

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS IDOLACÉTICO E INDOLBUTÍRICO Y EXTRACTO
DE ALGAS MARINAS SOBRE EL DESARROLLO DE FOLLAJE DE XATE JADE
(*Chamaedorea oblongata* C. Arecaceae); COLOMBA, QUETZALTENANGO
TESIS DE GRADO

PABLO GERARDO GARCÍA CORZO
CARNET 21284-06

COATEPEQUE, AGOSTO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS IDOLACÉTICO E INDOLBUTÍRICO Y EXTRACTO
DE ALGAS MARINAS SOBRE EL DESARROLLO DE FOLLAJE DE XATE JADE
(*Chamaedorea oblongata* C. Arecaceae); COLOMBA, QUETZALTENANGO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
PABLO GERARDO GARCÍA CORZO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, AGOSTO DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARTIN SALVADOR SANCHEZ CRUZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
MGTR. PEDRO ARNULFO PINEDA COTZOJAY
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala 01 de Julio de 2015


Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del consejo

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Pablo Gerardo García Corzo, Carné 21284-08, titulada: "Evaluación de ácidos indolacético e indolbutírico y extracto de algas marinas sobre el desarrollo de follaje en xate Jade (*Chamaedorea oblongata* C. Arecaceae); Colomba, Quetzaltenango".

La cual considero cumple con los requisitos establecidos pro facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente



Ing. Martín Salvador Sánchez Cruz
Colegiado no. 1574
Código URL: 6873



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06324-2015


Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante PABLO GERARDO GARCÍA CORZO, Carnet 21284-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0676-2015 de fecha 31 de julio de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE ÁCIDOS IDOLACÉTICO E INDOLBUTÍRICO Y EXTRACTO DE ALGAS MARINAS SOBRE EL DESARROLLO DE FOLLAJE DE XATE JADE (*Chamaedorea oblongata* C. Arecaceae); COLOMBA, QUETZALTENANGO

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 14 días del mes de agosto del año 2015.


ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



Agradecimiento

- ❖ **A Dios:** Por concederme todas las bendiciones en mi vida y darme la fuerza para continuar y lograr todas las metas en mi vida.
- ❖ **A la universidad Rafael Landivar:** por ser parte de mi formación
- ❖ **A mis catedráticos:** por todo su apoyo en mi formación y compartir sus conocimientos.
- ❖ **A mis compañeros de estudio:** por los años que compartimos en esta carrera y por su apoyo moral para alcanzar una meta que hoy es una realidad.

Así también a todas aquellas personas que de una u otra forma, brindaron su colaboración para la realización del presente.

Dedicatoria

- ❖ **A Dios:** quien me dio la vida y me ha acompañado en la finalización de esta etapa de mi vida.
- ❖ **A mis padres:** Carlos Enrique García Muracao y Dilvia Vrishet Corzo Gonzales por su amor, consejos y apoyo que me ha servido en mi formación profesional y personal, a quienes dedico este gran logro.
- ❖ **A mis hermanos:** José Carlos y José Pablo, por todo su apoyo para alcanzar este título.
- ❖ **A mi abuelita:** Adriana Muracao, por su amor y cariño sincero, consejos y apoyo quien siempre estará en mi corazón.
- ❖ **A mis tíos:** Luis, Sergio, Hugo (Q.E.P.D) y Mario, quienes también merecen todo mi aprecio y respeto
- ❖ **A mi novia:** Tania Hernández, gracias por todo su apoyo incondicional, paciencia y amor que me ha dado fuerzas para luchar.
- ❖ **A mis amigos:** Por todo su apoyo y amistad sincera.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CHAMAEDOREAS	2
2.1.1 Linaje	2
2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL XATE.....	3
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL XATE	3
2.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL XATE EN GUATEMALA.....	4
2.5 REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA DE XATE	4
2.5.1 Ambiente físico	4
2.5.2 Condiciones edáficas y topográficas	4
2.5.3 Condiciones micro climáticas	5
2.5.4 Temperatura, humedad e iluminación	5
2.6 USOS Y BENEFICIOS DEL XATE	6
2.7 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA LA EXPORTACIÓN DE XATE	6
2.8 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL XATE	7
2.9 REGULACIÓN HORMONAL DEL CRECIMIENTO	7
2.9.1 Clasificación de las hormonas	8
2.9.2 Fisiología	10
2.9.3 Auxinas sintéticas.....	11
2.9.4 Auxinas conjugadas.....	11
2.9.5 Modo de acción	11
2.9.6 Aplicaciones en la agricultura	12
2.10 ALGAS MARINAS	13
2.10.1 Origen.....	13
2.10.2 Características.....	14
2.10.3 Beneficios de las algas marinas como fuente de enzimas	15

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
IV OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
V. HIPÓTESIS	21
VI. METODOLOGÍA	22
6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	22
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	22
6.3 FACTORES ESTUDIADOS.....	22
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	23
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	24
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	24
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	25
6.8 CROQUIS DE CAMPO.....	26
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	27
6.9.1 Fertilización:	27
6.9.2 Identificación de las unidades experimentales:	27
6.9.3 Aplicación de estimulantes:	27
6.9.4 Control de malezas:.....	28
6.9.5 Control de plagas:	28
6.9.6 Cosecha:	28
6.10 VARIABLES RESPUESTA	28
6.10.1 Longitud de la lámina foliar.....	28
6.10.2 Días a cosecha.....	28
6.10.3 Longitud del peciolo.....	28
6.10.4 Número de hojas cosechadas	28
6.10.5 Número de hojas aprovechables	29
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	29
6.11.1 Análisis estadístico	29
6.11.2 Tasa de crecimiento	29

6.11.3 Análisis económico	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
7.1 LONGITUD DE LA LÁMINA FOLIAR.....	30
7.2 DÍAS A COSECHA	33
7.3 LONGITUD DEL PECIOLO	33
7.4 NÚMERO DE HOJAS COSECHADAS.....	36
7.5 TASA DE CRECIMIENTO	39
7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	40
VIII. CONCLUSIONES	42
IX. RECOMENDACIONES	43
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
XI. ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación botánica del xate macho o jade.....	3
Cuadro 2. Exportaciones de follaje, hojas y ramas en Guatemala 2002-2006. Millones de US\$.....	7
Cuadro 3. Composición de las algas marinas y sus efectos.....	17
Cuadro 4. Composición nutricional de las algas marinas.....	18
Cuadro 5. Tratamientos evaluados en la investigación de tres fuentes de auxinas y tres dosis de aplicación en xate Jade.....	23
Cuadro 6. Plan de fertilización utilizado en la investigación.....	27
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable lámina foliar, en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones en el cultivo de xate Colomba, Quetzaltenango.....	30
Cuadro 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de lámina foliar para los tipos de productos reguladores del crecimiento en el cultivo de xate, Colomba, Quetzaltenango.....	31
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable lamina foliar en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones en el cultivo de xate Colomba, Quetzaltenango.....	32
Cuadro 10. Análisis de varianza para la longitud del peciolo en el cultivo de xate, en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.....	33
Cuadro 11. Longitud del peciolo (cm) en el cultivo de xate en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones en Colomba, Quetzaltenango.....	34

Cuadro 12.	Análisis de varianza para la longitud del peciolo en el cultivo de xate en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.....	35
Cuadro 13.	Análisis de varianza para el número de hojas cosechadas en el cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.....	36
Cuadro 14.	Número de hojas cosechadas en el cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento en diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.....	37
Cuadro 15.	Análisis de varianza para el número de hojas cosechadas en el cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.....	38
Cuadro 16.	Tasa de crecimiento en el cultivo de xate en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.....	39
Cuadro 17.	Resumen de costos, ingresos y relación beneficio/costo por tratamiento evaluado por hectárea.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Clasificación de las hormonas.....	8
Figura 2. Estructura química del ácido indol 3 butírico.....	12
Figura 3. Unidad experimental utilizada durante la investigación.....	25
Figura 4. Croquis de campo de la investigación.....	26

