

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y FERTILIZACIÓN
QUÍMICA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SEMILLA VEGETATIVA
DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) FINCA SANTA ELISA,
INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

CESIA DOMENICA FONG CELADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA
SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SEMILLA VEGETATIVA DEL
CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* spp.) FINCA SANTA ELISA, INGENIO
MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

POR:

CESIA DOMENICA FONG CELADA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERA AGRÓNOMA EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Doctor Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	M Eh. Rut Raquel Curruchich Cumez
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2015

Guatemala, noviembre de 2015

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación:

“EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SEMILLA VEGETATIVA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) FINCA SANTA ELISA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

Como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

CESIA DOMENICA FONG CELADA

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Nuestro creador, por darme la vida, fortaleza, sabiduría, confianza y ser mi guía espiritual en todo momento de mi vida.

Mis Padres

Roberto Fong Chang y Rebeca Celada de Fong, por ser de gran apoyo y bendición en mi vida, por sus sabios consejos, apoyo incondicional y sus grandes esfuerzos que hoy he culminado.

Mis hermanas y hermanos

Darleé, Oneyda, Larisa, Debby, Frisly y Edsón Fong Celada porque siempre están presentes en mi mente y corazón.

Mis abuelas

María Vicenta Chang Alejos y Jesús Estrada, porque a través de su apoyo y cariño siguen siendo un ejemplo en mi vida.

Mi familia

A mis tíos por sus sabios consejos, primas y primos, por su incondicional afecto y cariño.

A mis padrinos

Dr. Iván Dimitri Santos Castillo, Ing. Fernando Rodríguez Bracamonte., por su apoyo y cariño para conmigo y mi familia.

A mis amigos

Alex A., Jaqueline P., Carolina M., Enrique B., Josué C., Dayana V., Julio R., Ingrid G., María C., Mario M., Rudy G., Carolina y Luis C., Patricia C., Gabriela y Claudia G., Juan Carlos Z., Verónica A., Glenda R., Deisy C., Wendy C., Nichte F., por su cariño y apoyo durante nuestra vida estudiantil, que sus ideales se conviertan en éxitos y sus vidas sean siempre de grandes bendiciones.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

Por darme la vida, guiar mis pasos, por darme fuerzas y fortalezas para alcanzar mis metas, sueños y anhelos.

GUATEMALA

País de la eterna primavera, que mi éxito sirva para contribuir a tu desarrollo.

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Centro de estudios distinguido, lugar de formación y desarrollo integral para sociedad.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Unidad académica fundamental por su importancia, al ser nuestro país construido y sustentado por sus suelos, su clima, y sus productos vegetales para el alimento diario y prosperidad de nuestras familias.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi Asesor

Ing. MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, por su asesoría y valiosa colaboración para la realización de este documento.

Mi Supervisor

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte, quien con su valioso tiempo, dedicación, conocimiento y enseñanza ha orientado y supervisado la realización de este trabajo de graduación, que enmarca el último escalón de mi carrera.

Mis Catedráticos

Por su acompañamiento y guía durante mi carrera brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición del conocimiento.

Mis amigos

Por su cariño y amistad.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE FINCA AGUA BLANCA, LA GOMERA, ESCUINTLA.....	1
1.1 Presentación	2
1.2 Marco Referencial	2
1.2.1 Ubicación	2
1.2.2 Temperatura y clima	2
1.3 Objetivo.....	4
1.4 Metodología	4
1.4.1 Reconocimiento del lugar.....	4
1.4.2 Revisión bibliográfica	4
1.5 Resultados	5
1.5.1 Aspectos generales	5
1.5.2 Información de Finca Agua Blanca.....	5
1.5.2 Recursos Naturales	8
1.5.3 Aspectos biofísicos	8
Suelos	8
1.6 Conclusiones	10
1.7 Recomendaciones	10
1.8 Bibliografía	11
CAPITULO II EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SEMILLA VEGETATIVA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR_ (<i>Saccharum</i> spp.) EN FINCA SANTA ELISA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	12
2.1 Presentación	13
2.2. Marco conceptual.....	14
2.2.1. Importancia de la caña de azúcar en Guatemala	14
2.2.2. Niveles de producción.....	14
2.2.3. Importancia de las algas marinas.....	15

Contenido	Página
2.3. Extracto de algas marinas (Alga Mar Plus).....	17
2.3.1. Características generales del extracto de Algas Marinas	17
2.3.2. Definición de algas marinas.	17
2.3.3 Usos de las algas.....	19
2.3.4Taxonomía y distribución	19
2.3.5Importancia económica.	20
2.3.6. Aspectos legales como fertilizantes.	20
2.3.7Efectos agronómicos de las algas.....	21
2.4. Extracto de algas de la especie (<i>Ascophyllum nodosum</i>) 100 % orgánico	23
2.4.1. Descripción del recurso.....	24
2.5 Marco Referencial	25
2.5.1 Descripción del área de estudio	25
2.5.2 Localización	26
2.6. Objetivos	27
2.6.1. General	27
2.6.2. Específicos	27
2.7. Hipótesis	27
2.8. Metodología	28
2.8.1. Etapa de Campo	28
2.8.2. Material Experimental	28
2.8.3. Variables de respuesta	29
Número de nudos de caña:	29
Porcentaje de población de caña:.....	29
Altura de caña:	29
Diámetro de caña	29
Peso de caña para semilla	29
2.8.4 Manejo agronómico del experimento	30
Establecimiento del ensayo	30
Siembra de caña	30

Contenido	Página
Monitoreos.....	30
2.8.5 Diseño experimental	32
2.8.6 Unidad experimental y unidad de muestreo	33
2.8.7 Análisis de la información.	34
2.8.8. Análisis estadístico.....	34
2.9. Resultados y Discusión	34
2.10. Conclusiones	37
2.11. Recomendaciones	37
2.12. Bibliografías	38
2.13. Anexos	42
CAPITULO III SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA AGUA BLANCA AGRICISA	50
3.1. Presentación	51
3.2 Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Alga Mar Plus sobre el rendimiento en el cultivo de caña de azúcar en Finca San Francisco, Ingenio Magdalena, S.A.	52
3.2.1 Introducción	52
3.2.2 Objetivos.....	52
General.....	52
Específicos	52
3.2.3 Metodología	52
Establecimiento del ensayo:	52
Tratamientos	52
Siembra:	53
Monitoreos:.....	53
3.2.4 Resultados.....	53
3.3 Evaluación preliminar del Bioestimulante Alga Mar Plus, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de café (<i>Coffea arabica</i> , <i>Rubiaceae</i>) a diferentes dosis en vivero en Finca La Pastoría, Santa Rosa, Guatemala.	54
3.3.1 Introducción	54
3.3.2 Objetivos.....	55

Contenido	Página
General:	55
3.3.3 Revisión bibliográfica	55
3.3.4 Metodología	56
Ubicación.....	56
Material experimental	56
Tratamientos	56
Descripción de tratamientos	57
Unidad experimental.....	57
Manejo del experimento	57
Establecimiento del ensayo:	57
Siembra:	57
Monitoreos:.....	57
Variables a evaluar:.....	57
Análisis de la información:	57
3.4 Evaluación preliminar del efecto potencializador de Alga Mar Plus, vía radicular, sobre el crecimiento y desarrollo en vivero de hule (<i>Hevea brasiliensis</i>) en finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.	59
3.4.1 Justificación	59
3.4.2 Objetivos.....	60
General:	60
Específicos:	60
3.4.3 Revisión bibliográfica	60
3.4.4 Metodología	61
Metodología	61
Diámetro:.....	61
Porcentaje de Prendimiento (pegue) del injerto:	61
Ubicación.....	61
Material experimental.....	62
Tratamientos.....	62
Unidad experimental	63

Contenido	Página
Manejo del experimento	63
Establecimiento del ensayo:	63
Siembra:	63
Aplicaciones:	64
Variables a evaluar	64
3.5 Apoyo para toma de lecturas en vivero de Hule, finca Agua Blanca, La Democracia, Escuintla.....	65
3.6 Bibliografías	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1-1 Ubicación geográfica de finca Agua Blanca, la Gomera, Escuintla.	3
Figura 1-2 Mapa general de Finca Agua Blanca y distribución de lotes según cultivo.	13
Figura 1-3 Mapa de Finca Agua Blanca con áreas sembradas con caña (1044.25 ha.)	14
Figura 2-1 Niveles de producción, factores limitantes de producción y prácticas ag	22
Figura 2-2 Clasificación de las Algas.	25
Figura 2-3 Morfología de <i>Ascophyllum nodosum</i> y terminología fenológica.	25
Figura 2-4 Localización de Finca Santa Elisa (lote del ensayo).....	26
Figura 2-5 Primer ligula visible de caña.....	36
Figura 2-6 Tallos de caña de azúcar.	37
Figura 2-7 Preparación del terreno donde se realizó el experimento de campo.	38
Figura 2-8 Siembra del material experimental utilizado en los tratamientos evaluados.	38
Figura 2-9 Aplicación del fertilizante evaluado (18-46-0), al momento de la siembra.	38
Figura 2-10 Aplicación al suelo del extracto de Algas, con bomba de mochila.....	39
Figura 2-11 Distribución de las unidades experimentales en campo.	33
Figura 2-12 Unidad de muestreo.....	33
Figura 3-1 Descripción de tratamientos.....	69
Figura 3-2 Planta de hule.....	70

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1-1 Lotes bajo administración de finca Agua Blanca.....	5
Cuadro 1-2 Necesidades vistas en Finca Agua Blanca y propuestas de solución.	9
Cuadro 2-1 Características generales del extracto de Algas Marinas.	17
Cuadro 2-2 Macro y Micro elementos de Algas.....	23

Contenido	Página
Cuadro 2-3 Descripción de los tratamientos evaluados.....	28
Cuadro 2-4 Valor de probabilidad para las variables de estudio.....	34
Cuadro 2-5 Análisis de varianza número de paquetes (SC Tipo III)	35
Cuadro 2-6 Análisis de varianza peso total de semilla de caña (SC Tipo III)	36
Cuadro 2-7 Análisis de varianza peso por paquete de caña (SC Tipo III)	36
Cuadro 2-8A Análisis de varianza para altura de caña.	42
Cuadro 2-9A Tukey para la variable altura: 0.05	42
Cuadro 2-10A Tukey para la variable altura entre los tratamientos: 0.05	42
Cuadro 2-11A Análisis de varianza para diámetro de caña.	43
Cuadro 2-12A Tukey para la variable diámetro de caña: 0.05	43
Cuadro 2-13A Tukey para la variable diámetro entre tratamientos: 0.05	43
Cuadro 2-14A Análisis de varianza para entrenudos de caña.	44
Cuadro 2-15A Tukey para la varianza entrenudos de caña por mes: 0.05	44
Cuadro 2-16A Tukey para la variable entrenudos de caña entre los tratamientos: 0.05	44
Cuadro 2-17A Análisis de varianza para longitud de caña.	45
Cuadro 2-18A Tukey para la variable longitud de caña por mes: 0.05	45
Cuadro 2-19A Tukey para la variable longitud de caña: 0.05	45
Cuadro 2-20A Análisis de varianza para número de paquetes de caña.	46
Cuadro 2-21A Tukey para número de paquetes de caña por tratamiento.	46
Cuadro 2-22A Análisis de varianza para peso total de caña.	46
Cuadro 2-23A Tukey para peso total de caña: 0.05	47
Cuadro 2-24A Análisis de varianza para peso por paquete de caña.	47
Cuadro 2-25A Tukey para peso por paquete de caña por tratamiento: 0.05	47
Cuadro 2-26A Promedios de alturas de caña tomadas mensualmente.	48
Cuadro 2-27A Promedios de diámetros de caña tomados mensualmente.	48
Cuadro 2-28A Promedio de entrenudos de caña tomados mensualmente.	48
Cuadro 2-29A Promedios de longitud de caña tomados mensualmente.	49
Cuadro 2-30A Número de paquetes de caña por tratamiento y peso en toneladas.	49
Cuadro 3-1 Resultados obtenidos en caña.	60
Cuadro 3-2 Dosis minimas.	63
Cuadro 3-3 Dosis maximas.	63
Cuadro 3-4 Diámetro de plantas sembradas al sol.....	65
Cuadro 3-5 Alturas de plantas sembradas al sol.....	65
Cuadro 3-6 Pares de hojas por planta sembradas al sol.....	65
Cuadro 3-7 Diámetros de plantas sembradas bajo sombra.....	65
Cuadro 3-8 Altura de plantas sembradas bajo sombra.....	65
Cuadro 3-9 Descripción de los tratamientos aplicados.....	69
Cuadro 3-10 Rango de días en los que se hicieron aplicaciones.....	72
Cuadro 3-11 Resumen de lecturas que se hicieron en el vivero de hule.....	72

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE SEMILLA VEGETATIVA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*) FINCA SANTA ELISA, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

Este trabajo es resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) realizada desde agosto de 2011 a junio del 2012, en finca Agua Blanca, en el municipio de La Democracia, Escuintla, con el apoyo del Ejercicio Profesional Supervisado Multiprofesional (EPSUM) de la USAC. Se presenta el informe de las actividades realizadas: diagnóstico, investigación y servicios.

En el diagnóstico se exponen las características físicas e institucionales de la finca Agua Blanca, en base a la información obtenida se realizó un análisis de problemas encontrados dentro del ámbito agronómico, a raíz de la detención y priorización de los problemas se planeó la ejecución de la investigación de campo y la prestación de servicios.

La investigación se desarrolló con el objetivo principal de generar una dosis apropiada del extracto de algas marinas sobre el crecimiento y desarrollo de semilla vegetativa del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), bajo el diseño experimental de parcelas divididas, se evaluaron 3 combinaciones de algas marinas con fertilización química que usa Ingenio Magdalena. Una aplicación de algas marinas al inicio de la siembra, la segunda a los 60 días después de la siembra y la última a los 90 días después de la siembra. Se hicieron muestreos cada 30 días hasta terminar la etapa de crecimiento de la semilla de caña de azúcar (7 meses). Los resultados muestran que el material cosechado con la aplicación de algas marinas tiene mayor altura y grosor el cual beneficia para tener mayor número de paquetes de semilla vegetativa de caña de azúcar con igual peso por paquete y peso total. Con los datos obtenidos se puede sugerir una dosis de 4 ó 5 litros por hectárea de algas marinas para el cultivo de caña de azúcar.

Con los servicios realizados se contribuyó a la mejora de técnicas y prácticas agrícolas para poder encontrar la dosis apropiada de extractos de algas marinas en cultivos de café, Hule y caña de azúcar tanto en parcelas divididas como en lotes completos.

Primer servicio: Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Alga Mar Plus sobre el rendimiento en el cultivo de caña de azúcar en Finca San Francisco, Ingenio Magdalena, S.A.

