. Revista de Ciências Agrárias 39(2): 234-247 pp.
- Arthur, G., Stirk, W., & Vanstaden, J. (2003). Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. South African Journal of Botany 69: 207-211 pp.
- Ayala, A. (2013). Evaluación agronómica de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de cuatro dosis de extracto de algas marinas en el cantón La Maná. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 132 p.
- Berg, A., & Perkins, T. (2004). Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. Forest Ecology and Management 200: 113-117 pp.
- Canales, B. (2000). Enzimas-Algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra 17(3): 271-276 pp.
- Canales, B. (2001). Uso de los derivados de algas marinas en la producción de papa, tomate, chile y tomatillo. Palau Bioquím S. A. Coahuila-México. 24 p.
- Carvajal, J., & Mera, A. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Revista Producción más limpia 5(2): 77-96 pp.
- Chacón, J., & Sarabia, M. (2006). Estudio comparativo del uso de un bioestimulante y tres intervalos de cosecha en cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para la agricultura del babycorn, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales ECAA. Informe Final de Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), sede Ibarra. Ibarra-Ecuador. 148 p.
- Chang, S., & Robinson, D. (2003). Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. Forest Ecology and Management 181: 331-338 pp.

- Colapietra, M., & Alexander, A. (2005). Effect of foliar fertilization on yield and quality of table grapes. V International symposium on mineral nutrition of fruit plants 721(1): 213-218 pp.
- Compo Expert. (2010). Basfoliar algae. Obtenido de <http://www.compo-expert.com/cl/productos/bioestimulantes/bioestimulante-basfoliar-algae.html>
- Craigie, J. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23(3): 371-393 pp.
- Da Silveira, L., Mattos, P., Móggor, Á., Daros, E., De Oliveira, M., & Norrie, J. (2015). Effect of kelp extract on sugarcane plantlets biomass accumulation. *Idesia (Arica)* 33(3): 31-33 pp.
- Deras, H. (2014). Guía técnica: El cultivo de maíz. Obtenido de [http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el\\_salvador\\_guiatecnica\\_maiz\\_2014.pdf](http://www.observatorioredsicta.info/sites/default/files/docpublicaciones/el_salvador_guiatecnica_maiz_2014.pdf)
- Diguay, L. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.), cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Babahoyo, Sede El Ángel. El Ángel-Carchi. 46 p.
- Dogra, B., & Mandradia, R. (2014). Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences* 2(1): 59-64 pp.
- El-Sheekh, M., & El-Saied, A. (2000). Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. *Cytobios* 101: 378-382 pp.
- El-Sheekh, M., & El-Saied, A. (2000). Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. *Cytobios* 101: 378 – 382 pp.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015). Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo. Primera Edición. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Paris-Francia. 159 p.
- Fitochapingo. (2009). Inflorescencias en maiz (*Zea mays*). Obtenido de <https://fitochapingo.net/inflorescencias-en-maiz-zea-mays/>
- Fornes, F., Sanchez-Perales, M., & Guardiola, J. (2002). Effect of a seaweed extract on the productivity of de Nules' clementine mandarin and Navelina orange. *Botanica Marina* 45: 486 – 489 pp.
- Gálvez, A. (2005). Efecto de la aplicación de un extracto de algas marinas (*Durvillea antarctica*) en el crecimiento vegetativo de plántulas de Arandano y Ciruelo. . Pontificia universidad Católica de Chile. Santiago de Chile-Chile. 42 p.
- Garófalo, I. (2017). Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua. Proyecto de Investigación. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 77 p.