Evaluación de ácidos indolacético e indolbutírico y extracto de algas marinas sobre el desarrollo de follaje de xate jade (*Chamaedorea oblongata* c. *Arecaceae*); Colomba, Quetzaltenango

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres fuentes de auxinas, en tres dosis, sobre el crecimiento y desarrollo de hojas en plantas de *Chamaedorea oblongata*, con el fin de mejorar su producción. El estudio fue realizado en la finca San Francisco, ubicada en Colomba, Quetzaltenango. Las fuentes de auxina utilizadas fueron ácido indolacético, ácido indolbutírico y extracto de algas marinas. Las dosis evaluadas consistieron en concentraciones de 0.1%, 0.2% y 0.4 %. El resultado del estudio no mostró significancia en cuanto a alguna concentración de las utilizadas en interacción con las fuentes de auxina, pero al realizar los análisis en cuanto a la fuente de auxina, se observó significancia entre ellas, comparadas con el testigo; por lo que se recomienda el uso de ácido indolacético al 0.1%, ya que según los análisis presenta mayor rentabilidad. El uso de alguna de las tres fuentes de auxina con su dosis mínima favorece al crecimiento y desarrollo de las hojas en el cultivo de *Chamaedorea oblongata*.

Dose assessment of indoacetic and indobutyric acids and seaweed extract on the development of foliage "Xate Jade" (*Chamaedorea oblongata* Martius Arecaceae) Colomba, Quetzaltenango

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of three sources of auxins in three dosis on growth and leaf development in plants *Chamaedorea oblongata*, in order to improve their production. The study was conducted in the farm San Francisco, located in Colomba, Quetzaltenango. The sources used were indoacetic acid, indobutyric acid and seaweed extract. The evaluated doses consisted of concentrations of 0.1%, 0.2% and 0.4%. The result of the study did not show any significance in terms of the concentration used in interaction with the auxin sources, but when performing the analysis as to the source of the auxin, significance was observed compared to the witness. It is therefore recommended to use a 0.1% concentration of indoacetic acid. The use of any of the three sources of auxin with a minimum dosis favors the growth and leaf development in the cultivation of *Chamaedorea oblongata*.

I. INTRODUCCIÓN

La finca San Francisco, ubicada en Colomba, Quetzaltenango, se encuentra dentro del bosque pluvial premontano tropical, a 900 msnm. Actualmente, al igual que muchas plantaciones de la zona, dicha finca debido a las fluctuaciones de precios, ha tenido que sustituir parte del cultivo de café (*Coffea arabica*), por xate jade (*Chamaedorea oblongata*), una ornamental ombrófila idónea a las condiciones ambientales del ecosistema. Las hojas de *C. oblongata*, que se encuentran entre los 45 a 65 cm, sin ningún tipo de daño y de un color verde fuerte, son exportadas para follajes en arreglos florales.

En la finca San Francisco actualmente se han establecido plantaciones de diferentes especies del género *Chamaedorea* sp; sin embargo, presentan un crecimiento y desarrollo lento, lo cual prolonga su época de cosecha. Esto se traduce en pocos cortes para exportación del follaje al año, por lo que en la presente investigación se evaluó el uso de hormonas de crecimiento para acelerar el desarrollo y aumentar el número de hojas en xate jade, ya que según registros, únicamente produce seis hojas comerciales al año.

Se aplicaron diferentes fuentes de auxina (ácido indolbutírico, ácido indolacético y extracto de algas marinas), cada una de ellas en tres dosis diferentes. Se determinó la longitud de la lámina foliar y el peciolo, el número de hojas cosechadas, tasa de crecimiento, días a cosecha y un análisis económico.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CHAMAEDOREAS

2.1.1 Linaje

Las palmáceas comprenden a una familia grande y diversa, la cual incluye 198 géneros y la conforman aproximadamente 2,650 especies. Los géneros de esta familia son sensibles al frío y aunque éstas son comunes en países tropicales y subtropicales, algunas especies pueden crecer en locaciones protegidas y con climas templados. Las palmas son plantadas comúnmente en los trópicos como plantas ornamentales para interiores y exteriores, y en zonas de clima frío, es muy popular encontrarlas en macetas decorativas. El alto valor decorativo de las palmeras las hace ser utilizadas ampliamente en jardinería. Muchas de ellas son adaptables a interiores, bien sea en estados juveniles de desarrollo o mayores, a lo largo de su ciclo. Entre los 198 géneros con que cuenta esta familia, se encuentra el género *Chamaedorea*, el cual comprende alrededor de 100 especies, de las cuales únicamente media docena aproximadamente son producidas en cantidades comerciales para ser utilizadas ornamentalmente (Standley y Steyemark, 1958).

Las palmas constituyen un conjunto de recursos forestales no maderables de uso generalizado en el mundo. La importancia de la familia Palmae (Arecaceae) en la composición y estructura de diversas comunidades biológicas tropicales es muy grande, lo cual la hace susceptible de aprovechamiento (Heinzman y Reining, 1988).

El término de palma “camedor”, es usado en este trabajo como un nombre común para referirse a las especies de palma que pertenecen al género *Chamaedorea*.

Las Chamaedoreas comprenden el género más grande de las palmáceas en toda América. Alrededor de 77 especies se encuentran en los bosques tropicales y regiones montañosas de Centro América (Standley y Steyemark, 1958).

El género de las *Chamaedoreas* es, aparentemente, el último de una cadena de géneros relacionados. Esta empieza en las Islas Mascarene, en el océano Índico, con las *Hyophorbe*, continúa con las *Wendlandiella* en Sudamérica, *Synechanthus* en Sudamérica y parte de Centroamérica y las *Chamaedoreas* en Centroamérica. Como lugar de origen se conoce México, Guatemala y Belice (CONAP, 2002).

2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DEL XATE

Chamaedorea, del griego *chamai* = sobre el suelo y *dorea* = regalo, lo que viene a decir "regalo del suelo", quizás por su pequeño tamaño. Según Cronquist (1988), la especie de xate se clasifica de la manera que se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación botánica del xate macho o jade.

Clasificación	Taxón
Reino	Vegetal
Subreino	Embrionta
División	Magnoliophyta (Tracheophyta)
Clase	Liliopsida
Sub Clase	Arecidae
Orden	Arecales
Familia	Palmaceae o Palmae
Género	<i>Chamaedorea</i>
Especie	<i>C. oblongata</i>

(Cronquist, 1988.)

2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL XATE

En la reseña hecha por Standley y Steyemark (1958), en su libro La Flora de Guatemala, describen la especie *Chamaedorea oblongata*, como una planta herbácea o arbustiva de 1.5 a 3 m de altura, estipe solitario, erecto, de 8.5 a 11 mm de diámetro, con nudos poco prominentes. Tiene de 3 a 8 hojas alternipinadas, vaina de 15.5 a 21.6 cm de longitud, pecíolo de 14 a 32.5 cm de longitud, la cara inferior recorrida por una costilla gruesa amarilla, ráquis de 31.9 a 61.7 cm de longitud, de 5 a 9 foliolos en cada lado del raquis, alternos, ampliamente lanceolados a oblongo trapezoidales, sigmoides, falciformes, de 17 a 34 cm de ancho, márgenes enteros y los ápices largos acuminados, oblicuos y poco enrollados. El fruto es púrpura oscuro en la madurez, ovoide, de 11 a 13 mm de largo, de 6 a 8 mm de ancho, epicarpio delgado, mesocarpio

poco carnosos, verde, mucilaginosos, aromáticos, el endocarpio grueso, fibroso, semilla elipsoidal de 10 a 11 mm de largo y de 5 a 5.5 mm de ancho.