Segundo servicio: Evaluación preliminar del Bioestimulante Alga Mar Plus, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica*, *Rubiaceae*) a diferentes dosis en vivero en Finca La Pastoría, Santa Rosa, Guatemala.

Tercer servicio: Evaluación preliminar del efecto potencializador de Alga Mar Plus, vía radicular, sobre el crecimiento y desarrollo en vivero de hule (*Hevea brasiliensis*) en finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

Cuarto servicio: Apoyo en toma de lecturas en vivero de Hule, Finca Agua Blanca, La Democracia, Escuintla.



1.1 Presentación

La finca Agua Blanca está situada al Sur de la República de Guatemala, en el municipio de La Gomera, Escuintla.

El presente Diagnóstico se realizó en el marco del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), a través del cual se busca conocer las necesidades y apoyar en el desarrollo del potencial agrícola en Finca Agua Blanca. Para la elaboración del Diagnóstico se utiliza fuentes primarias y secundarias, elaborando un listado de necesidades prioritarias y proponiendo alternativas viables y sostenibles para resolverlas.

1.2 Marco Referencial

1.2.1 Ubicación

La finca Agua Blanca está situada al Sur de la República, en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla, a 110 km de la ciudad de Guatemala. La cabecera municipal se localiza en la Latitud Norte 14° 16' 96" y en la Longitud Este 91° 37' 13". Limita al Norte con el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con los municipios de Puerto San José y La Democracia; y al Oeste con el municipio de Nueva Concepción, todos del departamento de Escuintla. Cuenta con una extensión territorial de 640 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 35 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido.(InforPressCA2008).

1.2.2 Temperatura y clima

El clima del municipio de La Gomera, según INSIVUMEH (2014), basado en el sistema Thorntwhite, lo define como de cálido, húmedo y se caracteriza por tener dos estaciones de igual duración: invierno y verano, una extremadamente seca y otra húmeda (MAGA 2000).

Figura 1-1 Ubicación geográfica de finca Agua Blanca, la Gomera, Escuintla.



Fuente: La Gomera (2015).

1.3 Objetivo

Conocer la situación agrícola en la finca Agua Blanca, La Gomera, Escuintla, con el fin de priorizar necesidades, especialmente en cuanto a fertilización orgánica en los diferentes cultivos que maneja la finca en forma de ensayos.

1.4 Metodología

1.4.1 Reconocimiento del lugar

Para esta etapa se realizaron recorridos de campo, para identificar las instalaciones y fuente primaria.

1.4.2 Revisión bibliográfica

Para poder elaborar el diagnóstico se consultaron documentos elaborados tanto municipales como planes de desarrollo de finca Agua Blanca.

1.4.3 Análisis de la Información

Luego de obtener la información bibliográfica se procedió a realizar el análisis de la información mediante la elaboración de gráficas, tablas y análisis comparativo en cuanto a los problemas de la finca.

1.5 Resultados

1.5.1 Aspectos generales

1.5.2 Información de Finca Agua Blanca.

En finca Agua Blanca se cultivan actualmente 1,044.25 hectáreas de caña de azúcar, la cual se encuentra arrendada por Ingenio Pantaleón S.A., 58.08 hectáreas de cultivo de hule el cual se encuentra en crecimiento, 25.92 hectáreas con cultivo de limón, dicha plantación se encuentra en producción asistida por el personal de campo. Figura 1-2

La principal actividad de la finca es la elaboración de Alga Mar Plus. Inició en el año 2011, esta actividad es agroindustrial y lleva 4 años funcionando. Se iniciaron ventas en abril del 2012 y se tiene el proyecto de poder expandir la producción y ventas.

Actualmente se están realizando aplicaciones de Alga Mar Plus en los cultivos que tiene a su cargo finca Agua Blanca, (vivero de hule y cultivo de limón).

En el cuadro 1-1 se observa cómo se encuentra distribuida el área que se está utilizando con la administración actual.

Cuadro 1.1 Lotes bajo administración de finca Agua Blanca

Id Lote	Nombre	Hectáreas	Cultivo
4030	La Montaña	45.82	Hule
4031	El Marañón	4.9	Hule
4032	El Complejo	2.77	Hule
4033	El Cuje	2.49	Hule
4034	Conacaste	1.37	Hule
4035	Cerro del bosque	0.73	Hule
1	Naranjera	1.78	Limón
2	Las Pilas	7.23	Limón
3	La Puertona	4.05	Limón
4	El Mexicano	1.2	Limón
5	El Taller	7.5	Limón
6	El Mango	0.61	Limón

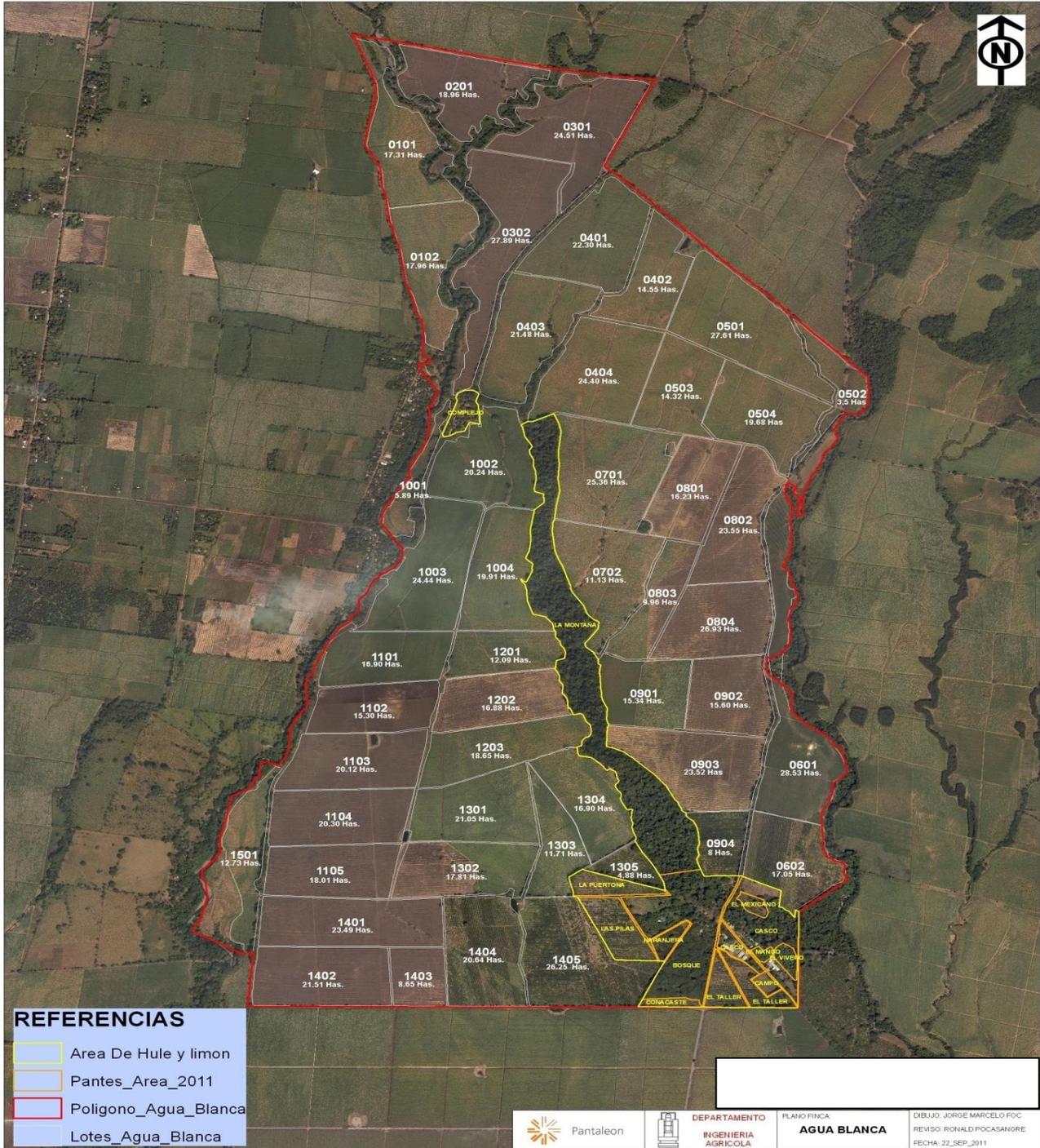


Figura 1-2 Mapa general de Finca Agua Blanca (1128.34 ha.) y distribución de lotes según cultivo.

1.5.2 Recursos Naturales

La República de Guatemala cuenta con dos vertientes la del Pacífico y la del Atlántico, correspondiéndole al municipio de La Gomera la primera, la cual se baña por los caudales de los ríos Acomé, Coyolate, Colojate, Obraje y también existen ramificaciones de los ríos Pantaleón y Madre Vieja (MAGA 2000).

1.5.3 Aspectos biofísicos

Suelos

Los suelos del departamento de Escuintla han sido divididos en tres grupos los cuales son:

Suelos de declive del Pacífico.

Suelos del litoral del Pacífico.

Clases misceláneas del terreno.

Los suelos de La Gomera corresponden a los del litoral del Pacífico, los cuales han sido subdivididos de la siguiente forma.

Suelos bien drenados de textura pesada

Suelos arenosos bien drenados

Suelos mal drenados de textura pesada

Suelos arenosos mal drenados (MAGA 2000).

1.5.4 Recursos Humanos

La finca cuenta con 5 viviendas en las cuales sus habitantes trabajan bajo la administración de la finca en diferentes labores.

1.5.5 Principales necesidades vistas y posibles soluciones.

Cuadro 1-2 Necesidades vistas en Finca Agua Blanca y propuesta para alcanzar su solución.

NECESIDADES	PROPUESTA DE SOLUCIÓN
<p>Desconocimiento del Bio Activador (Alga Mar Plus) sobre los diferentes cultivos agrícolas (LIDA 2015).</p> <p>Concentraciones y épocas de aplicación.</p> <p>Desarrollar diferentes técnicas para dar a conocer el producto en el mercado.</p>	<p>Propuesta para la realización de ensayos en diferentes cultivos agrícolas para saber cuál es la dosis apropiada para cada uno de los cultivos según su fenología.</p> <p>Propuesta para el uso adecuado de equipo de protección para la aplicación de Alga Mar Plus en los diferentes cultivos.</p> <p>Desarrollar etiquetas, panfletos, afiches, y otros.</p>
<p>Falta de piloto para realizar traslados de personal de campo.</p>	<p>Propuesta para que todo el personal que labora en oficinas aprenda a conducir un vehículo para poder realizar traslados de emergencia de personal de campo.</p>

1.6 Conclusiones

Los cultivos principales en finca Agua Blanca, son la caña de azúcar, el hule y el limón.

Con el Bioactivador Alga Mar Plus que es de uso agroindustrial, se pretende establecer diferentes ensayos para definir dosificación para cada cultivo y así poder comercializarlo en el mercado agrícola.

1.7 Recomendaciones

Para los cultivos principales de la finca Agua Blanca, se recomienda seguir con los ensayos para determinar la dosis óptima del Bioactivador Alga Mar Plus en cada uno de ellos (vivero de Hule y cultivo de limón).

Respecto a la empresa AGRICISA (Finca Agua Blanca) se recomienda desarrollar etiquetas, panfletos, afiches y toda la logística necesaria para la comercialización del producto Alga Mar Plus.

Se recomienda que en la empresa se mejore el clima organizacional, a manera de favorecer la comunicación inter e intra personal, que favorezca la exposición de todas las necesidades, así como de las posible soluciones que se puedan ir generando; de igual manera dar a conocer los proyectos en ejecución para unificar los esfuerzos en cada uno de los trabajadores de la empresa.

1.8 Bibliografía

1. InforPressCA.com. 2008. Historia del municipio de La Gomera, Escuintla (en línea). Guatemala. Consultado 15 abr 2015. Disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/historia-municipios-guatemala/historia-del-municipio-de-la-gomera-escuintla.shtml>
2. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2014. Registros meteorológicos de la estación La Gomera, Escuintla. Guatemala. Hojas Excel.
3. La Gomera (en línea). 2015. Guatemala. Consultado 15 abr 2015. Disponible en http://www.guiarte.com/destinos/centro-america/poblacion_guatemala_la-gomera.html
4. LIDA Plant Research.com. 2015. *Bioactivadores* - algamix (en línea). Valencia, España. Consultado 16 abr 2015. Disponible en www.lidaplantresearch.com
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.



2.1 Presentación

Esta investigación se hizo con el propósito de encontrar una dosis aplicable de alga marina a la semilla vegetativa para el cultivo de caña de azúcar en finca Santa Elisa del Ingenio Magdalena, mediante la evaluación del crecimiento y desarrollo de la caña y producción de semilla vegetativa y poder ver los mejores resultados obtenidos en el ensayo y hacer comparaciones con el producto que actualmente está siendo aplicado.

El extracto concentrado de Algas Marinas es un “Bio Activador” (Orgánico) a base de macro y micro algas marinas (Booth 1966 y 1969), las cuales por su proceso de elaboración continúan en forma activa y viables (Boraso de Zaixso 1995), siendo una fuente importante y natural de abono orgánico utilizable en varios cultivos, y como sustituto del fertilizante químico (Crouch, Smith, Van Staden, Lewis y Hoad 1992).

El extracto brinda un equilibrio natural (suelo franco) (Brain, Williams, Wildgoose y Blunden 1981). Al aplicarse al suelo, las enzimas que emiten los microorganismos que en él se encuentran (Boussiba 1988), actúan sobre sus componentes físicos (arcilla, arena y limo) llevándolos a un equilibrio textural (Norrie 2000), mejorando la compactación, dándole cuerpo y mejorando su estructura (Díaz, Real, Hardiss 1988). Al hacerlos porosos facilita la penetración de las raíces y la difusión del agua (Acleto 1986).

La caña de azúcar es una especie particularmente exigente en cuanto al desarrollo, actividad y profundidad de su sistema radicular. Por tanto es necesario que los suelos a ser destinados a este cultivo sean profundos, fértiles, bien aireados y que tengan buena estructura y elevada capacidad de retención de agua (CENGICAÑA 2010).

Los resultados muestran que el material cosechado con la aplicación de algas marinas tiene mayor altura y grosor el cual beneficia para tener mayor número de paquetes de semilla vegetativa de caña de azúcar con igual peso por paquete y peso total. Con los datos obtenidos se puede sugerir una dosis de 4 ó 5 litros por hectárea de algas marinas para el cultivo de caña de azúcar.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Importancia de la caña de azúcar en Guatemala

La caña de azúcar actualmente se cultiva en más de 100 países que es superior a 20 millones de hectáreas en el mundo, en donde se producen más de 1,300 millones de toneladas de caña (CENGICAÑA 2010).