- Gil, B. (2004). Aplicación de técnicas de teledetección hiperespectral en viñedo fertilizado con extracto de algas. Trabajo de fin de carrera. Universidad de Valladolid. Palencia-España. 134 p.
- Guamán, J. (2011). Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco, provincia de Pichincha. Tesis de Grado. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda-Ecuador. 141 p.
- Hernández, R., Santacruz, F., Ruíz, M., Norrie, J., & Hernández, G. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology* 26(1): 619-628 pp.
- Intagri. (2017). Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>
- Izquierdo, R. (2012). Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. Cayambe-Ecuador. 103 p.
- Jothinayagi, N., & Anbazhagan, C. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer of *Sargassum wightii* on the growth and biochemical characteristics of *Abelmoschus esculentus* (L.) Medikus. *Recent Research in Science and Technology* 1(4): 155-158 pp.
- Lafitte, H. (2001). Estreses abióticos que afectan al maíz. Obtenido de El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s12.htm>
- Lola-Luz, T., Hennequart, F., & Gaffney, M. (2014). Effect on yield, total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var *italica*) following the application of a commercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). *Agricultural and Food Science* 23(1): 28-37 pp.
- Maas, J. (2001). Aplicación de derivados de algas marinas y labranza de conservación en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) . Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Coahuila-México. 100 p.
- Maneveldt, G., & Frans, R. (2003). Of Sea-fan Kelp and Bladder Kelp. Obtenido de <http://www.botany.uwc.ac.za>
- Medjdoub, R. (2008). Las algas marinas y la agricultura. CATSAIGNER. Zaragoza-España. 3 p.
- Molina, E. (2002). Fuentes de fertilizantes foliares. En G. Meléndez, & E. Molina, Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. San José-Costa Rica. 26-35 pp.
- Molina, R. (2010). Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro: INIAP H-601, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, AUSTRO 1, frente a dos testigos AGRI 104 t DEKALB DK-7088, sembrados por el agricultor local en San Juan-cantón Pindal-Provincia de Loja . Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario Industrial. Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Cuenca. 121 p.

- Morán, J., Mitchell, A., Goodmanson, G., & Stockburger, K. (2000). Differentiation among effects of nitrogen fertilization treatments on conifer seedlings by foliar reflectance: a comparison of methods. *Tree Physiology* 20: 1113-1120 pp.
- Navas, J. (2013). Diferentes dosis de bioregulador orgánico en la germinación y producción de plantas de brócoli (*Brassica oleraceae* L.) en el cantón Salcedo. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 79 p.
- Nidera. (2017). Nidera: Catálogo de semillas 2017. Obtenido de <http://www.niderasemillas.com.ar/productos/pdf/catalogo.pdf>
- Norrie, J., & Keathley, J. (2005). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marineplant extract applications to ‘Thompson seedless’ grape production (Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). *Acta Horticulturae* 727(1): 243–248 pp.
- Ortiz, F. (2010). Manual básico para la producción agrícola orgánica I. Obtenido de [http://www.metrocert.com/files/Manual\\_de\\_produccion\\_de\\_agricultura\\_organtica.pdf](http://www.metrocert.com/files/Manual_de_produccion_de_agricultura_organtica.pdf)
- QSI Corp. (2010). Agrostemin. Obtenido de <http://www.qsindustrial.biz/sites/default/files/product/files/publics/agrostemin.pdf>
- Quiminet. (2006). Fertilización foliar, una alternativa para mejorar la nutrición de los cultivos. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articu%20los/%20fertilizacion-foliar-una-alternativa-para-mejorar-la-nutricion-de-los-cultivos-14582.htm>
- Rathore, S., Chaudhar, D., Boricha, G., Ghosh, A., Bhatt, B., Zodape, S., & Patolia, J. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany* 75(2): 351-355 pp.
- Rebours, C., Pedersen, S., Ovsthus, I., & Roleda, M. (2014). Seaweed - a resource for organic farming. *Bioforsk Fokus* 9(2): 107 pp.
- Rose, R., Haase, D., & Arellano, E. (2004). Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Revista Bosque (Valdivia)* 25(2): 89-100 pp.
- Saavedra, S. (2013). Respuesta del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la aplicación foliar complementaria con tres bioestimulantes, San José de Minas, Pichincha. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 96 p.
- Sabir, A., Yazar, K., Sabir, F., Kara, Z., Yazici, M., & Goksu, N. (2014). Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. *Scientia Horticulturae* 175(15): 1-8 pp.
- Sánchez, S., Hernández, M., & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Revista Pastos y Forrajes* 34(4): 375-392 pp.
- Sathya, B., Indu, H., Seenivasan, R., & Geetha, S. (2010). Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legum crop, *Cajanus cajan* (L.) mill sp. *Journal of Phytochemistry* 2(5): 50–63 pp.