2.4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL XATE EN GUATEMALA

Según el CONAP (2002), las diferentes especies de palmas de xate del género *Chamaedorea*, se desarrollan en el estrato de sotobosque, en bosques primarios y secundarios maduros, en las áreas del Petén, Alta Verapaz, Izabal y Huehuetenango.

2.5 REQUERIMIENTOS DE LA PLANTA DE XATE

2.5.1 Ambiente físico

Heinzman y Reining (1988) indican que ecológicamente, Petén es parte de una bioregión que se extiende al norte y oeste hacia México y al este hacia Belice. Las especies de *Chamaedorea* que se cosechan para el mercado se encuentran en casi la misma asociación de un bosque primario o de un bosque secundario maduro y se encuentran ocupando los niveles bajos del bosque, llamado sotobosque, que contiene especies que raramente exceden de 3 m de altura. La *Chamaedorea* depende en gran manera de un ambiente forestal maduro, cuyo techo arbóreo alto crea, no solamente la sombra, sino también una humedad alta. Desde el punto de vista estructural de la vegetación, el xate crece en el sotobosque conformado por cuatro estratos verticales definidos: árboles dominantes (generalmente de 20 – 28 m de altura); árboles codominantes (12 – 20 m); árboles dominados (4 – 8 m) y hierbas, en las cuales también se encuentra la regeneración natural de otros estratos (usualmente menor a 4). Es en este último estrato en donde el género *Chamaedorea* es dominante.

2.5.2 Condiciones edáficas y topográficas

Las características de los suelos superficiales en que crece el xate son: suelos de origen kárstico, básicos, con alto contenido de materia orgánica en los horizontes

superficiales y textura arcillosa o franco arcillosa, preferiblemente que sean suelos con buen drenaje. Fisiográficamente se determinó que las especies de *Chamaedorea* se desarrollan mejor en las zonas de colinas y con preferencia en las áreas con pendientes inclinadas, según las conclusiones de Heinzman y Reining (1988).

2.5.3 Condiciones micro climáticas

Los factores micro climáticos de humedad y luminosidad en los lugares donde crece el xate son: humedad con una media del 85 % y la luminosidad que penetra al sotobosque que es de un promedio de 5.42 % en relación a la luminosidad directa. La poca luz solar que permiten pasar las copas de los árboles, ha limitado la diversidad en el sotobosque, reduciendo la misma a unas pocas especies; condiciones que le son favorables a las especies de *Chamaedorea*. A pesar de ello, Heinzman y Reining (1988), sostienen que debido a la caída de árboles y la construcción de vías de penetración dentro del bosque, se crean espacios donde la luz penetra al sotobosque con la consecuente estimulación del crecimiento de plantas herbáceas pioneras, con las cuales el xate no puede competir.

2.5.4 Temperatura, humedad e iluminación

La temperatura estimada reporta un promedio de 26.5 °C dentro del bosque, y las plantas herbáceas debajo del bosque requieren que la temperatura oscile entre 23.9 y 31.5 °C. La humedad ambiental generalmente está asociada a la temperatura, y para las condiciones dentro del bosque se obtuvo una media de 85 %, lo cual indica que, para que las especies de interés se desarrollen deben mantener una humedad entre 87 % y 80%. Para que el xate se desarrolle bajo condiciones favorables de temperatura y humedad bajo el bosque, se requiere de una temperatura promedio de 26.5 °C y 85% de humedad (Calderón, 2001).

Calderón (2001) en sus investigaciones estima que los rangos en que crece en forma más abundante la *Chamaedorea* sp están entre el 10 % y 15 % de luz directa.

2.6 USOS Y BENEFICIOS DEL XATE

El xate tiene un valor comercial ya establecido; porque sus hojas se exportan para ser usadas como follaje de arreglos florales. Hernández (1998), citado en la Comisión Nacional para el Medio Ambiente [CONAMA] (1999), indica que dentro del grupo que comprende la flora de uso ornamental, se reportan 113 de 606 especies silvestres investigadas (19%) con un uso ornamental.

De los beneficios que se obtienen del cultivo del xate se resalta:

- Económicos: fuente de empleos, venta de un producto exportable, generador de divisas.
- Estéticos: para recreación, fuente de inspiración y paisajes.
- Potencial ecológico: es una forma de actividad económica potencialmente sostenible.

En 1987 la extracción por parte de poblaciones rurales produjo 140 millones de hojas para la exportación. El ingreso por exportación para Guatemala, fue de casi US \$ 2 millones (Heinzman y Reining, 1988).

De acuerdo con las estadísticas del Banco de Guatemala, en el rubro de las exportaciones bajo la partida 0604, dentro de la cual se ubica el xate, en los últimos cuatro años ésta ha ido en aumento, representando ingresos por arriba de los 10 millones de dólares, aunque no se especifica la participación directa del xate dentro de la misma (Ver cuadro 2).

2.7 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA LA EXPORTACIÓN DE XATE

Según Quevedo (2004), las hojas de calidad comercial deben cumplir con un tamaño mínimo. Para *C. oblongata* debe tener 35 centímetros de longitud. El color verde brillante relativamente uniforme y no debe tener agujeros ni manchas que hallan sido causadas por insectos y hongos respectivamente, deben ser seleccionadas y separadas en manojos de 21 hojas según el tamaño de hoja, luego el conjunto de 30 manojos forman un rollo el cual se envuelve en papel kraft y se ata con hilo de rafia.

Posteriormente los rollos se introducen en una cámara de refrigeración, donde se colocan en tinas con agua hasta el momento de ser transportados a su destino final, la temperatura de la cámara y transporte debe estar a 6 °C.

Cuadro 2. Exportaciones de follaje, hojas y ramas de Guatemala 2002-2006. Millones de US\$.

	Año				
	2002	2003	2004	2005	2006
Plantas vivas flores y follajes	51.2	57.7	57.14	61.7	62.2

(Banco de Guatemala, 2006)

2.8 IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL XATE

La extracción del xate, al igual que el resto de la flora y vida silvestre de Guatemala, representa beneficios directos tales como la generación de ingresos familiares, creación de empresas y con ello fuentes de empleo, generación de divisas, entre otros. De los beneficios indirectos se menciona la contribución en el mantenimiento de las funciones ecológicas y la generación de servicios ambientales que sirven de base a las actividades económicas a nivel local, regional y nacional (Calderón, 2001).

2.9 REGULACIÓN HORMONAL DEL CRECIMIENTO

Se sabe que el crecimiento de las plantas no sólo está determinado por la absorción de sustancias minerales a través de las raíces y por los hidratos de carbono sintetizados en las hojas, sino también por ciertas sustancias químicas que actúan como agentes específicos y correlacionan el crecimiento entre las diversas partes de la planta (Rojas y Roalomerino, 1979).

Estos agentes son las hormonas vegetales o fitohormonas. Una hormona es una sustancia orgánica que se produce dentro de la planta y que en bajas concentraciones

promueve, inhibe o modifica cualitativamente el crecimiento. Una característica común de las hormonas es su capacidad para inducir o reprimir algún proceso de crecimiento en la planta o actuar en forma localizada en un sitio que no es el de su síntesis (Ray, 1964).