En el pasado ha sido utilizada principalmente para producir azúcar, proveyendo casi dos tercios de la producción mundial (CENGICAÑA 2010).

Aunque la economía mundial dependerá en las próximas décadas de la energía fósil, la biomasa por ser una fuente de energía renovable, sustituirá parcialmente a la energía fósil. Debido a la excepcional habilidad de la caña de azúcar para producir biomasa, será una fuente importante de la misma (CENGICAÑA 2010).

La caña de azúcar será la materia prima preferida para producción de etanol o generación de energía eléctrica y coproductos bioplásticos y otros derivados de la sucroquímica (CENGICAÑA 2010).

Considerando la importancia económica de la caña de azúcar son necesarias mayores inversiones en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías para apoyar los programas de genética, mejoramiento y producción de la caña de azúcar (CENGICAÑA 2010).

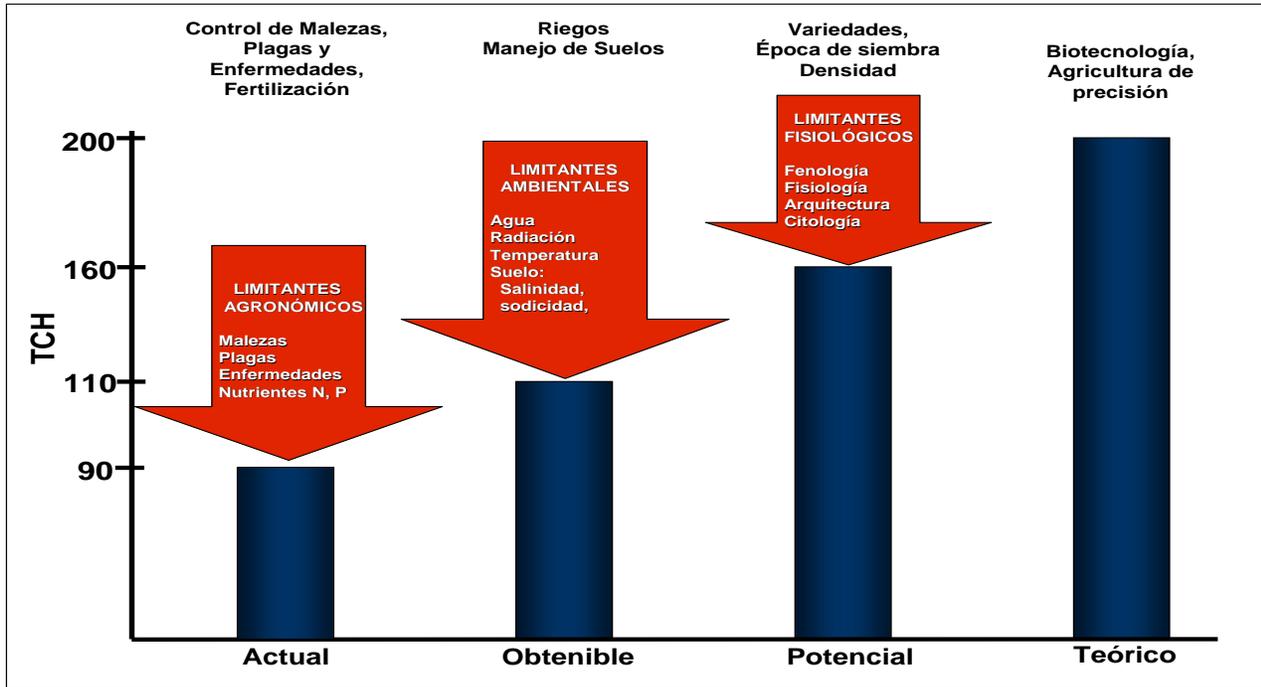
Los rendimientos record de caña de azúcar alcanzan aproximadamente un 65 por ciento del rendimiento teórico, por lo que existe un alto potencial para incrementar la acumulación de sacarosa si los límites bioquímicos y fisiológicos pueden ser identificados y modificados. Para esto se necesita desarrollar más investigación en ciencias como biología molecular, bioquímica, fisiología y agronomía (CENGICAÑA 2010).

2.2.2. Niveles de producción

Se describen los diferentes niveles de producción asociados a factores limitantes y prácticas agronómicas o tecnologías para proteger o incrementar el rendimiento de los cultivos (CENGICAÑA 2010).

En la Figura 2-1, se presentan estos niveles de producción adaptados a caña de azúcar en Guatemala, el rendimiento actual se define como aquel alcanzado bajo condiciones de factores limitantes como malezas, plagas, enfermedades o déficit de nutrientes (CENGICAÑA 2010).

Figura 2-1 Niveles de producción, factores limitantes de producción y practicas agronómicas o tecnológicas con potencial para proteger o incrementar el tonelaje del cultivo.



TCH: Toneladas de caña por hectárea.

Fuente: CENGICAÑA (2010).

2.2.3. Importancia de las algas marinas.

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 nodosum* (AlgaeBase.com. 2012). Por supuesto los métodos de procesamiento, la calidad y la eficacia del producto varían (Dawes 1986, Etcheverry 1986 y Parma, Pascual, Sar 1987).

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 (Rodgers, Bergman, Henrikson, Udris 1979, Sharp 1986 y Vadas, Wright, Miller 1986).

Las algas marinas se aplican en la agricultura: tal cual (Vadas, Wright, Beal 2004); en forma de harina (Ugarte y Sharp 2001), de extractos de polvos solubles (Mateo y Andrade 1985) y últimamente como polvo coloidal (Canales 1998). Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de las cosechas (Baardseth 1970).

Conforme a lo reportado por Blaine *et al* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), citados por Canales (1998), el incremento en las cosechas 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 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; agentes quelatantes como: ácidos alginicos, ácidos fúlvicos y manitol; vitaminas; sustancias biácidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas.

Según Fox y Cameron (1961) y López *et al* (1994), citados por Canales (1998) en sus respectivos trabajos, reportan la acción de las enzimas como fuente de vida. Es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marianas por ejemplo, las enzimas que esta conllevan, refuerzan en las plantas sus sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (mas vigor).

Reyes (1991) y Reyes (1993), citados por Canales (1998) al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, encontró que se llega a tener un equilibrio en la textura (suelo franco), bajaron los carbonatos, se formaron poros y se ajustó el pH del suelo. Canales (1997) y Canales (1998), considera que esto es debido a que las enzimas que las algas conllevan, provocan o activan en el suelo, reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles, inclusive las raíces, no son capaces de hacer en forma notoria, de tal manera, que al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad a favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio, o sea al suelo franco, ajustando el pH.

Al descomponer la materia orgánica y a los carbonatos, libera el anhídrido carbónico formando poros, mismos, que se forman también al coagular las arcillas silíceas, descompactandolo; todo en forma enzimática, paulatina y acumulativa (Reyes 1993), se logra así: el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo, haciendo del mismo un medio propicio para que los microorganismos, lombrices y demás fauna pequeña que medran en el suelo así como las raíces y las plantas, se desarrollen mejor (Reyes 1993).

2.3. Extracto de algas marinas (Alga Mar Plus)

2.3.1. Características generales del extracto de Algas Marinas

La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integradas de nutrición de cultivos (Cerezo 1986 y Díaz, Real, Hardisson 1988).

Cuadro 2-1 Características generales del extracto de Algas Marinas.

Macro Nutrientes	Contenido	Micro Nutrientes	Contenido
Nitrógeno (N)	0.8 a 1.5 %	Sodio (Na)	3.0 a 5.0 %
Acido fosfórico(P ₂ O ₅)	1.0 a 2.0 %	Boro (B)	75 a 150 ppm
Potasio Soluble (K ₂ O)	17.0 a 22.0 %	Manganeso (Mn)	5 a 20 ppm
Azufre (S)	1.0 a 2.0 %	Cobre (Cu)	1 a 5 ppm
Magnesio (Mg)	0.2 a 0.5 %	Zinc (Zn)	25 a 50 ppm
Calcio (Ca)	0.3 a 0.6 %	Hierro (Fé)	75 a 250 ppm
Carbohidratos		Acido algínico, Manitol, Laminaria.	
Materia orgánica		45 a 55%	

Fuente: Boraso de Zaixso (1995).

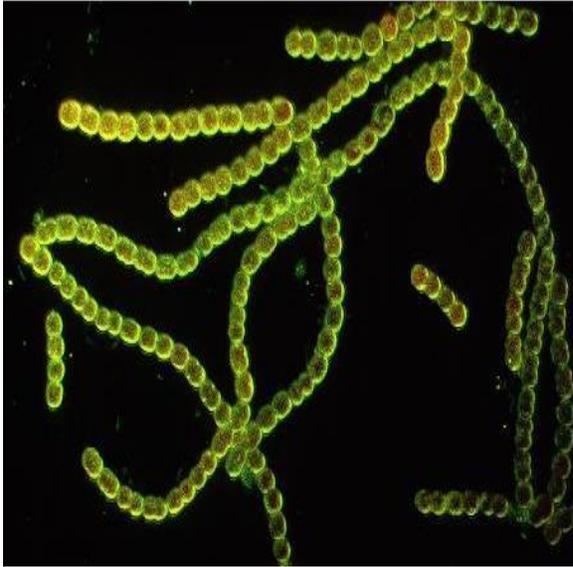
2.3.2. Definición de algas marinas.

El término “alga” se aplica a los organismos de naturaleza vegetal, ya sean de agua dulce o agua salada, que no desarrollan flores como lo hacen las plantas vasculares terrestres y acuáticas (Dawes1986 y Graham y Wilcox2000).

La mayoría de las algas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO₂) y de sustancias inorgánicas disueltas en el agua mediante la fotosíntesis. Las sales y otras sustancias nutritivas pueden ingresar por cualquier punto de su cuerpo (Hankins y Hockey 1990).

A diferencia de las plantas vasculares terrestres, no poseen tejidos de conducción ni de sostén. Se mantienen erguidas porque al desarrollarse en el agua la gravedad no actúa sobre ellas (Dawes1986).

Los científicos han clasificado las algas de diversos modos; de entre ellos destacamos cuatro, las cuales citamos a continuación:



1. **Cianofíceas** (algas verde-azuladas):



2. **Rodofíceas** (Algas rojas)



3. **Feofíceas** (algas pardas):
Fuente: Cerezo (1986)



4. **Clorofíceas** (algas verdes)

Figura 2-2 Clasificación de las Algas.

Procariotas (Prokaryota, Bacteria s.l., Monera) (AlgaeBase2012).

Eucariotas (Eukarya).

Filo Glaucófitos (Glaucophyta=Glaucocystophyta).

Filo Rodófitos (Rhodophyta).

Filo Clorófitos (Chlorophyta).

Los tres últimos filios están emparentados entre sí y son los llamados eucariontes fotosintéticos primarios, descendientes directos del eucarionte en cuyo seno una cianobacteria se convirtió en el primer plastidio (Baldauf 2003).

2.3.3 Usos de las algas.

Desde tiempos pasados, el hombre ha usado las algas con distintos fines (Boraso de Zaixso 1995). En China desde el año 2700 A.C. y los griegos y romanos las usaban como alimentación, para el forraje, como plantas medicinales y en cosmética (Stockton y Evans 1980). Los aztecas empleaban las cianobacterias *Spirulina*, que recolectaban el lago Texcoco, como complemento proteico (Norrie 2000). Actualmente tienen usos industriales, agropecuarios, alimentación, médico-farmacológicos y en restauración medioambiental (Boraso de Zaixso 1995 y Canales 1998). La cantidad de algas transformadas en todo el mundo es del orden de 7 billones de toneladas de peso fresco, siendo los países asiáticos los productores de casi el 80 % de las materias primas (Cousens 1984).

2.3.4 Taxonomía y distribución

En América, los primeros estudios sobre algas datan de aproximadamente 250 años atrás, época en la cual se realizaron numerosas expediciones, principalmente por europeos y norteamericanos para recolectar especies exóticas (Boraso de Zaixso 1995). Las primeras colecciones de la flora algal peruana, pertenecen a Coker (1903-1906) y fueron estudiadas por Howe (1914), quien en 1914 publicó "The marine algae of Peru", reconociendo un total de 96 especies. Para el Perú, es importante citar los trabajos realizados por Dawson *et al* (1964) y Acleto (1973; 1980).

Santelices (1980), citado por Acleto (1988) en su trabajo sobre la fitogeografía de la costa templada del Pacífico Sur, concluye que esta flora incluye 380 especies de algas rojas, pardas y verdes las cuales son de influencia principalmente subantártica. Ramírez & Santelices (1991) en una recopilación de toda la información bibliográfica de la costa templada del Pacífico Sur, mencionan un total de 746 especies de algas, de las cuales 469

son *Rhodophyta*, 149 *Phaeophyta* y 128 *Chlorophyta*. Acleto (1988) menciona para el Perú un aproximado de 225 especies, de las cuales 160 son rojas, 31 pardas y 37 verdes.

En 1986, Acleto incluye en esta relación, al departamento de La Libertad. Ramírez y Santelices (1991) en una revisión bastante extensa de las algas marinas de la costa de Sudamérica, señalan como área de distribución de *C. chamissoi* a Perú y Chile y en 1997.

2.3.5 Importancia económica.

En el continente asiático, 2000 años antes de Cristo, ya se tenía conocimiento de las algas, no sólo como alimento, sino también, en la medicina y como fertilizantes (Hansen *et al* 1981). En 1914, Howe sugirió la posibilidad de industrializar las algas (Stockton y Evans 1980). En la actualidad, su uso se ha incrementado por las múltiples aplicaciones de los polisacáridos de la pared celular (agar, carragenano y alginato), que se obtienen de algunas especies de algas rojas y pardas (Glicksman, 1987; Kloareg y Quatrano, 1988).

En el Perú, el "yuyo" (*Chondracanthus chamissoi*) y el "cochayuyo" (*Porphyra* spp.) han sido utilizados como alimento desde la época preinca, tanto en la costa como en la sierra (Acleto 1986).

2.3.6. Aspectos legales como fertilizantes.

Según la orden de 28 de mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines las "algas" no pueden considerarse abonos, ni fertilizantes, ni nada, al igual que, legalmente, no existen los "bioestimulantes" ni los "biofertilizantes" (Ugarte y Sharp 2001).

A efectos legales, los productos a partir de algas podrían incluirse en las siguientes categorías:

- A. Materia orgánica líquida: Si tienen más de un 30% de materia orgánica.
- B. Producto conteniendo aminoácidos: Si el producto tuviera más de un 2% de aminoácidos libres y la suma $N+P_2O_5+K_2O$ fuera, como mínimo, del 6%.
- C. Aminoácidos: Si el contenido es del 6% o superior, el N total del 4% y la materia orgánica total del 20% y, en todos los casos la relación C/N fuera superior a 6 (Boussiba 1988).

El Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales de De Liñán (1999) incluye los (más de 45) extractos de algas, clasificados por su contenido aparente en algas marinas (entre 8% y 100%), en el capítulo de "Bioactivadores de Origen Vegetal", y resalta el

hecho que no existe legislación ni normativa sobre lo que son extractos de algas, ni de cómo calcular su riqueza, ni de cómo analizar el producto.

2.3.7 Efectos agronómicos de las algas

Simplificando, los efectos agronómicos de las algas se pueden justificar por el contenido cuantitativo y cualitativo, componentes de las algas que explican (o explicarían) sus efectos agronómicos sobre la planta, el suelo, los frutos y/o los patógenos (independientemente del modo de aplicación: foliar, al suelo, extractos líquidos, abono verde, algas vivas, etc.) (Díaz, Realy Hardisson 1988).

- A. Polisacáridos matriciales (alginatos, carragenatos, agar, ulvanos, mucopolisacáridos, y sus oligosacáridos)
- B. Macronutrientes: Nitrógeno (aminoácidos), Potasio, Calcio, Magnesio, Fósforo
- C. Oligoelementos y grado de quelatación
- D. Bioantioxidantes y activadores (polifenoles, xantofilas, carotenoides, enzimas)
- E. Fitohormonas y reguladores del crecimiento (citoquininas, oligosacáridos, betaínas)
- F. Biotoxinas, inhibidores y repelentes (compuestos aromáticos y terpenoides halogenados con actividad anti fúngico, bacteriano, insectos, ácaros, nemátodos).

Efectos beneficiosos (descritos en la literatura científica y en los folletos publicitarios de las empresas productoras) de la adición de algas a los cultivos agrícolas terrestres (Díaz, Real y Hardisson 1988):

I. – Sobre la planta

- A. Estimulante de la germinación
- B. Activadores del crecimiento y del crecimiento radicular
- C. Mayor producción, tamaño de tubérculos, homogeneidad de frutos
- D. Activador de defensas (estimulante de fitoalexinas radiculares)
- E. Mayor contenido en clorofila y capacidad fotosintética
- F. Mejora la relación raíz, parte aérea de planta, mayor captación de nutrientes
- G. Retraso de la senescencia de las hojas
- H. Mayor resistencia a la sequía, a la salinidad y al estrés
- I. Antitranspirantes, menor gasto de agua
- J. Antioxidantes.

II. – Sobre calidad de fruto, biomasa o semilla

- A. Estimulante de la floración y del cuajado del fruto
- B. Aumenta el contenido en azúcares del fruto
- C. Aumenta el contenido en AGPI en semillas
- D. Aumento de perdurabilidad
- E. Aumento de calidad del ganado que pasta en pienso tratado con algas.

III. – Sobre el suelo

- A. Corrector de acidez
- B. Corrector de carencias minerales (macro: Ca y K y todos los oligoelementos)
- C. Estabilizante de estructura, anti erosivo, regenerador-detoxicador de suelos
- D. Activador de la micro fauna y microorganismos del suelo (micorrizas)
- E. Aporta macronutrientes y micronutriente (Quelante y acomplexante)
- F. Hidratante (aumento de capacidad de campo)
- G. Reductor de la salinidad

IV. – Sobre los parásitos y patógenos

- A. Vermífugo
- B. Repelente de nemátodos y acción nematocida
- C. Repelente de hongos de suelo y hongos de planta
- D. Repelente de ácaros e insectos
- E. Efecto sinérgico con tratamientos pesticidas convencionales (Mateo&Andrade1985).

2.4. Extracto de algas de la especie (*Ascophyllum nodosum*) 100 % orgánico

Con una concentración del 24 % P/V G-A2 Extracto de Algas es un bioestimulante natural extraído del alga *Ascophyllum nodosum*. Los extractos obtenidos de estas algas, son compuestos órgano-minerales ricos en elementos nutritivos principalmente (N, P, K), elementos secundarios y oligoelementos (Ca, S, B, Mo, Cu, Fe, Zn, Mn, Co y Si), aminoácidos, carbohidratos (ácido alginico, manito y laminarina), presentando además concentraciones importantes de fitorreguladores naturales (citoquininas, auxinas y betainas) como se muestra en el cuadro 3(Fritsch1945).

Cuadro 2-2 Macro y Micro elementos de Algas.

Extracto de Algas <i>Ascophyllum nodosum</i>	Concentración	AMINOÁCIDOS	gramos de aminoácido / 100 gr de proteína
Nitrógeno (N)	1.5%		
Fosforo (PO ₂)	4.0%	Alanina	5.3 gr
Potasio (KO ₂)	3.0%	Arginina	8.0 gr
Magnésio (MgO)	1.0%	A.Aspartico	6.9 gr
Calcio (Ca)	3.0 %	Cisteina Trazas A. Glutamico	10.0 gr
Hierro (Fe)	0.7 %	Glicina	5.0 gr
MICROELEMENTOS		Histidina	1.3 gr
Azufre (S)	210.0 ppm	Isoleucina	2.8 gr
Boro (B)	27.5 ppm	Leucina	4.6 gr
Bario (Ba)	25.0 ppm	Lisina	4.9 gr
Cobalto (Co)	8.0 ppm	Metionina	0.7 gr
Cobre (Cu)	126.0 ppm	Fenilalanina	2.3 gr
Manganeso (Mn)	70.0 ppm	Prolina	2.6 gr
Molibdeno (Mo)	1.2 ppm	Serina	3.0 gr
Zinc (Zn)	115.0 ppm	Treonina	2.8 gr
Cadmio (Cd)		Tirosina	0.9 gr
		Triptofano Trazas Valina	3.7 gr
	0.7 %	Bioactivador Enzimatico	
	1.0 %	Complejo Vitaminico	
	600 a 800 ppm	Citoquininas	
Carbohidratos Ac. Alginico, Manitol y Laminarinas.			
Promotores de crecimiento auxinas, giberelinas y citoquininas.			
Antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos.			
Vitaminas A, E y C			

Fuente: Fritsch (1945).

Una comparación de algunos de los métodos utilizados para determinar si las plantas acuáticas tienen la capacidad de utilizar los iones bicarbonato como fuente de carbono inorgánico para la fotosíntesis se ha aplicado a la macro alga *Ascophyllum nodosum* (Baardseth 1970 y Booth 1966 y 1969). Estos incluyen: observar la fotosíntesis a un pH alto (por debajo de la alga de CO₂ punto de compensación), pH determinaciones del punto de compensación, la comparación de las características fotosintéticas a pH bajo (5,20) y a pH elevado (7,95), la estimación de las tasas máximas en las que el CO₂ puede difundirse a través de la capa sin agitación y la velocidad a la que el CO₂ puede ser producido a partir de bicarbonato de deshidratación en la capa no agitada. Todo indica que *Ascophyllum nodosum* puede utilizar iones de bicarbonato para la fotosíntesis, aunque algunos no son siempre coherentes (Parma, Pascual y Sar 1987).

2.4.1. Descripción del recurso

El *Ascophyllum nodosum* (Rockweed) es un alga marina parda que crece desde el Círculo Polar Ártico hasta el Estado de New York en Norteamérica y, en un amplio rango de exposición a las olas sobre sustratos estables (Baardseth 1970). *Ascophyllum* se substituye o se mezcla con otras especies relacionadas (*Fucus* spp.) en las áreas más expuestas o cubiertas con hielo (Sharp 1986). *Ascophyllum* se ha convertido en el alga marina comercial más importante de Canadá y, es el alga marina perennemente dominante en la zona intermareal rocosa en toda la costa atlántica de las Provincias Marítimas, donde forma extensas camas (Vadas, Wright y Beal 2004).

Los brotes de esta alga marina nacen de un rizoide y desarrollan una estructura compleja de ramificación dicotómica y lateral, (como se muestra en la Fig. 2-3). La planta tiene sexos separados (dioica), produciendo gametos a partir de las estructuras especializadas llamadas receptáculos (Baldauf 2003). A medida que la marea sube, la planta emerge gracias a los sacos de aire (vesículas) en los brotes creando una canopia flotante. La mayoría de nuevos brotes nacen vegetativamente de los tejidos del rizoide basal existente. A medida que la planta crece, su disco basal comienza a fusionarse con los discos basales de las plantas adyacentes formando manojos (Vadas, Wright y Miller 1986).

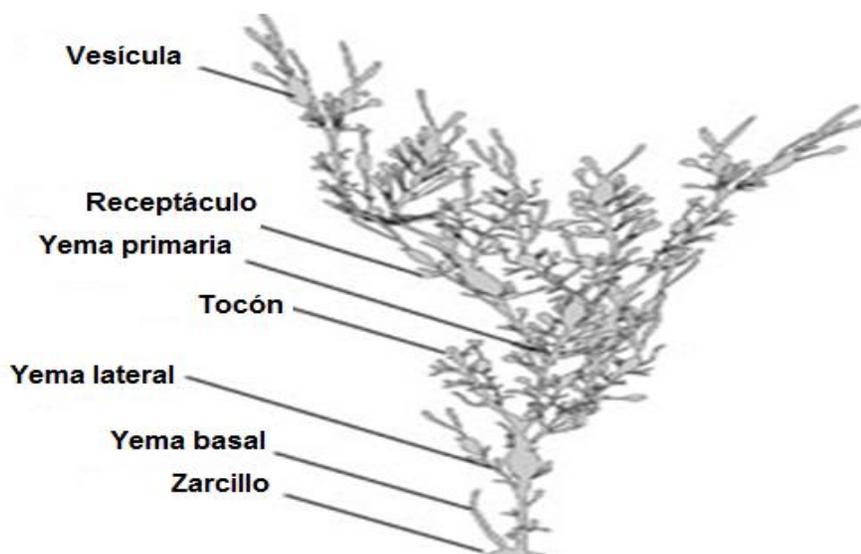


Figura 2-3 Morfología de *Ascophyllum nodosum* y terminología fenológica.

Fuente: Cousens (1984)

2.5 Marco Referencial

2.5.1 Descripción del área de estudio

En Guatemala, el área dedicada al cultivo de la caña de azúcar se encuentra concentrada en la región Sur del país, en jurisdicción de los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu. Zona donde se encuentran concentrados la mayoría de ingenios azucareros y por ende la mayor parte del área que ocupa el cultivo de la caña de azúcar, se encuentra ubicada geográficamente en la *Planicie Costera del Pacífico*, entre las coordenadas 14°00' a 14°40' Latitud Norte y 90°30' a 91°45' Longitud Oeste. Comienza en las estribaciones de la Sierra Madre a unos 334 msnm y se extiende hasta la cerca del litoral a unos 42 msnm. La topografía es ondulada en las partes altas y ligeramente plana a plana en las partes bajas (Sánchez *et al* 1994).

2.5.2 Localización

La presente evaluación se realizó en Finca Santa Elisa, con el apoyo del Departamento de Investigación de Control de Semilla de caña de Ingenio Magdalena –IMSA-, a una distancia de 103.5 km de la Ciudad de Guatemala y a una Longitud Norte a Sur de $90^{\circ}57'21.86''$ y Latitud Este a Oeste $14^{\circ}10'23.48''$ y una altura de 90 msnm, temperatura mínima de 22.2°C y máxima de 35.7°C durante el periodo de investigación (INSIVUMEH 2014 y MAGA 2000).

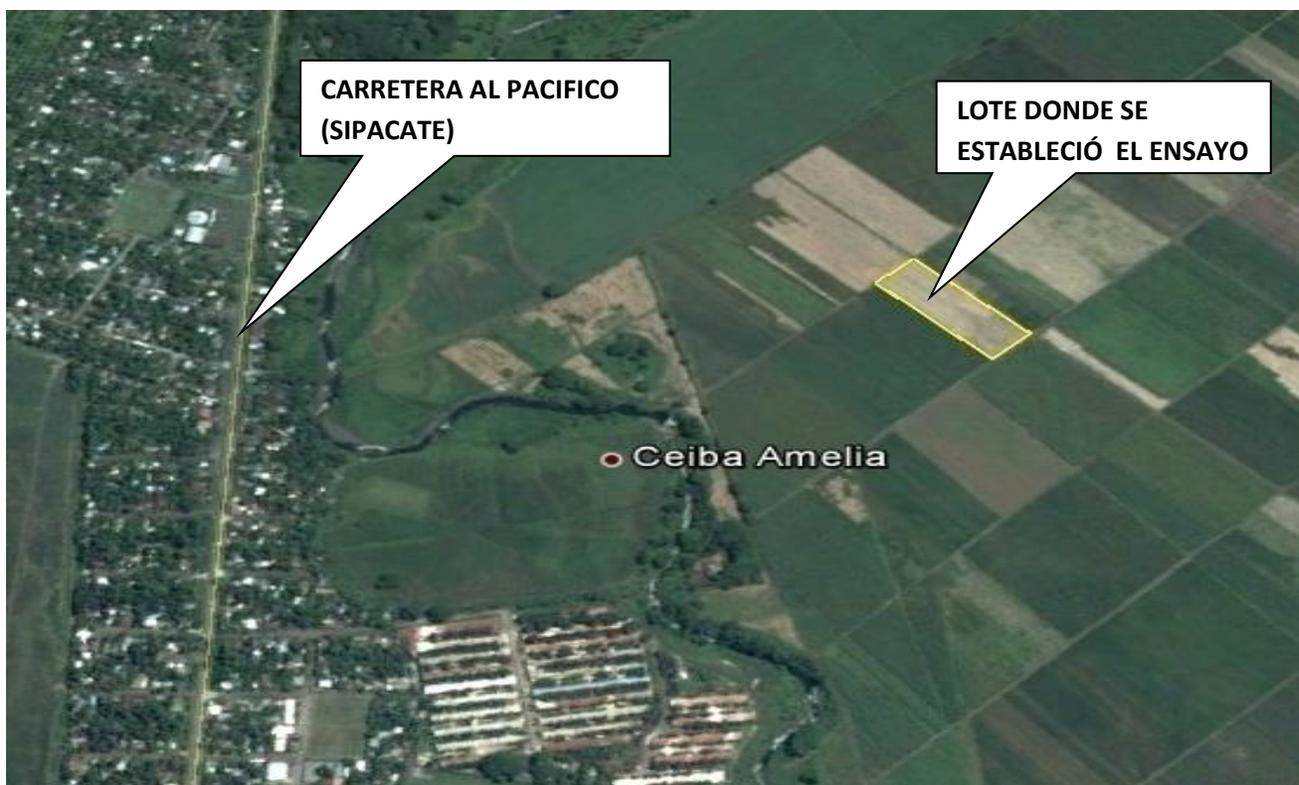


Figura 2-4 Localización de Finca Santa Elisa (lote del ensayo) Ingenio Magdalena.