- Schwab, W., & Raab, T. (2004). Developmental changes during strawberry fruit ripening and physicochemical changes during postharvest storage. En R. Dris, & S. Jain, Production practices and quality assessment of food crops, 'qualityhandling and evaluation'. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 341-369 pp.
- Segura, Á. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. En G. Meléndez, & E. Molina, Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. San José-Costa Rica. 19-25 pp.
- Selvam, G., & Sivakumar, K. (2014). Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction 3(1): 18-22 pp.
- Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R., & Anantharaman, P. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L) Taub. European Journal of Agronomy 2(2): 50-56 pp.
- Torregrosa, F. (1997). Esquema de mejoramiento de maíz en la Sierra Ecuatoriana. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito-Ecuador. 310 p.
- Totis, L. (2008). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de maíz. En G. Eyherabide, Bases para el manejo del cultivo de maíz. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Argentina. 7-24 pp.
- Tuárez, F. (2013). Importancia del Maíz. Obtenido de <http://www.importancia.org/maiz.php>
- Yumexzemun. (2009). Agrostemin: Biorregulador natural. Obtenido de <http://yumexzemun.com/spa/html/presentacion.html>
- Yzarra, W., Trebejo, I., & Noriega, V. (2006). Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú. Lima-Perú.90 p.
- Zambrano, J. (2009). Maíz duro en la zona central del Litoral”, El Huerto. No-14. Quito - Ecuador.
- Zermeño, A., Cárdenas, J., Ramírez, H., Benavides, A., Cadena, M., & Campos, S. (2015). Fertilización biológica del cultivo de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 12: 2399-2408 pp.
- Zhang, X., & Ervin, E. (2004). Cytokinin-containing seaweed and humic acts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop science. 44:1737-1745 pp.
- Zodape, S., Mukhopadhyay, S., Eswaran, K., Reddy, M., & Chikara, J. (2010). Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L.) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. Journal of Scientific & Industrial Research 69(6): 468-471 pp.
- Zurawicz, E., & Mazny, A. y. (2004). Productivity stimulation in strawberry by application of plant bioregulators. ISHS Acta Horticulturae 653: 155-160 pp.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo 1.** Análisis de varianza de la altura de planta a la cosecha (cm)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	33.4781	16.7390	1.2615	<0.0001	**
<b>Tratamientos</b>	6	1937.3857	322.8976	24.3346	0.3182	NS
<b>error</b>	12	159.2286	13.2690			
<b>Total</b>	20	2130.0924				

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

**Anexo 2.** Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	0.7057	0.3529	1.0308	0.3862	NS
<b>Tratamientos</b>	6	19.9295	3.3216	9.7037	0.0005	**
<b>error</b>	12	4.1076	0.3423			
<b>Total</b>	20	24.7429				

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

**Anexo 3.** Análisis de varianza de diámetro de mazorca (cm)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	0.0181	0.0090	0.6706	0.5296	NS
<b>Tratamientos</b>	6	1.1667	0.1944	14.4118	0.0001	**
<b>error</b>	12	0.1619	0.0135			
<b>Total</b>	20	1.3467				

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

**Anexo 4.** Análisis de varianza de número de hileras de semillas

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	0.0114	0.0057	0.2687	0.7689	NS
<b>Tratamientos</b>	6	4.9333	0.8222	38.6567	<0.0001	**
<b>error</b>	12	0.2552	0.0213			
<b>Total</b>	20	5.2000				

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

**Anexo 5.** Análisis de varianza de peso de mazorca con tusa (g)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	76.7838	38.3919	1.2041	0.3338	NS
<b>Tratamientos</b>	6	12754.4981	2125.7497	66.6699	<0.0001	**
<b>error</b>	12	382.6162	31.8847			
<b>Total</b>	20	13213.8981				

\*\* : Altamente significativo; N.S.: No significativo

**Anexo 6.** Análisis de varianza de peso de semillas por mazorca (g)

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	352.4686	176.2343	4.4981	0.0349	*
<b>Tratamientos</b>	6	11224.6790	1870.7798	47.7485	<0.0001	**
<b>error</b>	12	470.1581	39.1798			
<b>Total</b>	20	12047.3057				

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo

**Anexo 7.** Análisis de varianza de rendimiento de grano ajustado al 12% de humedad

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc.</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Repeticiones</b>	2	50287.4664	25143.7332	4.5075	0.0347	*
<b>Tratamientos</b>	6	3908645.4179	651440.9030	116.7828	<0.0001	**
<b>error</b>	12	66938.7406	5578.2284			
<b>Total</b>	20	4025871.6249				

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo

**Anexo 8.** Datos de altura de plantas a la cosecha (cm)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	220.3	218.7	217.9	219.0
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	212.9	212.7	213.5	213.0
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	202.5	206.9	204.2	204.5
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	236.6	240.2	230.2	235.7
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	220.0	214.8	214.3	216.4
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	211.9	200.9	208.9	207.2
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	210.7	213.9	204.7	209.8
Promedio	216.4	215.4	213.4	215.1