2.9.1 Clasificación de las hormonas

Las hormonas se han clasificado en cinco grupos: auxinas, giberelinas, citocininas, inhibidores y etileno (Figura 1)

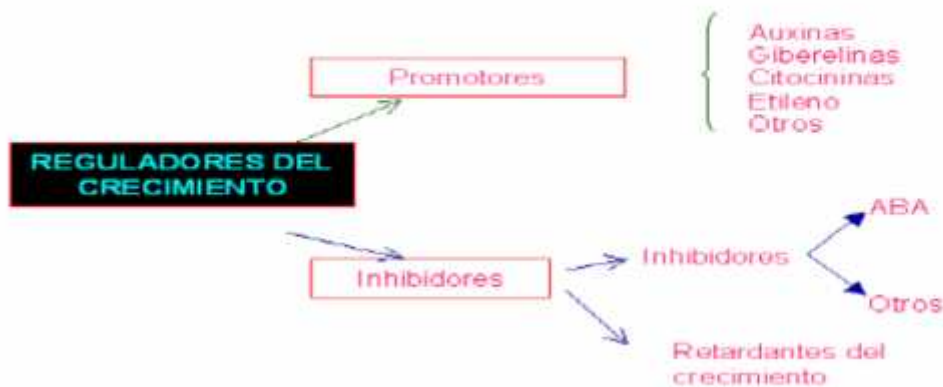


Figura 1. Clasificación de las hormonas (Montaldi, 1995).

Auxinas

Según Rodríguez, Castillo y Prieto (2006), el nombre auxina proviene de un término griego que significa crecer. Son sustancias naturales, pertenecientes al grupo de las hormonas vegetales, que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. Favorecen el crecimiento del tallo, las hojas y las raíces y al desarrollo de ramas laterales y frutos, además influyen en el crecimiento de estos órganos estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de auxina en el tejido vegetal y su distribución. La auxina más estudiada y más abundante en la planta es el ácido Indolacético (AIA). Muchos compuestos químicos, más o menos relacionados en su estructura con el AIA, pueden sustituirlo para provocar similares respuestas de crecimiento (Montaldi, 1995).

Formación natural

Es el ácido indol – 3 – acético (AIA) (Figura 2). Ciertas sustancias intermediarias de su biosíntesis también pueden tener actividad auxínica (triptamina, indol-3-acetaldehído) (Montaldi, 1995).

Biosíntesis

El precursor primario en la planta es el triptófano. A partir de éste existen tres vías de síntesis.

- a. Vía del ácido indol-pirúvico, es la vía principal de síntesis.
- b. Vía de la triptamina.
- c. Vía del indol-acetaldoxina, presente sobre todo en el género Brassicae (repollo, coles) (Montaldi, 1995).

Sitios de síntesis

Según IICA (1987), la auxina se sintetiza principalmente en los ápices de tallos y raíces, de donde migra a la zona de elongación y a las otras zonas donde ejercerá su acción. Esta migración desde el ápice es aproximadamente de 1 cm/hora y siempre es unidireccional: desde el ápice a la base (basipeta). Este movimiento se conoce como transporte polar. Uno de los efectos fundamentales del AIA se observa en el fenómeno de elongación. En muchos casos segmentos de tallos donde se eliminó la auxina endógena denotan elongación en presencia de AIA exógena. Esta elongación es proporcional, dentro de ciertos límites, a la concentración de la auxina usada.

- Meristemos
- Embriones
- Hojas verdaderas

2.9.2 Fisiología

Según IICA (1987), el efecto hormonal más conocido del AIA es el papel que juega en los tropismos al determinar la curvatura de ciertos tejidos en respuesta a un estímulo localizado. Esta curvatura es el resultado de una distribución asimétrica de auxina en el órgano. De la misma manera, la formación de raíces a partir de la región del periciclo en tallos puede ser inducida con la aplicación de auxinas. En esto se basa la aplicación de diversas auxinas como método práctico para estimular el enraizamiento de estacas. Además de estos efectos directos de promoción de división celular y elongación, la auxina tiene otros correlativos en el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, determina el fenómeno de dominancia apical, es decir, en planta sintactas sólo crece la yema apical y no las próximas a ella. La eliminación del ápice da como resultado el crecimiento de las yemas laterales cercanas a él.

Propiedades fisiológicas

Entre las propiedades podemos mencionar dominancia apical, formación de raíces adventicias, replica ADN (mitosis), regula el fototropismo, geotropismo, incrementa la diferencia de yema vegetativa en reproductiva, incrementa el alargamiento y permeabilidad celular, incrementa la respiración en célula activa en crecimiento, incrementa la plasticidad celular, incrementa la biosíntesis de celulosa, favorece la formación de frutos partenocárpicos, favorece el crecimiento y el desarrollo de fruto, regula la caída de órganos, diferenciación del xilema y el floema y favorece la hidrólisis del almidón (IICA, 1987).

Efectos positivos

De acuerdo a Camargo, Bernal y Montero (2006), los efectos de la auxina en el crecimiento y desarrollo son numerosos y diversos. Algunos de estos involucran interacciones con otras fitohormonas y en muchos casos están relacionados con los que ejerce a nivel celular, como: Crecimiento y elongación, división del cambium, dominancia apical, formación de raíces laterales y enraizamiento

2.9.3 Auxinas sintéticas

El AIA si bien puede ser producido en grandes cantidades, tiene el inconveniente de degradarse con la luz. Por ello se han buscado componentes más estables (Montaldi, 1995).

Compuestos indólicos

Ácido indol-butírico (AIB o IBA)

Ácido naftalenacético (ANA o NAA): Estos dos son más potentes (2 a 5 veces) que el AIA.

Ácidos fenoxiacéticos y derivados

2,4 D: 2,4 diclorofenoxiacético

2,4 5T: 2,4,5 triclorofenoxiacético

MCPA: ácido metil-clorfenoxiacético

Piclorom: ácido tricloropicolínico

El 2,4 D: 2,4 diclorofenoxiacético, 2,4 5T: 2, 4,5 triclorofenoxiacético, tienen un rango de acción muy estrecho por debajo del cual no producen efecto y por encima son altamente tóxicos (efecto de herbicida) (Montaldi, 1995).

2.9.4 Auxinas conjugadas

Es importante además conocer que buena parte de las auxinas se conjugan a otros compuestos orgánicos (aminoácidos, carbohidratos, vitaminas) con la finalidad de extender su tiempo de vida, debido a que ellas en el estado libre son sensibles a sufrir foto oxidación (Chang, 2003).

2.9.5 Modo de acción

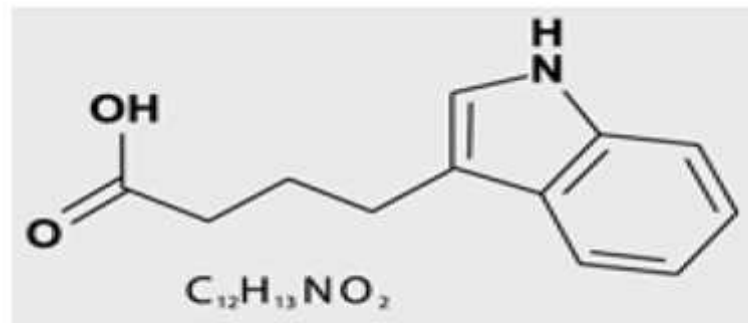
De acuerdo a Montaldi (1995) y Rojas y Rovalomerino(1979), existe acuerdo en que las auxinas actúan a nivel génico al desreprimir o reprimir la expresión de los genes. El AIA se liga a un receptor de naturaleza proteica, formando un complejo receptor-hormona de carácter reversible, específico, con alta afinidad y saturable. Este complejo activa un

promotor que controla la expresión de los genes que codifican la síntesis de las enzimas catalizadoras de los compuestos de la pared. El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas.