Fuente: Maplandia.com (2014).

2.6. Objetivos

2.6.1. General

Evaluar el efecto de la aplicación de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), en el suelo como complemento a la fertilización química, en la producción de semilla vegetativa de caña de azúcar con intervalos de agosto del 2011 a mayo 2012, en finca Santa Elisa (Ingenio Magdalena), Escuintla.

2.6.2. Específicos

Evaluar la combinación de dos dosis complementarias de extractos de algas y tres niveles de fertilización química, para la producción de semilla vegetativa de caña de azúcar, midiendo las variables altura, entrenudos, diámetro y peso.

Evaluar el desarrollo de caña de azúcar con la aplicación de Algas Marinas y la fertilización química normal utilizada.

2.7. Hipótesis

El uso de bioestimulantes vegetales a base de algas marinas y la nutrición foliar incrementa el rendimiento y calidad de la producción de semilla vegetativa de cultivos de caña de azúcar.

2.8. Metodología

2.8.1. Etapa de Campo

Se inició la siembra de plántulas de la variedad CP-71-6161 provenientes de cultivos *in vitro*, la siembra se hizo en el área designada en finca Santa Elisa, luego de la siembra se aplicó Alga Mar Plus, fertilización 18-46-0, y Urea a los tratamientos designados, a los 60 días después de la siembra se volvió aplicar Alga Mar Plus, fertilización 18-46-0 y Urea a los tratamientos según distribución con ingenio Magdalena y por último a los 90 días se hizo la última aplicación de Alga Mar Plus y de Urea a los tratamientos.

2.8.2. Material Experimental

Se utilizó para el ensayo la variedad de caña CP71- 6161 proveniente de cultivos *in vitro*.

Extractos de Algas (Alga Mar Plus), ingrediente activo extracto de algas marinas *Ascophyllum nodosum*, ácido fúlvico, melaza y fertilizantes.

Cuadro 2-3 Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Momento del Trasplante al Campo	60 días después del Trasplante	90 días después del Trasplante
T-1	Alga 2 lt/ha y 18-46-0 136 kg/ha	Alga 2lt/ha y Urea 46% 273 kg/ha	
T-2	Alga 2 lt/ha y 18-46-0 136 kg/ha	Alga 2lt/ha y Urea 46% 136 kg/ha	
T-3	Alga 2 lt/ha y 18-46-0 136 kg/ha	Alga, 2 lt/ha	
T-4	Alga 2 lt/ha y 18-46-0 136 kg/ha	Alga 1.5 lt/ha y Urea 46% 136 kg/ha	Alga 1.5 lt/ha y Urea 46 % 136 kg/ha
T-5		Alga 2 lt/ha y 18-46-0 136 kg/ha	Alga 2 lt/ha y Urea 46% 273 kg/ha
Testigo relativo	18-46-0 136 kg/ha	Urea 46 % 273 kg/ha	
Testigo absoluto	Testigo (sin algas) solo fertilizante	Testigo (sin algas) solo fertilizante	Testigo (sin algas) solo fertilizante

2.8.3. Variables de respuesta

Número de nudos de caña: se realizaron muestreos cada 30 días, en cinco plantas seleccionadas al azar, con el objetivo de monitorear el crecimiento mensual.

Porcentaje de población de caña: de los tres surcos centrales cada 30 días se contaron los tallos con mejor vigor para llegar a ser semillas (surco 2, 3 y 4), número de tallos.

Altura de caña: de los 5 surcos que posee la parcela, se tomó el surco central para marcar 5 plantas al azar, colocando a las plantas seleccionadas una marca que consistió en un plástico para darle seguimiento a las lecturas cada 30 días.

Se midió con cinta métrica en centímetros de la base o sea del suelo a la primera lígula visible como se muestra en la siguiente figura 2-5.

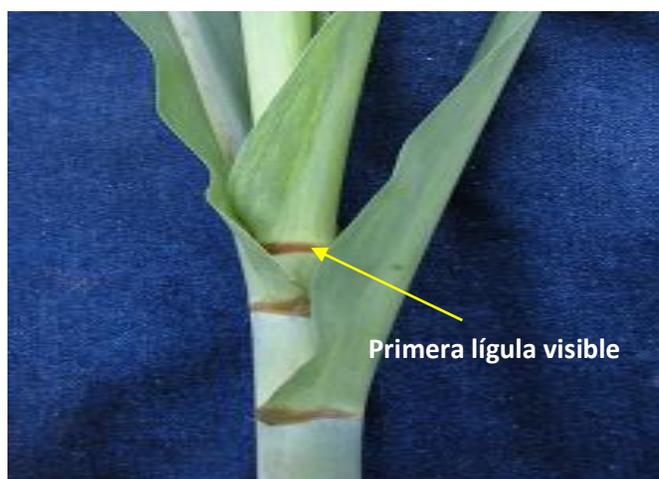


Figura 2-5

Diámetro de caña: durante el período de crecimiento las plantas marcadas en el surco central, se midió con un Vernier el diámetro cada 30 días para ver cuánto ha engrosado, esto se mide entre el entrenudo 3 y 4, y se hizo durante el periodo de crecimiento de la planta.

Peso de caña para semilla: se realizó el corte de la caña de la base al quiebre del cogollo, como se muestra en la (figura2-6), se hicieron los cortes correspondientes del tamaño de la semilla entre 3 a 4 entrenudos y se hicieron los paquetes para sacar el número de paquetes por parcela y el peso de paquete por parcela, el peso se sacó en kilogramos. Esta medición se hizo a los 7 meses y de la parcela completa.



Figura 2-6 Tallos de caña de azúcar.

2.8.4 Manejo agronómico del experimento

Establecimiento del ensayo:

Siembra de caña:

En el pante designado (figura 2-7), se marcaron las parcelas según diseño, posteriormente, se procedió a sembrar las plantas a una distancia de 0.60 metros entre planta y 1.30 metros entre surco (figura 2-7). Se realizó la aplicación de Alga Mar Plus a los tratamientos al momento de la siembra (figura 2-8 y 2-9), se aplicó el fertilizante 18-46-0 y de Urea a los tratamientos según como se hizo la distribución.

Monitoreos

Se acompañó la siembra.

Se supervisó las aplicaciones.

Se midieron tallos por metro lineal que tiene el lote.

Índice de desarrollo a los 90, 120, 150, 180, 210, 240, y 279 días.

Rendimientos al corte de semilla a los 7 meses.



Figura 2-7 Preparación del terreno donde se realizó el experimento de campo.



Figura 2-8 Siembra del material experimental utilizado en los tratamientos evaluados.



Figura 2-9 Aplicación del fertilizante evaluado (18-46-0), al momento de la siembra.



Figura 2-10 Aplicación al suelo del extracto de Algas, con bomba de mochila.

2.8.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas en el tiempo para la variable altura, diámetro, longitud y entrenudos, con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Y diseño completamente aleatorizado para las variables número de paquetes, peso total y peso por paquete. Los tratamientos son cinco mezclas de Alga Mar Plus, un testigo relativo (solo con fertilizante convencional y un testigo absoluto (sin algas).

Área total: 5,000 m²,

Unidad Experimental: 66.3 m²

La cual consta de 10.2 m* 6.5 m (5 surcos)

Donde:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Observación de la unidad experimental del bloque "j" en el tratamiento T.

μ = Efecto de la Media General.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j-ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental en la unidad "j" del tratamiento i.

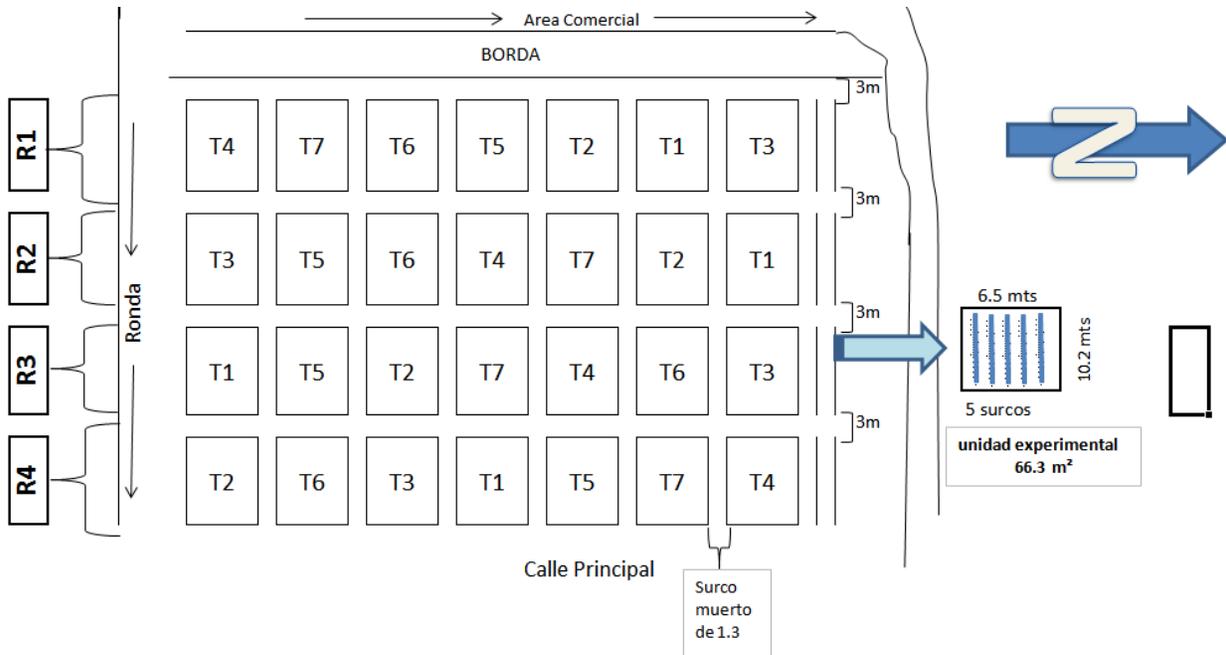


Figura 2-11 Distribución de las unidades experimentales en campo (90° 57' 21.86" Longitud de Norte 14° 10' 23.48" Latitud Este y una altura de 90msnm).

2.8.6 Unidad experimental y unidad de muestreo

El tamaño de la unidad experimental fue de 5 surcos de 10 metros de largo, cada surco distanciados entre sí por 1.30 metros, en renovaciones o siembras nuevas provenientes de plantas producidas in vitro.

La unidad de muestreo estará conformada por los tres surcos centrales (2, 3 y 4) como se muestra en la figura 2-12.

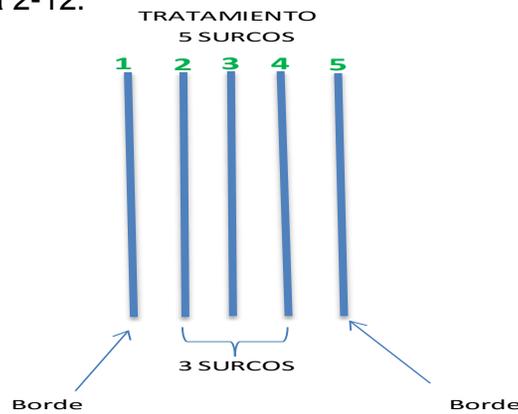


Figura 2-12 Unidad de muestreo.

2.8.7 Análisis de la información.

2.8.8. Análisis estadístico.

Para las variables altura, diámetro, longitud y entrenudos se hizo el análisis de varianza de acuerdo al modelo estadístico del diseño experimental de parcelas divididas, y si hay diferencias al 0.05 de error se realizó la prueba de medias Tukey utilizando el programa Infostat.

Se hizo un diseño completamente aleatorizado para la variable número de paquetes, peso total y peso por paquete se verificó si existe normalidad, si existe normalidad se realizó el análisis de varianza y la prueba de medias Tukey.

2.9. Resultados y Discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de extractos de alga (*Ascophyllum nodosum*) sobre los rendimientos en plántulas de caña de azúcar utilizada para semillero, (cuadro 2-4).

Cuadro 2-4 Valor de probabilidad para las variables de estudio.

Fuente de variación.	Valor de probabilidad para las variables de estudio			
	Altura	Diámetro	Entrenudos	Longitud
Modelo	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Repetición	<0.0001	0.0006	0.0002	0.2118
Mes	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Error I	0.4558	0.0586	0.2488	0.3401
Tratamientos	<0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001
Tratamientos*Mes	0.9887	<0.0001	0.9951	0.0886
Error II				

Para la variable altura con un coeficiente de variación de 16.53 se observaron diferencias significativas entre los meses de diciembre a mayo, entre los tratamientos 1, 4, 6, 2 y 3, obteniendo los valores más altos en mayo y los tratamientos que mejor altura obtuvieron fueron el tratamiento 1 con una altura de 153.23, luego el tratamiento 4 con una altura de 149.47, seguido con el tratamiento 6 con una altura de 148.62, el tratamiento 2 con 147.93 y por último el tratamiento 3 con una altura de 141.62. Quedando con los valores más bajos los tratamientos 5 y 7, ver anexos (cuadro 2-10A).

Para la variable diámetro con un coeficiente de variación de 22.89 se observaron diferencias significativas entre los tratamientos por mes, obteniendo valores más altos en abril con un diámetro de 21.74 cm, los tratamientos con valores más altos de diámetro fueron: tratamiento 4 con un diámetro de 21.17cm, tratamiento 6 con un diámetro de 20.53cm, tratamiento 1 con un diámetro de 20.49cm, tratamiento 3 con diámetro de 20.30cm, y por ultimo tratamiento 2 con un diámetro de 20.18cm, ver anexos (cuadro 2-13A).

Para la variable entrenudos con un coeficiente de variación de 20.49, y con diferencias significativas entre mes y tratamientos, donde se obtuvo el mayor número de entrenudos en mayo, y los tratamientos con mayor número de entrenudos fueron los tratamiento 1,2, 6, 4 y 3, con 16 y 15 entrenudos cada uno, y tratamientos 5 y 7 con 14 entrenudos. Ver anexos (cuadro 2-16A).

Para la variable longitud entre entrenudos con un coeficiente de variación de 43.68, y con diferencias significativas entre mes y tratamientos, donde se obtuvo la mayor longitud en marzo, y los tratamientos con mayor longitud fueron el tratamiento 4 con una longitud de 8.41, seguido el tratamiento 1 con una longitud de 8.12, seguido el tratamiento 2 con una longitud de 7.98, seguido el tratamiento 6 con una longitud de 7.62, y por último el tratamiento 5 con una longitud de 7.35, ver anexos (cuadro 2-19A).