**Anexo 9.** Datos de longitud de mazorca (cm)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	16.4	16.7	16.9	16.7
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	16.1	15.9	15.4	15.8
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	13.8	15.7	16.4	15.3
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	17.3	17.7	17.5	17.5
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	16.0	15.8	15.9	15.9
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	15.5	16.2	15.7	15.8
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	14.3	14.5	13.6	14.1
Promedio	15.6	16.1	15.9	15.9

**Anexo 10.** Datos de diámetro de mazorca (cm)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	5.3	5.4	5.4	5.3
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	5.2	5.2	5.1	5.1
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	4.7	5.1	5.2	5.0
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	5.6	5.6	5.5	5.6
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	5.2	5.1	5.2	5.2
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	5.1	5.2	5.1	5.1
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	4.8	4.8	4.7	4.7
Promedio	5.1	5.2	5.2	5.1

**Anexo 11.** Datos de número de hileras de granos

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	15.4	15.4	15.4	15.4
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	15.0	15.2	15.0	15.1
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	14.6	14.6	14.8	14.7
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	16.0	15.8	15.6	15.8
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	15.2	15.0	15.2	15.1
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	14.8	14.8	14.6	14.7
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	14.2	14.0	14.4	14.2
Promedio	15.0	15.0	15.0	15.0

**Anexo 12.** Datos de peso de mazorcas con tusa (g)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	253.7	257.6	262.7	258.0
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	238.8	235.4	231.6	235.3
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	221.9	213.4	212.2	215.8
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	276.8	274.3	273.8	275.0
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	245.4	241.3	251.7	246.1
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	224.3	217.8	201.9	214.7
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	202.3	200.3	197.6	200.1
Promedio	237.6	234.3	233.1	235.0

**Anexo 13.** Datos de peso de semillas por mazorca (g)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	212.0	216.0	219.5	215.8
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	203.0	194.8	187.6	195.1
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	188.6	172.8	171.9	177.8
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	236.5	234.5	235.1	235.4
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	208.6	201.2	207.9	205.9
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	190.7	177.7	163.5	177.3
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	172.0	160.2	160.1	164.1
Promedio	201.6	193.9	192.2	195.9

**Anexo 14.** Datos de rendimiento por parcela (Kg)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	13.7	13.4	13.3	13.5
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	13.0	12.8	12.2	12.7
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	12.1	11.7	11.8	11.9
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	14.0	14.4	13.8	14.1
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	12.9	13.0	12.7	12.9
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	11.9	11.9	11.9	11.9
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	11.7	11.7	11.7	11.7
Promedio	12.8	12.7	12.5	12.7