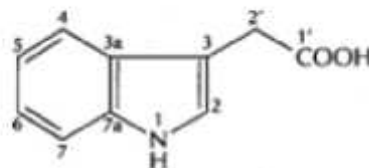
2.9.6 Aplicaciones en la agricultura

- Herbicidas (2,4-D, 2,4-DB) y arbusticidas (2,4,5-T)
- Enraizamiento de estacas leñosas (IBA, ANA)
- Evitar la caída de frutos (ANA, 2,4-DP)
- Raleo de frutos (ANA)
- Inhibición de brotación lateral en forestales (ANA)
- Cultivo *in vitro* de tejidos

(Montaldi, 1995).



Estructura química del ácido Indol 3 butírico



Ácido-3-indolacético

Figura 2. Estructura química del ácido indol 3 butírico y 3 indolacético (Chang, 2003).

2.10 ALGAS MARINAS

2.10.1 Origen

Hoy en día el término alga comprende un grupo muy heterogéneo de organismos vegetales marinos (50,000 aproximadamente) que se caracterizan por realizar fotosíntesis (Canales, 1998).

Por siglos las algas marinas se han usado tal cual de 20 a 30 t/ha como abono de suelos en superficies cercanas a la playas y costas donde se recolectan. El uso de los extractos y otros derivados de algas marinas en la agricultura es relativamente reciente, unos 50 años y por sus bajas dosis, permite usarlos en áreas distantes al mar (Senn, 1987).

Acleto (1998) indica que las algas marinas son parte integral de la ecología y contorno costero. Durante siglos las zonas agrícolas cercanas a estas áreas costeras fueron abonadas con algas marinas por ser fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos de frutales y hortícolas. Hoy día hay muchas opciones más convenientes para conseguir los mismos beneficios en un huerto o campo de cultivo.

Los abonos de algas marinas existen en forma de polvo de aplicación inmediata para su uso en campos de cultivo y jardines públicos y privados. Además, los extractos líquidos y en polvo de algas marinas de alta calidad se presentan en forma pura o en formulaciones específicas enriquecidas o no con productos que van desde los tradicionales (por ejemplo, fertilizantes, pesticidas, etc.) hasta productos no tradicionales (por ejemplo, enriquecimiento del humus, derivados de pescado, etc.) (Martínez, 2005).

De hecho, 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*. 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 (Martínez, 2005).

Para respaldar las aplicaciones agrícolas, las investigaciones comerciales y universitarias han demostrado una gama amplia de ventajas al usar las algas marinas para mejorar muchos aspectos del crecimiento y desarrollo de los cultivos. La mayoría de los productos obtenidos de las algas marinas se aplican como suplementos de los nutrientes minerales en programas integrados de nutrición de cultivos. También se usan muchos para producir efectos beneficiosos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas (Martínez, 2005).

2.10.2 Características

Las algas marinas son plantas no vasculares, que se caracterizan por realizar fotosíntesis, es decir, el proceso que convierte la energía lumínica en energía química necesaria para la síntesis de moléculas orgánicas. Los ficólogos definen a las algas como organismos fotosintéticos con clorofila A y que tienen estructuras reproductoras simples (Small y Green, 1968).

Las algas marinas son conocidas generalmente como talófitas. Son organismos pluricelulares que viven a lo largo de los litorales marinos y se diferencian de las plantas superiores en que no poseen raíces, tallos, hojas, ni sistemas vasculares verdaderos. La forma de anclaje a los objetos sólidos es mediante el órgano llamado hapterio o háptero, y lo hacen sobre distintos substratos como rocas (epilíticas), sobre otras plantas (epífitas), e incluso sobre el cuerpo de animales (epizoicas) (Martínez, 2005).

Las algas marinas se aplican en la agricultura: tal cual; en forma de harina, de extractos de polvos solubles (Senn, 1987) 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. 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 (Cuadro 4); 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 algínicos, ácidos fúlvicos y manitol; vitaminas; sustancias biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas.

Canales (1998) menciona que al llevarse debidamente el proceso de elaboración de los extractos de algas marinas, los microorganismos que contienen, especialmente las micro algas cianofitas, quedan en estado viable y se propagan donde se aplican, ya sea foliar o al suelo, aumentando sus contenidos y potenciando su acción y efectos, consecuentemente, da lugar a reducir la dosis. Las cianofitas son micro algas azul-verde que fijan el nitrógeno del aire aun en las no leguminosas y considera que también es debido a la presencia de las enzimas que las mismas algas sintetizan. Su acción y efecto es de muy amplio espectro.

2.10.3 Beneficios de las algas marinas como fuente de enzimas

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 porque al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas y en el suelo que sin ellos, no toman lugar (Canales, 1998).

Según Canales (1998), en sus investigaciones reporta la acción de las enzimas como fuente de vida. Es de considerarse que al aplicar foliarmente extractos de algas marinas por ejemplo, las enzimas que éstas conllevan, refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (mas vigor). Lo que resulta en plantas más sanas, con mejor nutrición y más vigorosas.

Según Canales (1998), al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, se 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 (Cuadro 3). Se 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 que las enzimas de los seres vivos que en el crecen, inclusive las raíces , no son capaces de hacer en forma notoria, de tal manera que al reaccionar con las arcillas silicias o las arcillas de hidróxidos mas arena, actúan en contra 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 también el pH.

Cuadro 3. Composición de las algas marinas y sus efectos.

COMPOSICIÓN	EFFECTOS
Extracto de algas marinas que incluyen microalgas azul-verde cianofitas en estado viable capaces de propagarse	Fijan nitrógeno del aire aun en las no leguminosas sin parasitarlas. Incrementan la materia orgánica y la vida microbiana. Hace suelos poco porosos, descompacta. Baja los carbonatos. Da cuerpo a los suelos livianos. Los hace más trabajables. Ahorra agua de riego.
Unas 50,000 enzimas no desnaturalizadas, agentes quelatantes, un complejo de compuestos provenientes de ácidos orgánicos, carbohidratos, proteínas y vitaminas	Mejora la estructura. Ajusta el pH. Propicia la desalinización. Desmineraliza los suelos degradados, los desintoxica. Moviliza los nutrientes (iones). Ayuda en la absorción de nutrientes por las plantas, en sus funciones metabólicas y refuerza su sistema alimentario e inmunitario
Unas 20 sustancias cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento en las plantas (fitohormonas naturales) algunas en más de 1000 ppm.	Ayuda al desarrollo de las plantas, las vigoriza. Incrementa las proteínas aun en las no leguminosas, así como los grados brix y aceites. Alarga la vida de anaquel. Da resistencia contra heladas y sequías.
Sustancias biocidas como: fenoles, ácidos grasos, terpenos, halógenos.	Propicia la disminución del ataque de plagas y enfermedades. Tienen sinergismo recíproco con agroquímicos específicos. Ahorra agroquímicos.
Nutrientes: todos los elementos mayores y menores, todos los elementos traza que ocurren en forma metabólica tal, que son fácilmente tomados por las plantas.	Complejo donde cada elemento tiene gran importancia en el desarrollo de las plantas conforme a la ley del mínimo, ahorra fertilizantes.
Mucilagos, polisacáridos, saponinas, azúcares, compuestos de ácido orgánicos, quelatantes.	Actúan como agentes: coadyuvantes, adherentes, dispersantes, surfactantes y penetrantes.

(Biostar, 2006)

Cuadro 4. Composición nutricional de las algas marinas.