Variable número de paquetes

CV= 13.24

Cuadro 2-5 Análisis de varianza número de paquetes de caña (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	2614.96	9	290.55	3.11	0.0195
Repetición	721.25	3	240.42	2.57	0.0863
Tratamiento	1893.71	6	315.62	3.37	0.0208
Error	1684.00	18	93.56		
Total	4298.96	27			

Para la variable número de paquetes con un coeficiente de variación de 13.24, indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo los mejores resultados en los tratamientos 1, 6, 2, 4, y 5. Ver anexos (cuadro 2-21A)

Variable peso total de semilla
CV= 15.99

Cuadro 2-6 Análisis de varianza peso total de semilla de caña (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p<
Modelo	965222.68	9	107246.96	1.88	0.1209
Repetición	129151.25	3	43050.42	0.76	0.5331
Tratamiento	836071.43	6	139345.24	2.45	0.0658
Error	1024810.00	18	56933.89		
Total	1990032.68	27			

Para la variable peso total de semilla con un coeficiente de variación de 15.99 indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos debido a que todos los paquetes son similares, los mejores resultados en peso fueron para los tratamientos 2, 1, 6, 4, y 5. Ver anexo (cuadro 2-23A)

Variable peso por paquete
CV= 11.19

Cuadro 2-7 Análisis de varianza peso por paquete de caña(SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	78.79	9	8.75	1.66	0.1721
Repetición	52.12	3	17.37	3.29	0.0443
Tratamiento	26.67	6	4.45	0.84	0.5534
Error	94.94	18	5.27		
Total	173.73	27			

Para la variable peso por paquete con un coeficiente de variación de 11.19 indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos con peso por paquete más alto fueron los tratamientos 2, 5, 7, 3 y 4. Ver anexo (cuadro 2-25A)

2.10. Conclusiones

Al evaluar las dosis de Alga Mar Plus (*Ascophyllum nodosum*) y los niveles de fertilización química sobre el cultivo de caña de azúcar vía radicular, se observó que los tratamientos aplicados con Algas Marinas dieron mayor rendimiento en la producción de semilla vegetativa de caña de azúcar.

Según las evaluaciones realizadas en los ensayos de semilla vegetativa de caña de azúcar con la aplicación de Algas Marinas y la fertilización química normal utilizada por Ingenio Magdalena se observó un mejor crecimiento y desarrollo en tallos de caña y se observó que la aplicación de extractos de Algas no afecta en el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*), tanto en altura como en grosor.

2.11. Recomendaciones

Debido a la presente investigación en donde se evaluaron diferentes dosis de algas marinas y fertilización química sobre el cultivo de caña de azúcar, se pudieron ver buenos resultados en el desarrollo de semilla vegetativa, al ser aplicada, se observó incrementos en la productividad, mejora en el crecimiento radicular y desarrollo de la planta con niveles altos de nutrientes, los tratamientos con mejores resultados fueron los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 6, los cuales fueron aplicados algas marinas y fertilización química, en este caso se podría recomendar una dosis de 4 a 5 litros de Alga Mar Plus por hectárea para manejo en el cultivo de caña de azúcar para ser utilizado para semilla.

2.12. Bibliografías

1. Acleto, C. 1986. Algas marinas del Perú de importancia económica. Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural, Departamento de Botánica. p. 88-107.
2. AlgaeBase.com. 2012. Algae taxonomy (en línea). US. Consultado 20 ago 2012. Disponible en <http://www.algaebase.com>
3. Baardseth, E. 1970. Synopsis of biological data on knobbed wrack *Ascophyllum nodosum*. Fao Fisheries Synopsis no. 38, Rev. 1, 41 p.
4. Baldauf, SL. 2003. The deep roots of eukaryotes. *Science* 300:1703-1706.
5. Booth, CO. 1966. Some properties of seaweeds manures. *In* International Seaweed Symposium (1969, FR). Proceedings. Paris, Francia, Pergamon Press. v. 5, p. 349-357.
6. _____. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. *In* International Seaweed Symposium (1969, FR). Proceedings. Paris, Francia, Pergamon Press. v. 6, p. 655-662.
7. Boraso de Zaixso, AL. 1995. Utilización de las algas marinas. *In* Ferrario, M; Sar, E (eds.). Macroalgas de interés económico. La Plata, Argentina, Editorial de la Univ. Nacional de La Plata. p. 15-55.
8. Boussiba, S. 1988. *Anabaena azollae* as a nitrogen biofertilizer. *In* Shadler, T; Karamanos, TY; Mollion, J; Morva, H; Verdus, MC; Christiaen, D (eds.). Algal biotechnology. s.n.t. p. 169-178.
9. Brain, KR; Chalopin, MC; Turner, TD; Blunden, PB. 1973. Cytoquinin activity of commercial aqueous seaweed extract. *Plant Science Letters* 1:241-245.
10. Brain, KR; Williams, DC; Wildgoose, PB; Blunden, G. 1981. Effects of mareal in agriculture. *In* International Seaweed Symposium (1981, US). Proceeding. US, s.e. v. 8, p. 754-759.
11. Canales, LB. 1998. Algas marinas en agricultura. *In* Simposium Internacional y Reunión Nacional de Lombricultura y Abonos Orgánico (4, 1999, MX). Texcoco, México, UACH, Sede CP y UACH. p. 125-132.
12. Caraës, A. 1969. Le mannitol dans les Pheophycées et son extraction industrielle. *In* International Seaweed Symposium (1969, FR). Proceedings. Paris, Francia, Pergamon Press. v. 6, p. 663-669.

13. CENGICANA(Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2010. Importancia de cultivo de caña en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 10 ago 2012. Disponible en www.cengicana.org/.....
14. Cerezo, A. 1986. Perspectivas de la utilización de ficocoloides de rodofitas Argentinas. Monog. Biol. Univ. Católica de Chile 4:111-127.
15. Cousens, R. 1984. Estimation of annual production by the intertidal brown alga *Ascophyllum nodosum* (L.). Le Jolis. Botánica Marina 27:217-227.
16. Crouch, IJ; Smith, MT; Van Staden, J; Lewis, MJ; Hoad, GV. 1992. Identification of auxins in a commercial seaweed concentrate. Journal Plant Physiology 139:590-594.
17. Dawes, CJ. 1986. Botánica marina. México, Limusa. p. 394-448.
18. Díaz, S; Real, F; Hardisson, F. 1988. La utilización del alga *Cystoseira abies-marina* como abono orgánico: cultivo y operaciones aplicadas a las algas. Horticultura 41:25-37.
19. Etcheverry, HD. 1986. Algas marinas de Chile. Chile, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe (ROSTLAC). 379 p.
20. Fritsch, FE. 1945. The structure and reproduction of the algae. Cambridge, US, Cambridge University Press. v. 2, xiv, 939 p.
21. Graham, LE; Wilcox, LW. 2000. Algae. Upper Saddle River, New Jersey, US, Prentice Hall.
22. Hankins, SD; Hockey, HP. 1990. The effect of a liquid seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* (Fucales, Phaeophyta) on the two-spotted red spider mite *Tetranychus urticae*. In International Seaweed Symposium (1969, FR). Proceedings. Paris, Francia, Pergamon Press. v. 13, p. 551-554.
23. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2014. Registros meteorológicos de la estación La Gomera, Escuintla. Guatemala. Hojas Excel.
24. Liñán, C De. 1999. Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales. España, Agrotécnica. p. 15.
25. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.

26. MapLandia.com. 2015. La Gomera, Escuintla, Guatemala (en línea). US. Consultado 20 nov 2014. Disponible en <http://www.maplandia.com/guatemala/escuintla/la-gomera/>
27. Mateo, A; Andrade, ML. 1985. Contribución de diversas especies de algas marinas a la fertilidad del suelo. *In* Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. Madrid, España, Editorial. p. 119-127.
28. Norrie, J. 2000. Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura. *Tegralia* 15:26-30.
29. Parma, A; Pascual, M; Sar, E. 1987. Clave para el reconocimiento de los géneros de algas macrofitas del intermareal rocoso bonarense. La Plata, Argentina, Fac. de Cs. Nat. / Museo de La Plata. p. 15, 29. (Serie Técnica y Didáctica, Serie Aperiódica de la Fac. de Cs. Nat.).
30. PSA (Phycological Society of America, US). 2012. Pond algae. (en línea). Virginia, US. Consultado 20 ago 2012. Disponible en <http://www.psaalgae.org/links/links.html> p.8-19
31. Rodgers, GA; Bergman, B; Henrikson, E; Udris, M. 1979. Utilisation of blue-green algae as biofertilizers. *Plant and Soil* 52:99-107.
32. Sánchez, AG *et al.* 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Escuintla, Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 216 p.
33. Sharp, GJ. 1986. *Ascophyllum nodosum* and its harvesting in eastern Canada. *In* Case studies of seven commercial seaweed resources. FAO Technical Report no. 281:3-46.
34. Stockton, B; Evans, LV. 1980. Alginate industries. *Bot. Mar.* 23:563 -569.
35. Ugarte, R. 2010. An evaluation of the mortality of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick. *Canada J. Appl. Phycol.* 5:343-349.
36. Ugarte, R; Sharp, GJ. 2001. A new approach to seaweed management in eastern Canada: the case of *Ascophyllum nodosum*. *Can. Biol. Mar.* 42:63-70.
37. Ugarte, R; Sharp, GJ; Moore, B. 2006. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. *J. Appl. Phycol.* 18:351-359.

38. Vadas, RL; Wright, WA; Beal, BF. 2004. Biomass and productivity of intertidal rockweeds (*Ascophyllum nodosum* LeJolis) in Cobscook Bay: ecosystem modeling in Cobscook Bay, Maine: a boreal, macrotidal estuary. *Northeastern Naturalist* 11 (Special Issue 2):123-142.
39. Vadas, RL; Wright, WA; Miller, SL. 1986. Recruitment of *Ascophyllum nodosum*: wave action as source of mortality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 61:263-272.

2.13. Anexos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	840	0.90	0.90	16.53

Cuadro 2-8A Análisis de varianza para altura de caña.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Modelo	4099916.87	59	69490.12	124.99	<0.0001
REPETICIÓN	29519.51	3	9839.84	17.70	<0.0001
MES	3964703.41	5	792940.68	1430.22	<0.0001
Error I	8316.25	15	554.42	1.00	0.4558
TRATAMIENTOS	89007.29	6	14834.55	26.68	<0.0001
TRATAMIENTOS*MES	8370.41	30	279.01	0.50	0.9887
Error II	433653.44	780	555.97		
Total	4533570.31	839			

Cuadro 2-9A Tukey para la variable altura: 0.05 Error: 554.4168 gl: 15

MES	Medias	n						
Diciembre	48.06	140	A					
Enero	79.92	140		B				
Febrero	121.47	140			C			
Marzo	156.01	140				D		
Abril	200.55	140					E	
Mayo	249.69	140						F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Cuadro 2-10A Tukey para la variable altura entre los tratamientos: 0.05 Error: 555.9660 gl: 780

TRATAMIENTOS	Medias	n					
7.00	120.63	120	A				
5.00	136.83	120		B			
3.00	141.62	120		B	C		
2.00	147.93	120			C	D	
6.00	148.62	120			C	D	
4.00	149.47	120			C	D	
1.00	153.23	120				D	

Letras distintas indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable N R² R²Aj CV
DIÁMETRO 840 0.37 0.32 22.89

Cuadro 2-11A Análisis de varianza para diámetro de caña.

F.V.	SC	GL	CM	F	Valor p
Modelo	9596.00	59	162.64	7.72	<0.0001
REPETICIÓN	369.54	3	123.18	5.85	0.0006
MES	5643.62	5	1128.72	32.69	<0.0001
Error I	517.88	15	34.53	1.64	0.0586
TRATAMIENTOS	627.98	6	104.66	4.97	0.0001
TRATAMIENTOS*MES	2436.98	30	81.23	3.86	<0.0001
Error II	16434.05	780	21.07		
Total	26030.05	839			

Cuadro 2-12A Tukey para la variable diámetro de caña: 0.05

Error: 34.5256 gl: 15

MES	Medias	n			
Diciembre	14.64	140	A		
Enero	19.11	140		B	
Febrero	21.51	140			C
Marzo	21.61	140			C
Mayo	21.70	139			C
Abril	21.74	140			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Cuadro 2-13A Tukey para la variable diámetro entre tratamientos: 0.05

Error: 21.0693 gl: 780

TRATAMIENTOS	Medias	n		
7.00	18.31	120	A	
5.00	19.38	120	A	
2.00	20.18	120		B
3.00	20.30	120		B
1.00	20.49	120		B
6.00	20.53	120		B
4.00	21.17	120		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ENTRENUDOS	840	0.84	0.83	20.49

Cuadro 2-14A Análisis de varianza para entrenudos de caña.

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	39785.65	59	674.33	69.58	<0.0001
REPETICIÓN	192.87	3	64.29	6.63	0.0002
MES	38845.68	5	7769.14	656.04	<0.0001
Error I	177.64	15	11.84	1.22	0.2488
TRATAMIENTOS	437.43	6	72.91	7.52	<0.0001
TRATAMIENTOS*MES	132.03	30	4.40	0.45	0.9951
Error II	7558.94	780	9.69		
Total	47344.59	839			

Cuadro 2-15A Tukey para la varianza entrenudos de caña por mes: 0.05

Error: 11.8425 gl: 15

MES	Medias	n						
Diciembre	3.97	140	A					
Enero	10.16	140		B				
Febrero	14.36	140			C			
Marzo	17.51	140				D		
Abril	20.25	140					E	
Mayo	24.92	140						F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Cuadro 2-16A Tukey para la variable entrenudos de caña entre los tratamientos: 0.05

Error: 9.6910 gl: 780

TRATAMIENTOS	Medias	n			
7.00	14.05	120	A		
5.00	14.31	120	A	B	
3.00	15.03	120	A	B	C
4.00	15.38	120		B	C
6.00	15.61	120			C
2.00	15.91	120			C
1.00	16.09	120			C

Letras distintas indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R²	R²Aj	CV
LONGITUD	840	0.39	0.34	43.68

Cuadro 2-17A Análisis de varianza para longitud de caña.

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	5224.43	59 88.55	8.34	<0.0001	
REPETICIÓN	47.96	3 15.99	1.51	0.2118	
MES	3948.64	5 789.73	66.82	<0.0001	
Error I	177.28	15 11.82	1.11	0.3401	
TRATAMIENTOS	612.56	6 102.09	9.61	<0.0001	
TRATAMIENTOS*MES	437.99	30 14.60	1.37	0.0886	
Error II	8284.40	780 10.62			
Total	13508.83	839			

Cuadro 2-18A Tukey para la variable longitud de caña por mes: 0.05

Error: 11.8184 gl: 15

MES	Medias	n		
Diciembre	2.80	140	A	
Enero	7.12	140	B	
Febrero	8.38	140	B	C
Mayo	8.73	140		C
Abril	8.79	140		C
Marzo	8.93	140		C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0.05)

Cuadro 2-19A Tukey para la variable longitud de caña: 0.05

Error: 10.6210 gl: 780

TRATAMIENTOS	Medias	n			
7.00	5.63	120	A		
3.00	7.11	120		B	
5.00	7.35	120		B	C
6.00	7.62	120		B	C
2.00	7.98	120		B	C
1.00	8.12	120		B	C
4.00	8.41	120			C

Letras distintas indica diferencias significativas (p<=0.05)

Variable	N	R²	R²Aj	CV
Núm. paquetes	28	0.61	0.41	13.24

Cuadro 2-20A Análisis de varianza para número de paquetes de caña.