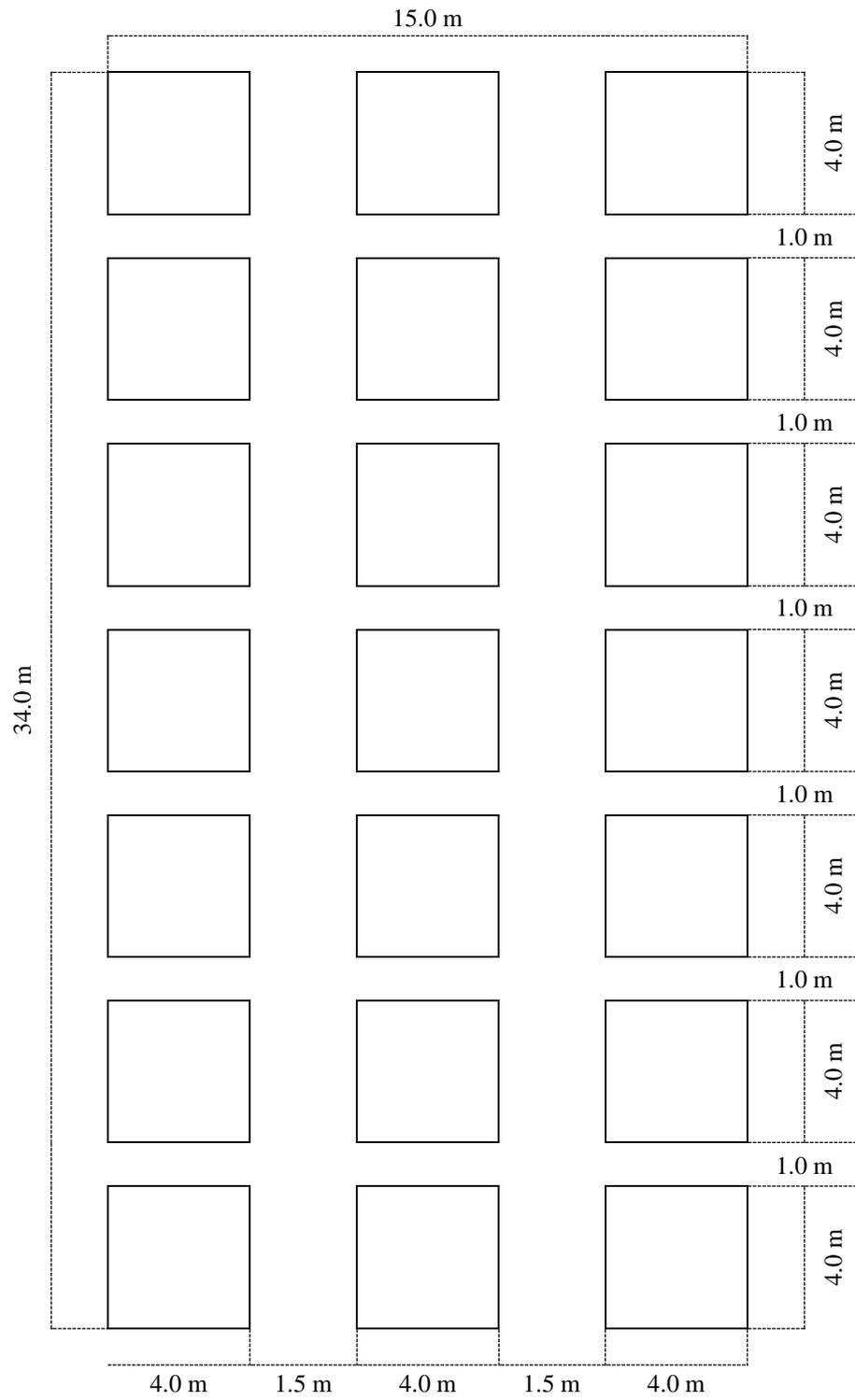
**Anexo 15.** Datos de porcentaje de humedad del grano por parcela (%)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	27.9	26.6	26.4	27.0
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	27.1	27.3	26.2	26.9
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	28.1	27.0	27.1	27.4
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	26.6	27.5	26.2	26.8
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	26.1	28.1	27.3	27.2
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	26.4	27.9	27.5	27.3
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	26.3	27.6	26.1	26.7
Promedio	26.9	27.4	26.7	27.0

**Anexo 16.** Datos de porcentaje de humedad del grano por parcela (%)

<b>Tratamientos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Promedio</b>
<b>T<sub>1</sub>:</b> Agrostemin 600 g/Ha	7010.3	6985.5	6936.6	6977.5
<b>T<sub>2</sub>:</b> Agrostemin 400 g/Ha	6736.0	6614.3	6410.3	6586.9
<b>T<sub>3</sub>:</b> Agrostemin 200 g/Ha	6158.5	6086.8	6125.0	6123.4
<b>T<sub>4</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.5 l/Ha	7313.9	7389.0	7228.0	7310.3
<b>T<sub>5</sub>:</b> Basfoliar Algae 1.0 l/Ha	6775.9	6648.7	6547.1	6657.3
<b>T<sub>6</sub>:</b> Basfoliar Algae 0.5 l/Ha	6236.1	6109.0	6122.3	6155.8
<b>T<sub>7</sub>:</b> Testigo sin fertilización foliar	6134.7	6036.8	6161.8	6111.1
Promedio	6623.6	6552.9	6504.5	6560.3