Compuesto	Cantidad
Nitrógeno	1.43 %
Fósforo	2.16%
Potasio	1.44%
Magnesio	0.031%
Azufre	0.20%
Hierro	1300 ppm
Zinc	1230 ppm
Manganeso	1100 ppm
Boro	140 ppm
Molibdeno	180 ppm
Citocininas	1000 ppm
Auxinas	510 ppm
Giberelinas	140 ppm
Aminoácidos libres	7100 ppm
Vitaminas	500 ppm
Materia orgánica	20.60%
Compuestos relacionados, acondicionadores e inertes	73.83%
TOTAL	100.00%

(Biostar, 2006)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El cultivo de *C. oblongata* se ha establecido en diferentes regiones del país, siendo una alternativa de sustitución de productos tradicionales, tales como el café (*Coffea arabica*), ya que se adapta a las mismas condiciones de este cultivo. Actualmente representa una fuente de ingresos para la finca San Francisco, debido a que se ha utilizado como sustituto del cultivo del café; sin embargo, tiene un crecimiento lento, lo que se traduce en un menor número de cortes de hoja para exportación por año. Según registros de campo de la finca; una planta de xate únicamente produce alrededor de seis hojas comerciales al año, pues existen estándares de calidad en cuanto a tamaño, calidad y longitud de la hoja. Estos rendimientos son rentables para la finca, sin embargo, están por debajo de la producción de hojas obtenidas en otros lugares, donde se tienen registros de hasta 12 hojas comerciales.

De acuerdo a lo anterior, se determinó evaluar el uso de auxinas con el fin de aumentar el número de hojas y longitud de las mismas. Las auxinas son sustancias naturales producidas en diferentes partes de las plantas en fase de crecimiento y regulan el desarrollo vegetal, por lo que su aplicación puede incrementar el número de hojas comerciales por planta.

IV OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluación de dosis de ácido indolacético, ácido indolbutírico y extracto de algas marinas, sobre el crecimiento y desarrollo de follaje de “Xate Jade” (*Chamaedorea oblongata* Martius Arecaceae) Colomba, Quetzaltenango

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del uso de auxinas sobre el crecimiento y desarrollo del follaje en *C. oblongata*.
- Establecer la rentabilidad para los diferentes tratamientos de aplicación de auxinas en *C.oblongata*.

V. HIPÓTESIS

- Al menos uno de los tratamientos a evaluar mejorará el crecimiento y desarrollo en *C. oblongata*

- Al menos uno de los tratamientos constituye una alternativa económica atractiva para los productores de *C. oblongata*.

VI. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El experimento se llevó a cabo en la finca San Francisco, ubicada en jurisdicción del municipio de Colomba, departamento de Quetzaltenango. Dicha finca se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 14° 42' 25" latitud norte y 91° 44' 20" longitud oeste.

Según Simmons, Tarano y Pinto (1959), los suelos donde se realizó la investigación pertenecen a la serie de suelos Chuvá, perteneciente a los suelos del declive del pacífico, cuyas principales características son, suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro, en relieve inclinado.

Según Holdridge (1985), la zona de vida es bosque muy húmedo subtropical cálido. La temperatura media oscila entre 20.3 °C a 23 °C, la precipitación media oscila entre 3500 a 4000 mm anuales.

6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.

Se utilizaron tres fuentes de auxinas: ácido indolbutírico, ácido indolacético y extracto de algas marinas, para estimular el crecimiento y desarrollo de la planta de xate jade (*Chamaedorea oblongata*). La plantación se encuentra en producción y cuenta con una edad de cuatro años, con una densidad de siembra de 63,500 plantas por hectárea, a un distanciamiento de 0.35 x 0.45 metros entre plantas. Se realizó en los meses de enero a mayo, meses en los cuales no se dan lluvias en la región.

6.3 FACTORES ESTUDIADOS

6.3.1 Factor A: Este factor lo constituyeron tres fuentes de auxinas, las cuales fueron: ácido indolacético, ácido indolbutírico y extractos de algas marinas.

6.3.2 Factor B: Este factor estuvo constituido por las tres dosis de auxina utilizadas: 0.1%, 0.2% y 0.4%. Se utilizaron dosis mínimas para no causar un efecto negativo en las plantas.

6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se evaluaron 10 tratamientos, producto del factorial tres fuentes de auxinas y tres dosis; se agregó un testigo absoluto, los tratamientos se describen en el cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos evaluados en la investigación de tres fuentes de auxinas y tres dosis de aplicación en xate Jade.

Tratamiento	Auxina	Dosis (%)
1) A1B1	Ácido indolacético	0.1
2) A1B2	Ácido indolacético	0.2
3) A1B3	Ácido indolacético	0.4
4) A2B1	Ácido indolbutírico	0.1
5) A2B2	Ácido indolbutírico	0.2
6) A2B3	Ácido indolbutírico	0.4
7) A3B1	Extracto de algas	0.1
8) A3B2	Extracto de algas	0.2
9) A3B3	Extracto de algas	0.4
10) T	0	0

Para las fuentes de auxina se obtuvieron los productos ácido indolacético y ácido indolbutírico en presentación en polvo siendo este elemento puro, para su aplicación en el experimento se procedió a aplicar según la dosis, para 0.1 % se utilizaron 100 gramos por litro de agua, para 0.2 % se utilizaron 200 gramos por litro de agua y para 0.4% se utilizaron 400 gramos por litro de agua.

Para la fuente de auxina se obtuvo el producto comercial Agrimax, en cual se describe su contenido en el cuadro 4, para la concentración de 0.1% se aplicaron 100 cc de producto comercial por litro de agua, para la concentración 0.200 % se aplicaron 20 cc de agua y para la concentración de 0.4% se aplicaron 400 cc por litro de agua.

Se torna complicado tener el dato exacto de la concentración de auxinas presentes en las concentraciones y soluciones aplicadas en el experimento, en el caso de algas marinas posee otro tipo de fitohormonas que pudieron influir en el resultado del experimento.

6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones para considerar los nueve tratamientos sometidos a los estimulantes más el testigo absoluto.

Se utilizó un diseño factorial para analizar los primeros nueve tratamientos con el fin de evaluar la significancia entre los factores a) fuentes de auxina y b) dosis de auxinas.

6.6 MODELO ESTADÍSTICO

Los modelos estadísticos fueron los siguientes:

6.6.1 Bloques al azar:

$$Y_{ij} = U + A_i + R_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = está en función de:

U = Efecto de la media general.

A_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

R_j = Efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental en la unidad j del tratamiento i

6.6.1 Bloques al azar factorial

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + A_i B_j + R_k + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = está en función de:

U = Efecto de la media general.

A_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor A.

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$A_i B_j$ = Interacción entre el i-ésimo nivel del factor A con el J-ésimo nivel del factor B.

R_k = Efecto de la k-ésima repetición o bloque.

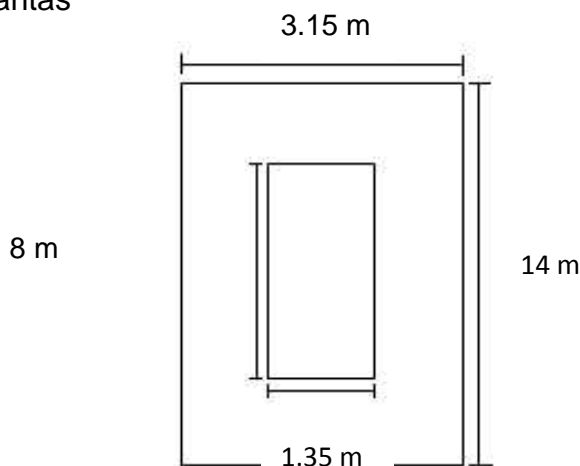
E_{ijk} = Error experimental asociado a la i-j-k-ésima parcela pequeña.