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	2614.96	9	290.55	3.11	0.0195
Repetición	721.25	3	240.42	2.57	0.0863
Tratamiento	1893.71	6	315.62	3.37	0.0208
Error	1684.00	18	93.56		
Total	4298.96	27			

Cuadro 2-21A Tukey para número de paquetes de caña por tratamiento.

Error: 93.5556 gl: 18

Tratamiento	Medias	n			
7.00	57.00	4	A		
3.00	67.25	4	A	B	
5.00	70.00	4	A	B	
4.00	76.25	4	A	B	
2.00	78.50	4	A	B	
6.00	80.00	4			B
1.00	82.25	4			B

Letras distintas indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R²	R²Aj	CV
Peso Total	28	0.49	0.23	15.99

Cuadro 2-22A Análisis de varianza para peso total de caña.

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	965222.68	9	107246.96	1.88	0.1209
Repetición	129151.25	3	43050.42	0.76	0.5331
Tratamiento	836071.43	6	139345.24	2.45	0.0658
Error	1024810.00	18	56933.89		
Total	1990032.68	27			

Cuadro 2-23A Tukey para peso total de caña: 0.05

Error: 56933.8889 gl: 18

Tratamiento	Medias (lb)
7.00	1196.75
3.00	1341.25
5.00	1448.50
4.00	1529.00
6.00	1554.50
1.00	1604.75
2.00	1773.50

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso/ paquete	28	0.45	0.18	11.19

Cuadro 2-24A Análisis de varianza para peso por paquete de caña.

F.V.	SC	GI	CM	F	Valor p
Modelo	78.79	9	8.75	1.66	0.1721
Repetición	52.12	3	17.37	3.29	0.0443
Tratamiento	26.67	6	4.45	0.84	0.5534
Error	94.94 18	5.27			
Total	173.73 27				

Cuadro 2-25A Tukey para peso por paquete de caña por tratamiento: 0.05

Error: 5.2742 gl: 18

Tratamiento	Medias (kg)
6.00	19.45
1.00	19.59
4.00	19.95
3.00	20.04
7.00	20.97
5.00	21.29
2.00	22.34

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Cuadro 2-26A Promedios de alturas de caña tomadas mensualmente.

Alturas en centímetros							
FECHAS	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
06/12/2011	57,88	52,13	47,28	54,43	38,45	54,93	31,35
06/01/2012	85,81	85,35	83,45	86,23	73,13	86,57	58,95
06/02/2012	132,5	128	125,05	127,25	111,75	128,45	97,3
05/03/2012	167,90	163,95	157,50	164,13	144,83	163,10	130,68
10/04/2012	213,60	206,58	192,75	207,95	199,15	206,35	177,84
08/05/2012	261,7	251,15	243,7	256,85	253,65	252,3	228,5

Cuadro 2-27A Promedios de diámetros de caña tomados mensualmente.

Diámetros de caña en milímetros							
FECHAS	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
06/12/2011	18,18	16,54	15,05	18,16	11,65	17,18	5,73
06/01/2012	20,98	21,11	21,13	21,55	21,16	20,91	19,42
06/02/2012	21,79	20,68	21,53	22,28	21,23	20,94	22,13
05/03/2012	21,51	21,04	20,96	21,95	22,95	21,24	21,65
10/04/2012	22,45	21,35	21,54	22,16	22,08	21,33	21,30
08/05/2012	22,23	21,45	21,58	22	21,48	21,58	21,58

Cuadro 2-28A Promedio de entrenudos de caña tomados mensualmente.

Número de entrenudos de caña							
FECHAS	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
06/12/2011	5	5	4	4	3	5	2
06/01/2012	11	11	10	10	11	11	9
06/02/2012	15	15	15	15	13	15	13
05/03/2012	19	19	17	17	16	19	16
10/04/2012	21	21	20	20	19	20	20
08/05/2012	26	26	24	26	24	25	24

Cuadro 2-29A Promedios de longitud de caña tomados mensualmente.

Longitud de caña en centímetros							
FECHAS	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7
06/12/2011	5,33	3,20	1,78	4,38	1,23	3,35	0,38
06/01/2012	8,02	8,56	7,87	8,83	7,44	8,15	6,76
06/02/2012	8,98	9,28	8,2	9,51	7,42	8,545	6,75
05/03/2012	9,20	8,93	8,52	9,46	11,53	9,45	6,95
10/04/2012	9,54	9,27	8,25	9,33	9,74	8,49	6,90
08/05/2012	9,27	9,52	8,08	9,42	9,17	8,59	7,09

Cuadro 2-30A Número de paquetes de caña por tratamiento y peso en toneladas.

Tratamiento	Número de paquetes por tratamiento	Peso total por tratamiento	Peso promedio por paquete (kg)
T-1 (3 qq 18-46-0 , 6 qq urea , 4 lts de Alga Mar Plus)	329	6,419 libras 2.91 toneladas	19.59
T-2 (3 qq 18-46-0 , 3 qq urea , 4 lts de Alga Mar Plus	314	7,094 libras 3.22 toneladas	22.34
T-3 (3 qq 18-46-0 y 4 lts de Alga Mar Plus)	269	5,365 libras 2.43 toneladas	20.04
T-4 (3 qq 18-46-0 , 6 qq urea , 5 lts de Alga Mar Plus)	305	6,116 libras 2.77 toneladas	19.95
T-5 (9 qq de urea y 4 lts de Alga Mar Plus)	280	5,794 libras 2.63 toneladas	21.29
T-6 (3 qq 18-46-0 y 6 qq urea) Testigo Relativo	320	6,217 libras 2.82 toneladas	19.45
T-7 (Testigo Absoluto)	228	4,788 libras 2.17 toneladas	20.96



CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN FINCA AGUA BLANCA AGRICISA

3.1. Presentación

Los servicios se hicieron con el propósito de poder conocer la dosis apropiada de Alga Mar Plus sobre el rendimiento de caña de azúcar, en viveros de café y hule realizando diferentes experimentos.

Los servicios no se terminaron, por motivo de la programación académica del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- , el seguimiento de los ensayos quedó en manos de la empresa AGRICISA.

El Primer Servicio “Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Alga Mar Plus sobre el rendimiento en el cultivo de caña de azúcar en Finca San Francisco Ingenio Magdalena S.A”: este ensayo se realizó con la ayuda del personal del área de Investigación del Ingenio Magdalena con el propósito de poder ver el desarrollo y comportamiento de la caña de azúcar con la aplicación de Alga Mar Plus.

El Segundo Servicio “Establecimiento de vivero con la aplicación de Alga Mar Plus en cultivo de café bajo sombra y café injertado en Finca La Pastoría Pueblo Nuevo Viñas Santa Rosa”, por lo cual se realizaron dos ensayos, uno con la aplicación de Alga Mar Plus en cultivo de café bajo sombra con diferentes dosis para ver el desarrollo y comportamiento del cultivo de café bajo sombra y evaluar la dosis con mejores resultados en cuanto altura, diámetro número de hojas y porcentaje de raíces con mejor vigor, el otro con la aplicación de diferentes dosis de Alga Mar Plus en cultivo de café injertado, donde se evaluó también el comportamiento que mejor resultados dio en cuanto altura, diámetro y porcentaje de raíz.

El Tercer Servicio “Establecimiento de vivero con la aplicación de Alga Mar Plus vía radicular sobre el crecimiento y desarrollo en vivero de hule (*Hevea basilienses*) en finca Popayán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, estableciendo una dosis con 1 cc y otra con 1.5 cc de algas y un testigo, para calcular altura, diámetro y porcentaje de pegue del injerto, para evaluar la dosis con el mejor resultado”.

Cuarto Servicio “Apoyo técnico a las diferentes actividades agrícolas desarrolladas de parte de AGRICISA para las diferentes aplicaciones en otros cultivos que la empresa está dando asistencia”.

3.2 Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Alga Mar Plus sobre el rendimiento en el cultivo de caña de azúcar en Finca San Francisco, Ingenio Magdalena, S.A.

3.2.1 Introducción

Se establecieron treinta parcelas de 10 x 10 m cada una, cinco repeticiones con seis tratamientos cada una, se hizo la aplicación de Alga Mar Plus en diferentes dosis con el objetivo de ver el desarrollo y el comportamiento del cultivo con las diferentes dosis.

3.2.2 Objetivos

General

Evaluar el efecto de 5 dosis de Alga Mar Plus al suelo en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), sobre el crecimiento y desarrollo en finca San Francisco, La Gomera, Escuintla.

Específicos

Evaluar el rendimiento en toneladas de caña cosechadas por hectárea.

3.2.3 Metodología

Establecimiento del ensayo:

El diseño fue bloques al azar, los tratamientos son:

Tratamientos

T-1= Testigo Absoluto

T-2= Testigo Comercial (solo fertilizante)

T-3= 3 lts/ha de Alga Mar Plus

T-4= 4 lts/ha de Alga Mar Plus

T-5= 5 lts/ha de Alga Mar Plus

T-6= 6 lts/ha de Alga Mar Plus

Siembra:

En el pante designado, se marcaron las parcelas según diseño, posteriormente se sembraron las plantas a una distancia de 0.60 metros entre planta y 1.30 metros entre surco. Se aplicaron los tratamientos al momento de la siembra.

Monitoreos:

Se acompañó la siembra.

Se supervisaron las aplicaciones.

Se midieron los tallos por metro lineal que tiene el lote.

Índice de desarrollo durante todo su proceso de desarrollo.

Rendimientos al momento del corte.

3.2.4 Resultados

Se trabajó con personal del ingenio Magdalena para los muestreos que se realizaron en las fechas programadas para sacar biometría y población del cultivo de caña para ver el desarrollo del cultivo.

En este ensayo no se obtuvieron resultados finales de cosecha porque este ensayo hubo quema criminal por personas desconocidas, lo cual no estaba programado por el personal del área de investigación del ingenio.

Cuadro 3-1 Resultados obtenidos en caña.

Fechas Muestreo	Trat.	Altura cm	Entrenudos	Diámetro cm	Long entrenudos	Población	Clorofila
30/09/2011	1	1.88	16.3	2.28	10.9	298.7	40.1
30/09/2011	2	1.89	16.2	2.34	11.1	321.8	42.6
30/09/2011	3	1.91	16.2	2.27	10.9	289.2	41.4
30/09/2011	4	1.89	16.2	2.33	11.1	304.4	42.8
30/09/2011	5	1.78	15.2	2.24	11.2	291.3	41.4
30/09/2011	6	1.83	15.0	2.32	11.6	291.3	40.8

3.3 Evaluación preliminar del Bioestimulante Alga Mar Plus, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica*, *Rubiaceae*) a diferentes dosis en vivero en Finca La Pastoría, Santa Rosa, Guatemala.

3.3.1 Introducción

La explotación agrícola actual se caracteriza por la búsqueda de la eficiencia en la producción sin sacrificar la calidad, en este sentido el cultivo de café (*Coffea arabica*, *Rubiaceae*), no es la excepción puesto que de las labores normales que conlleva el desarrollo del cultivo se utilizan productos para el mejoramiento en la absorción de nutrientes y la utilización de sustancias que puedan inhibir, promover o de alguna forma modificar el desarrollo y el crecimiento de las plantas.

El cultivo de café como todo cultivo se ve afectado por diversidad de factores que afecta su rendimiento; entre estos esta la poca formación y desarrollo de las raíces, los que limitan la producción del cultivo, debido que las raíces son el medio por el cual la planta extrae del suelo los diferentes nutrientes y agua para su desarrollo vegetativo el cual se ve reflejado en la producción, para obtener los mejores beneficios, la planta requiere desde el principio (viveros) de su desarrollo una estimulación para la formación de raíces.

Alga Mar Plus, aporta los beneficios de bio estimulación para la formación de raíces, mayor movilidad de los nutrientes, resistencia al estrés ambiental, resistencia a enfermedades e incrementa la altura, grosor de las plantas en la fase de vivero y en plantaciones adultas los rendimiento, y mejora el tamaño del grano de café.

3.3.2 Objetivos

General:

Evaluar el efecto de Alga Mar Plus sobre el crecimiento expresado en altura de tallos y desarrollo del número de hojas por plantas de café.

3.3.3 Revisión bibliográfica

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 (AlgaeBase 2012 y Parma, Pascual y Sar 1987).

Al incinerar las algas, dejan un residuo de cenizas 5 o 6 veces mayor que la que dejan las plantas, consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas. Esta es la razón del porqué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas y en el suelo que sin ellos, no toman lugar (Booth 1966).

Las algas marinas se aplican en la agricultura: tal cual; en forma de harina, de extractos de polvos solubles (Rodgers, Bergman, Henrikson y Udris 1979) y últimamente como polvo coloidal (Canales, 1998). Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de las cosechas (Booth 1966 y Boussiba 1988).

Conforme a lo reportado por Blaine *et al* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), citados por Canales (1998), el incremento en las cosechas 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 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; agentes quelatantes como: ácidos alginicos, ácidos fulvicos y manitol; vitaminas; sustancias biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas.

3.3.4 Metodología

Ubicación

El ensayo se realizó en Finca La Pastoría, en el vivero de café con riego, ubicada en el departamento de Santa Rosa y pertenece al Grupo Unipharm, División Agrícola.

Material experimental

Ingrediente activo: extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), ácido fulvicos, melaza y el denominado Alga Mar Plus, como complemento a la fertilización convencional y plantas de café de la variedad Catuai.

Tratamientos

Cuadro 3-2 Dosis mínimas:

Descripción			Distribución número de aplicaciones					
No. Tratamientos	Dosis por Planta en cc	Costo/dosis planta	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
T1	0.75	Q 0.09	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
T2	1	Q 0.12	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
T3	1.5	Q 0.18	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
T4	2	Q 0.24	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
T5	3	Q 0.36	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
T6	Testigo		Fertilización convencional de la finca					

Cuadro 3-3 Dosis Máximas:

Descripción			Distribución número de aplicaciones					
No. Tratamientos	Dosis por Planta en cc	Costo/dosis planta	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
T1	6	Q 0.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	9	Q 1.08	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
T3	12	Q 1.44	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
T4	15	Q 1.80	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
T5	18	Q 2.16	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
T6	Testigo		Fertilización convencional de la finca					

Descripción de tratamientos

Se montaron los ensayos en dos ambientes al sol y bajo sombra (injertado y podado) con dosis mínimas y máximas.