**Anexo 17.** Croquis de campo del sitio experimental





**Anexo 18.** Siembra manual del cultivo de maíz



**Anexo 19.** Siembra manual del cultivo de maíz a los 10 días después de la siembra



**Anexo 20.** Aspersora manual y equipo para aplicación de fertilizantes edáficos



**Anexo 21.** Segunda fertilización edáfica (22 DDS)



**Anexo 22.** Cultivo de maíz a los 25 días después de la siembra



**Anexo 23.** Aplicación de abonos foliares



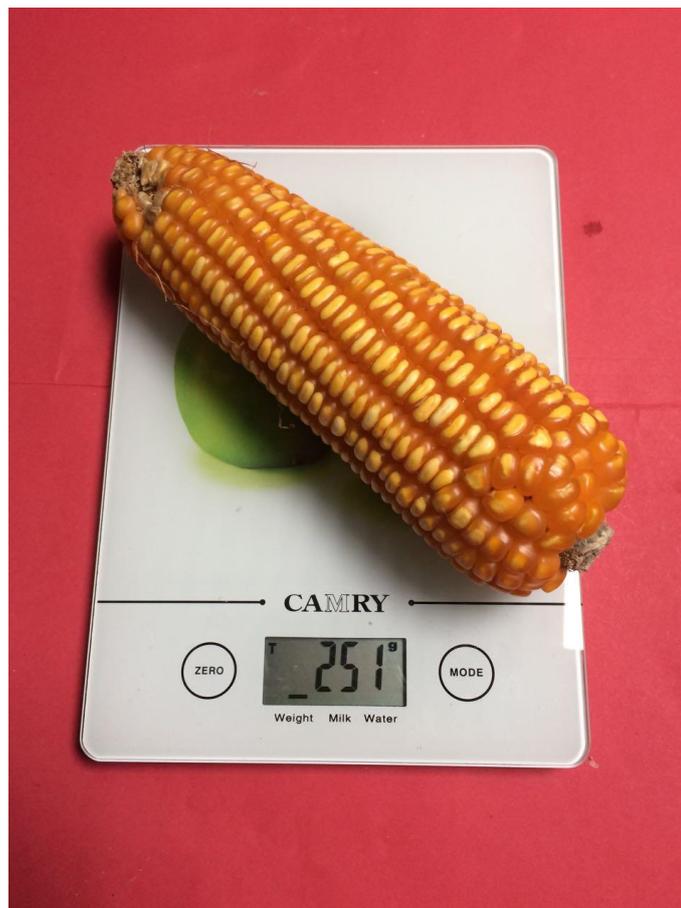
**Anexo 24.** Cultivo de maíz a los 35 días después de la siembra



**Anexo 25.** Cultivo de maíz a los 80 días después de la siembra



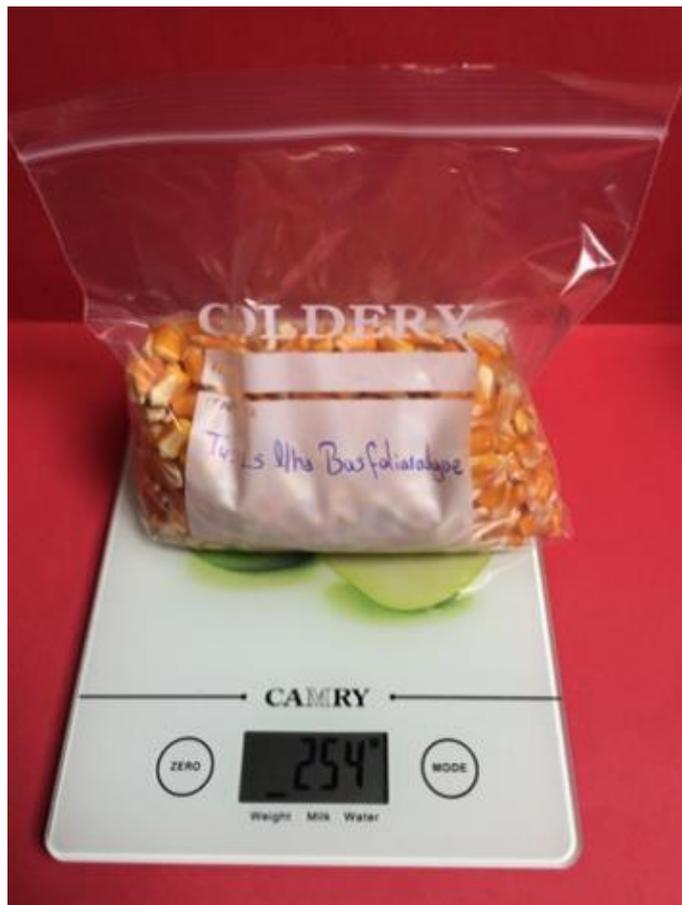
**Anexo 26.** Muestras de mazorcas de maíz cosechadas por tratamiento.



**Anexo 27.** Registro del peso de mazorcas de maíz con tusa (g)



Anexo 28. Desgrane de mazorcas de maíz



Anexo 29. Registro del peso de semillas por mazorca (g)