6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental consistió de 3.15 m de ancho x 14 m de largo. Dando como resultado un área total de 44.1 m²; la cual constituía la parcela bruta. Para evitar el efecto de borde se utilizó una parcela neta de 1.35 m de ancho y 8.05 m de largo, de esta manera se obtuvo un área de 10.9 m², el distanciamiento de la plantación es de 0.45 metros de calle y 0.35 metros entre plantas, ocupando un área de 0.157 m² por planta; en la figura 3 se presenta un esquema de las parcelas:

Parcela bruta: estuvo compuesta por 7 surcos y 40 plantas por surco obteniendo 280 plantas.

Parcela neta: estuvo compuesta por 3 surcos y 23 plantas por surco obteniendo 69 plantas



Parcela bruta: 44.10 m² = **280 plantas**

Parcela neta: 10.9 m² = **69 plantas**

Figura 3. Unidad experimental utilizada durante la investigación.

6.8 CROQUIS DE CAMPO

En la figura 4 se muestra como estuvieron aleatorizados los tratamientos en el campo, esto se realizó completamente al azar.

REPETICIÓN I

T	A2B3	A1B3	A1B2	A2B2	A1B1	A3B1	A3B2	A3B3	A2B1
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

REPETICIÓN II

A2B1	A3B3	A2B2	T	A1B1	A1B2	A3B1	A1B3	A2B3	A3B2
------	------	------	----------	------	------	------	------	------	------

REPETICIÓN III

A3B1	A1B3	A3B3	A2B1	A1B2	A2B3	T	A3B2	A2B2	A1B1
------	------	------	------	------	------	----------	------	------	------

Figura 4. Croquis de campo de la investigación sobre el Efecto de tres dosis de ácido indolacético, ácido indolbutírico y extracto de algas marinas, sobre el crecimiento y desarrollo de follaje en el cultivo de "Xate Jade" (*Chamaedorea oblongata* Martius Arecaceae), finca San Francisco, Colomba, Quetzaltenango.

6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.9.1 Fertilización: Se realizó una fertilización antes de las aplicaciones de los estimulantes, con la finalidad de que la planta contara con nutrientes para aprovecharlos y no se causaran deficiencias al momento de ser estimuladas. Estas aplicaciones fueron realizadas tres semanas antes del inicio de las aplicaciones con estimulantes, las cuales fueron hechas de la manera que se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6. Plan de fertilización utilizado en la investigación.

Fertilizante	Frecuencia de aplicación	Dosis (g/planta)
46-0-0	45 días antes de siembra	5
18-46-0	60 días después de la primera aplicación	5
Abono orgánico	6 meses después de la primera aplicación	227

La aplicación de los fertilizantes se realizó abriendo una pequeña hendidura de 2 cm de profundidad entre los surcos de las plantas, luego se aplicó el fertilizante y se procedió a cubrirlo con tierra. La aplicación del fertilizante se hizo a una distancia de 22.5 cm de la base de la planta.

6.9.2 Identificación de las unidades experimentales: Se realizó la primera semana del inicio del experimento, conjuntamente con las aplicaciones de fertilizante y se utilizaron estacas y pita para delimitar cada una de las unidades con sus respectivas medidas.

6.9.3 Aplicación de estimulantes: Los estimulantes fueron aplicados después de la fertilización, con una bomba de mochila de 16 litros, de manera uniforme en toda la lámina foliar, se agregó un adherente comercial para una mejor fijación y se realizó una vez por semana, durante 17 semanas consecutivas.

6.9.4 Control de malezas: Esta actividad se realizó una vez por mes, debido a que las plantas se encontraban cubiertas de sombra natural, por lo que no presentaban muchas malezas, siendo éstas controladas de forma manual, (azadón, machete), sin utilizar herbicidas.

6.9.5 Control de plagas: Durante la ejecución del experimento no se presentó ningún tipo de daño causado por plagas, gracias a esto no se realizó ningún tipo de prevención, ni control.

6.9.6 Cosecha: Se realizaron dos cosechas durante el experimento, en las cuales se cuantificaron las variables de respuesta, estas se realizaron de forma manual utilizando una cuchilla afilada y un metro, con el fin de determinar el tamaño adecuado requerido para su comercialización.

6.10 VARIABLES RESPUESTA

6.10.1 Longitud de la lámina foliar

Se utilizó un longímetro, con el cual se midió en centímetros el tamaño de la lámina foliar, desde la base hasta el ápice foliar.

6.10.2 Días a cosecha

Para esto se llevó un control del inicio de las aplicaciones hasta las cosechas y se realizaron mediciones para ir controlando el crecimiento de las hojas.

6.10.3 Longitud del peciolo

Se realizó la medición de cada peciolo para determinar su tamaño en metros. La determinación se hizo en la planta de empaque.

6.10.4 Número de hojas cosechadas

Se determinó el número de hojas cosechadas por planta, al momento de cada cosecha, tomando como base la longitud requerida para el mercado, también factores que influyen en el aspecto sanitario de la hoja. Esta medición se obtuvo de cada una de las diferentes unidades experimentales.

6.10.5 Número de hojas aprovechables

Al momento de la cosecha se clasificaron las hojas según su longitud y aspectos fitosanitarios, así como también daños que se ocasionaron a la hora de la cosecha.

6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.11.1 Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza para las variables longitud de lámina foliar, longitud del peciolo y número de hojas cosechadas. Cuando se determinaron diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar pruebas de medias, utilizando Tukey (0.05 probabilidad del error).

6.11.2 Tasa de crecimiento

Se evaluó el efecto de las aplicaciones de hormonas y sus respectivas dosis en cuanto a la tasa de crecimiento de la hoja que calificó para su exportación, para esto se determinó el tamaño inicial de la hoja antes de la aplicación de los tratamientos y el tamaño final de la hoja al momento de la cosecha; se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de crecimiento} = \frac{T_f - T_i}{T_i} \times 100$$

6.11.3 Análisis económico

Para este análisis se tabularon todos los costos de los insumos utilizados en cada uno de los tratamientos, posteriormente se determinó la inversión inicial, los costos directos e indirectos y se calculó la rentabilidad, haciendo una proyección de los ingresos a obtener en cada tratamiento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 LONGITUD DE LA LÁMINA FOLIAR

Se realizó un análisis de varianza para el diseño bloques al azar y uno para el factorial, para determinar si existía diferencia estadística significativa, los resultados se detallan en los cuadros 7 y 9.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable lámina foliar, en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones en el cultivo de xate, Colomba, Quetzaltenango.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f	5%
Tratamiento	9	6205.476563	689.497375	15.6403	0.000	**
Bloque	2	214.468750	107.234375	2.4325	0.115	NS
Error	18	793.523438	44.084637	----	----	
Total	29	7213.468750	-----	----	----	

C. V. = 11.09 % **= Diferencia altamente significativa **NS**= diferencia estadística no significativa

El coeficiente de variación fue de 11.09%, por lo tanto, se puede inferir que la investigación se realizó de forma adecuada y que representan valores aceptables a nivel de campo.

Se puede apreciar que existió diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, se hizo la prueba de Tukey a un nivel de confiabilidad =0.05 para determinar el tratamiento que mostró diferencia estadística significativa en cuanto a tipos de reguladores se refiere, los resultados se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable longitud de lámina foliar en la evaluación de reguladores del crecimiento en el cultivo de xate, Colomba Costa Cuca.

TRATAMIENTO	Media	Grupo estadístico
3	19.00	A
1	18.66	A
7	19.66	A
9	18.33	A
8	18.00	A
2	18.00	A
5	19.00	A
6	17.33	A
4	17.33	A
10	14.33	B

Alfa =5% Tukey = 19.4353

Tal y como se aprecia en el cuadro 8, cualquiera de los tratamientos puede ser utilizado para estimular el crecimiento de la lámina foliar en el cultivo de xate. En definitiva, el uso de cualquier estimulante ayudará al crecimiento de la lámina foliar, en comparación con el testigo absoluto.