Unidad experimental

La unidad experimental está constituida por 100 plantas de café. Se tomaron surcos de 100 plantas y cada surco constituye un tratamiento.

Manejo del experimento

Establecimiento del ensayo:

El diseño consistió en un bloque al azar de 6 tratamientos y 100 repeticiones, de las 100 se aplicaran completas y se monitoreara un 25% de cada tratamiento.

Siembra:

Las plantas ya estaban sembradas al momento de levantar el ensayo.

Monitoreos:

Se realizaron con una periodicidad mensual, tanto aplicaciones como lecturas de altura, diámetro y número de hojas.

La medición de raíces, por políticas de la empresa, se planificó realizarlas en febrero y mayo, a la salida del vivero a campo definitivo, una planta de cada tratamiento.

VARIABLES A EVALUAR:

Altura en centímetros

Diámetro en milímetros

Número de par de hojas mensuales.

Raíces

Análisis de la información:

Con la información recopilada se realizó un análisis de varianza, una prueba de separación de medias Tukey y un análisis económico utilizando el enfoque de presupuestos parciales.

3.3.5 Resultados de plantas de café sembradas al sol

CUADRO 3-4 DIÁMETRO DE PLANTAS SEMBRADAS AL SOL												
Fecha	0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	2 cc	3 cc	6 cc	9 cc	12 cc	Testigo2	15 cc	18 cc
29/11/2011	2.2	2.29	2.46	2.22	2.36	2.05	2.63	2.45	2.53	2.32	2.58	2.38
30/12/2011	2.6	2.62	2.56	2.44	2.54	2.3	2.94	2.85	3.01	2.6	2.89	2.76
30/01/2012	2.79	2.72	2.88	2.69	3.1	2.63	3.38	3.23	3.45	2.85	3.21	2.93

CUADRO 3-5 ALTURAS DE PLANTAS SEMBRADAS AL SOL											
0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	2 cc	3 cc	6 cc	9 cc	12 cc	Testigo2	15 cc	18 cc
10.73	11.6	11.86	11.64	11.64	11.71	13.65	12	12.33	11.91	12.72	12.23
12.32	12.76	13.5	13.08	12.78	12.4	15.52	14.06	13.66	13.3	13.76	14.38
14.68	14.04	15.34	15.02	14.45	14.17	17.66	16.02	16.00	14.98	15.82	15.64

CUADRO 3-6 PARES DE HOJAS POR PLANTA, SEMBRADAS AL SOL											
0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	2 cc	3 cc	6 cc	9 cc	12 cc	Testigo2	15 cc	18 cc
4.12	4.52	4.4	4.64	4.48	4.36	4.8	4.24	5.08	4.6	5.28	4.56
5.32	5.6	5.48	5.64	6.48	6.24	7.04	5.68	6	6.04	7.04	6.44
5.48	5.6	5.64	6.32	6.44	6.12	6.36	6.56	6.12	6.40	6.56	5.72

3.3.6 Resultados de plantas de café sembradas bajo sombra

CUADRO 3-7 DIÁMETROS DE PLANTAS BAJO SOMBRA												
Fechas	0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	2 cc	3 cc	6 cc	9 cc	12 cc	Testigo2	15 cc	18 cc
29/11/2011	3.4	3.43	3.3	3.24	3.59	3.53	3.33	3.38	3.25	3.53	3.48	3.85
30/12/2011	3.5	3.24	3.34	3.1	3.5	3.39	3.45	3.53	3.55	3.57	3.76	4.14

CUADRO 3-8 ALTURAS DE PLANTAS BAJO SOMBRA											
0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	2 cc	3 cc	6 cc	9 cc	12 cc	Testigo2	15 cc	18 cc
12.12	12.32	10.72	11.1	10.82	10.86	10.8	11.38	10.93	12.02	12.62	13.6
14.1	13.7	11.7	11.9	12.3	12.12	12.3	12.48	12.16	13.98	15.44	16.4

3.4 Evaluación preliminar del efecto potencializador de Alga Mar Plus, vía radicular, sobre el crecimiento y desarrollo en vivero de hule (*Hevea brasiliensis*) en finca Popoyán, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

3.4.1 Justificación

La explotación agrícola actual se caracteriza por la búsqueda de la eficiencia en la producción sin sacrificar la calidad, en este sentido el cultivo de hule (*Hevea brasiliensis*), no es la excepción puesto que de las labores normales que conlleva el desarrollo del cultivo se utilizan productos para el mejoramiento en la absorción de nutrientes y la utilización de sustancias que puedan inhibir, promover o de alguna forma modificar el desarrollo y el crecimiento de las plantas (GREMHULE 2010).

El cultivo de hule como todo cultivo agrícola se ve afectado por diversidad de factores que afecta su rendimiento; entre estos esta la poca formación y desarrollo de las raíces, los que limitan la producción del cultivo, debido que las raíces son el medio por el cual la planta extrae del suelo los diferentes nutrientes y agua para su desarrollo vegetativo el cual se ve reflejado en la producción, para obtener los mejores beneficios, la planta requiere desde el principio de su desarrollo una estimulación para la formación de raíces (GREMHULE 2010).

El reciente interés en mantener la calidad del suelo ha sido estimulado por un conocimiento renovado de la importancia de la condición del suelo para la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola y la calidad del medio ambiente. Desde hace unos años ha comenzado a tomar fuerza un nuevo tipo de agricultura basada en principios más naturales y seguros para el ambiente y la sociedad; a este enfoque alternativo se lo conoce como “agricultura orgánica” (Mateo y Andrade 1985).

El Alga Mar Plus, es un precursor hormonal que aporta beneficios de bio estimulación para la formación de raíces, mayor movilidad de los nutrientes, resistencia al estrés ambiental, concentración de azúcares, mejorador de suelo, resistencia a enfermedades e incrementa los rendimientos de látex por árbol.

3.4.2 Objetivos

General:

Evaluar el efecto del Alga Mar Plus sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de hule en vivero.

Específicos:

Evaluar el efecto de Algar Mar Plus sobre el desarrollo expresado en grosor en milímetros, hasta 15 días antes del injerto.

Evaluar el porcentaje de prendimiento (pegue) del injerto.

3.4.3 Revisión bibliográfica

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 (AlgaeBase 2012 y Parma, Pascual y Sar 1987).

Las algas marinas se aplican en la agricultura: tal cual; en forma de harina, de extractos de polvos solubles (Rodgers, Bergman, Henrikson y Udris 1979) y últimamente como polvo coloidal (Canales, 1998). Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y mejorando la calidad de las cosechas (Booth 1966 y Boussiba 1988).

Conforme a lo reportado por Blaine *et al* (1990) y Crouch y Van Staden (1992), citados por Canales (1998), el incremento en las cosechas 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 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; agentes quelatantes como: ácidos alginicos, ácidos fulvicos y manitol; vitaminas; sustancias biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas.

Según Fox y Cameron (1961) y Lopez, et al (1994), citado por Canales (1998) en sus respectivos trabajos, reportan la acción de las enzimas como fuente de vida. Es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marianas por ejemplo, las enzimas que esta conllevan, refuerzan en las plantas sus sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (mas vigor), resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

3.4.4 Metodología

Muestreo de desarrollo se realizó a cada 15 días partiendo del momento de aplicación de Alga Mar Plus.

Selección de plantas a muestrear

Aplicación

Testigo.

Metodología

A cada planta se debe de realizar la medición siguiendo la metodología siguiente

Diámetro: a las 100 plantas, se tomara la lectura. Procedimiento de la medición: se hará desde el suelo a 10 cm, utilizando un Vernier.

Porcentaje de Prendimiento (pegue) del injerto: se calculará el porcentaje de pegue de las 100 plantas del estudio de cada tratamiento con sus repeticiones.

Ubicación

El ensayo se realizó con 300 plantas por tratamiento, seleccionadas por el encargado de vivero de Finca Popayán, Santa Lucia Cotzumalguapa.

Material experimental

Alga Mar Plus, ingrediente activo extracto de algas marinas *Ascophyllum nodosum*, ácido fúlvico y melaza.

Tratamientos



Figura 3-1 Descripción de tratamientos.

Cuadro 3-9 Descripción de los tratamientos aplicados.

Ensayo	Número repeticiones	Descripción	Dosis/Planta
Prueba I	3	Testigo	Convencional
	3	Aplicado	Convencional y 1.00 cc
	3	Aplicado	Convencional y 1.5 cc
Prueba II	3	Testigo	Convencional
	3	Aplicado	Convencional y 1.00 cc
	3	Aplicado	Convencional y 1.5 cc
Prueba III	3	Testigo	Convencional
	3	Aplicado	Convencional y 1.00 cc
	3	Aplicado	Convencional y 1.5 cc

Unidad experimental

La unidad experimental estará constituida por 100 plantas de hule, aproximadamente 2 mm de diámetro y una altura 27 cm.



Figura 3-2 Planta de hule.

Manejo del experimento

Establecimiento del ensayo:

Para cada ensayo se tomaron 100 plantas tanto para el testigo como aplicado, de las que se midieron las 100 plantas de hule, se montaron tres pruebas con las dosis siguientes 1cc por planta y 1.5cc por planta de Alga Mar Plus y el testigo con la fertilización convencional.

Siembra:

La siembra se realizó en bolsa y se tomaron las plantas cuando tenían la primera corona, a los 30 días después de trasplante.

Aplicaciones:

Las aplicaciones de Alga Mar Plus se acompañaron, a la aplicación convencional, cada 15 días.

Dosis 1 cc por planta

No. Aplic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rango días	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Dosis c/15d	0.5 ml	0.5 ml	0.75 ml	0.75 ml	1.25 ml	1.25 ml	1.5 ml	1.5 ml	1 ml	1 ml
Dosis/mes	1 ml		1.5 ml		2.5 ml		3 ml		2 ml	
Rango mes	1		2		3		4		5	

Dosis 1.5 cc por planta

No. Aplic	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rango días	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Dosis c/15d	1 ml	1 ml	1.5 ml	1.5 ml	1.75 ml	1.75 ml	1.75 ml	1.75 ml	1.5 ml	1.5 ml
Dosis/mes	2 ml		3 ml		3.5 ml		3.5 ml		3 ml	
Rango mes	1		2		3		4		5	

VARIABLES A EVALUAR

Diámetro

Crecimiento

Porcentaje de pegue del injerto.

3.5 Apoyo para toma de lecturas en vivero de Hule, finca Agua Blanca, La Democracia, Escuintla.

Cuadro 3-10 Rango de días en los que se hicieron aplicaciones.

VIVERO DE HULE FINCA AGUA BLANCA							
No. Aplicaciones	1	2	3	4	5	6	Dosis/Planta
Rango días	20	40	60	80	100	120	
Dosis c/20d	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.5cc
Dosis c/20d	0.05	0.1	0.125	0.15	0.175	0.15	0.75 cc
Dosis c/20d	0.1	0.15	0.175	0.175	0.2	0.2	1 ml
Dosis c/20d	0.1	0.15	0.2	0.25	0.25	0.3	1.25 cc
Dosis c/20d	0.15	0.2	0.25	0.275	0.3	0.325	1.50 cc

Cuadro 3-11 Resumen de lecturas que se hicieron en vivero de hule, finca Agua Blanca.

Fecha	RESUMEN DE LECTURAS EN VIVERO DE HULE, AGUA BLANCA									
	DIÁMETRO					ALTURA				
	0.5 cc	0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo	0.5 cc	0.75 cc	1 cc	1.5 cc	Testigo
17/09/2011	1.82	1.76	1.57	1.58	1.57	47.94	42.48	45.09	44.66	45.30
21/10/2011	3.57	3.65	3.41	3.50	3.48	49.39	43.82	46.44	47.33	46.45
23/11/2011	4.16	4.46	4.15	4.30	4.26	57.13	54.06	56.12	56.53	53.16
21/12/2011	5.11	4.98	4.89	5.06	5.07	71.19	67.03	66.81	72.89	69.56
21/01/2012	6.12	7.79	6.52	6.62	6.50	87.19	81.51	88.93	91.95	86.28
DIFERENCIA A 20 DDA	1.75	1.89	1.84	1.92	1.91	1.46	1.35	1.35	2.66	1.15
DIFERENCIA A 40 DDA	2.34	2.70	2.58	2.72	2.69	9.19	11.59	11.03	11.87	7.86
DIFERENCIA A 60 DDA	3.29	3.22	3.32	3.48	3.50	23.25	24.55	21.72	28.23	24.26
DIFERENCIA A 80 DDA	4.30	6.03	4.95	5.04	4.93	39.25	39.04	43.85	47.28	40.98

3.6 Bibliografías

1. AlgaeBase.com. 2012. Algae taxonomy (en línea). US. Consultado 20 ago 2012. Disponible en <http://www.algaebase.com>
2. Booth, CO. 1966. Some properties of seaweeds manures. *In* International Seaweed Symposium (1969, FR). Proceedings. Paris, Francia, Pergamon Press. v. 5, p. 349-357.
3. Boussiba, S. 1988. *Anabaena azollae* as a nitrogen biofertilizer. *In* Shadler, T; Karamanos, TY; Mollion, J; Morva, H; Verdus, MC; Christiaen, D (eds.). Algal biotechnology. s.n.t. p. 169-178.
4. Canales, LB. 1998. Algas marinas en agricultura. *In* Simposium Internacional y Reunión Nacional de Lombricultura y Abonos Orgánico (4, 1999, MX). Texcoco, México, UACH, Sede CP y UACH. p. 125-132.
5. GREMHULE (Gremial de Huleros de Guatemala, GT). 2010. Manual práctico del cultivo de hule. Guatemala. s.p.
6. Parma, A; Pascual, M; Sar, E. 1987. Clave para el reconocimiento de los géneros de algas macrofitas del intermareal rocoso bonarense. La Plata, Argentina, Fac. de Cs. Nat. / Museo de La Plata. p. 15, 29. (Serie Técnica y Didáctica, Serie Aperiódica de la Fac. de Cs. Nat.).
7. Rodgers, GA; Bergman, B; Henrikson, E; Udris, M. 1979. Utilisation of blue-green algae as biofertilizers. *Plant and Soil* 52:99-107.
8. Mateo, A; Andrade, ML. 1985. Contribución de diversas especies de algas marinas a la fertilidad del suelo. *In* Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. Madrid, España, Editorial. p. 119-127.
9. Rodgers, GA; Bergman, B; Henrikson, E; Udris, M. 1979. Utilisation of blue-green algae as biofertilizers. *Plant and Soil* 52:99-107.