En el cuadro 9 se presenta el resultado obtenido al someter los primeros nueve tratamientos en el diseño factorial para observar la diferencia entre los factores a) Fuentes de auxina y b) dosis de auxina.

Cuadro 9. Análisis de varianza, para la variable Lamina foliar en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones en el Cultivo de xate Colomba, Quetzaltenango.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f	5%
Repeticiones	2	238.3046988	119.152344	2.4769	0.114	NS
Factor "A"	2	263.632813	107.234375	2.7402	0.093	NS
Factor "B"	2	15.414063	7.707031	0.1602	0.854	NS
Interacción	4	83.703125	20.925781	0.4350	0.783	NS
Error	16	769.687500	48.105469	-----	-----	
Total	26	1370.742188	-----	-----	-----	

C. V. = 11.66 %NS= diferencia estadística no significativa.

Como se puede observar en el cuadro anterior, no existe diferencia significativa entre los factores a) fuentes de auxina y b) dosis de auxina, ni en la interacción de los factores. Pero se demostró que cualquiera de estos influye positivamente en el crecimiento de la lámina foliar, esto debido a que los estimulantes son fuentes de auxina, siendo éste compuesto promotor de la división y elongación celular.

7.2 DÍAS A COSECHA

Con relación a los días a la cosecha, se determinó que para todos los tratamientos la misma finalizó a los 64 días después de aplicados los tratamientos. Esto se debió a la planificación de la finca con relación a los pedidos, según calendario de entrega de producto, por lo tanto, no se presentó diferencia en los tratamientos.

7.3 LONGITUD DEL PECIOLO

Se determinó la longitud del peciolo de las láminas foliares del cultivo de xate, con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza para determinar si existió diferencia estadística entre los tratamientos. Los resultados se describen en los cuadros 10 y 13.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable longitud del peciolo en el cultivo de xate, en la evaluación de reguladores de crecimiento en diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	9	6.000000	0.666667	0.8824	0.558 NS
Bloque	2	1.066895	0.533447	0.7060	0.511 NS
Error	18	13.599854	0.755547	----	----
Total	29	20.666748	-----	----	----

C. V. = 7.66 % NS= diferencia estadística no significativa

Para la variable longitud del peciolo, no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Por lo tanto, se determinó que la longitud del peciolo no se ve favorecida en ninguno de los diferentes tratamientos. Las medias obtenidas se detallan en el cuadro 12.

Cuadro 11. Longitud del peciolo (cm), en el cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones, en Colomba, Quetzaltenango.

Tratamiento	MEDIA (Centímetros)
1) Ácido indolbutírico 0.1%	12
2) Ácido indolbutírico 0.2%	12
3) Ácido indolbutírico 0.4%	11
4) Ácido indolacético 0.1%	11
5) Ácido indolacético 0.2%	12
6) Ácido indolacético 0.4%	12
7) Extracto de algas 0.1%	11
8) Extracto de algas 0.2%	11
9) Extracto de algas 0.4%	10
10) Testigo	11

Tal y como se observa, los datos fueron similares, obteniendo medias desde 10 cm hasta valores de 12 cm de longitud de peciolo. La aplicación de estimulantes en diferentes dosis no afectó significativamente al crecimiento del peciolo.

En el cuadro 12 se presentan el análisis de varianza para un diseño factorial, con el fin de analizar la interacción entre factores a) fuentes de auxina y b) dosis de auxina.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable longitud del peciolo en el cultivo de xate en la comparación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f	5%
Repeticiones	2	0.666748	0.333374	0.4001	0.682	NS
Factor "A"	2	2.888916	1.444458	1.7334	0.207	NS
Factor "B"	2	1.555664	0.777832	0.9334	0.584	NS
Interacción	4	1.555420	0.388855	0.4666	0.761	NS
Error	16	13.333252	0.833328	-----	-----	
Total	26	20.000000		-----	-----	

C. V. = 7.24 % NS= diferencia estadística no significativa

Para la variable longitud del peciolo, no se detectó diferencia significativa entre los reguladores de crecimiento ni entre las dosis y tampoco en la interacción. Las fuentes de auxina no favorecieron el crecimiento del peciolo en el cultivo de xate. Este efecto pudo ser causado por la presencia de las auxinas en los ápices y zona radicular, induciendo la elongación en esta parte específica de la planta, a la vez se ha detectado que las auxinas influyen en el crecimiento y elongación de ciertas células e inhiben el crecimiento de otras.

7.4 NÚMERO DE HOJAS COSECHADAS

Se determinó el número de hojas cosechadas de acuerdo a las características utilizadas para determinar el momento óptimo de la cosecha, se tabularon los datos y se realizó un análisis de varianza para un diseño de bloques al azar y uno para bifactorial, a un nivel de confiabilidad del 95%, los cuales se muestran en los cuadros 13 y 14.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de hojas cosechadas en el cultivo de xate, en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f	5%
Tratamiento	9	3630.00	403.333344	0.4276	0.903	NS
Bloque	2	3420.00	1710.00000	1.8127	0.191	NS
Error	18	16980.00	943.333313	----	----	
Total	29	24030.00	-----	----	----	

C. V. = 14.41 % NS= diferencia estadística no significativa

El coeficiente de variación fue de 14.41%, lo cual significa que los datos fueron tomados de forma correcta y que la investigación se condujo de forma adecuada.

Según el análisis de varianza, no existió diferencia significancia en los tratamientos evaluados.

El cuadro 14 muestra las medias obtenidas en los tratamientos.

Cuadro 14. Número de hojas cosechadas por parcela en el cultivo de xate, en la evaluación de reguladores de crecimiento en diferentes concentraciones. Colomba, Quetzaltenango.

Tratamiento	Media (hojas/parcela)
1) Ácido indolbutírico 0.1%	210
2) Ácido indolbutírico 0.2%	210
3) Ácido indolbutírico 0.4%	210
4) Ácido indolacético 0.1%	210
5) Ácido indolacético 0.2%	220
6) Ácido indolacético 0.4%	230
7) Extracto de algas 0.1%	190
8) Extracto de algas 0.2%	210
9) Extracto de algas 0.4%	230
10) Testigo	210

Se observa que los valores obtenidos están comprendidos desde 190 hojas cosechadas por unidad experimental en promedio, utilizando extractos de algas a una concentración de 0.1 %, hasta 230 hojas cosechadas utilizando ácido indolacético al 0.4 % y extractos de algas al 0.4%. Por lo tanto, ningún regulador ni dosis favoreció la obtención de hojas cosechadas en comparación con el testigo absoluto.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el número de hojas cosechadas en el Cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f	5%
Repeticiones	2	4200.000	2100.00	2.3333	0.128	NS
Factor "A"	2	600.000	300.00	0.3333	0.725	NS
Factor "B"	2	1800.000	900.00	1.0000	0.392	NS
Interacción	4	1200.000	300.00	0.3333	0.852	NS
Error	16	14400.000	900.00	-----	-----	
Total	26	22200.000	-----	-----	-----	

C. V. = 14.89 % NS= diferencia estadística no significativa

De acuerdo al coeficiente de variación que fue de 14.89% significa que los datos fueron tomados de forma correcta y que la investigación se llevó de forma adecuada.

Según los análisis estadísticos de bloques al azar y factorial ninguna de las fuentes y dosis de auxinas tuvieron efecto sobre el número de hojas cosechadas en el cultivo de xate, esto se atribuye a que la función principal de las auxinas es la división celular y elongación de los meristemas.

7.5 TASA DE CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento fue una forma de determinar la efectividad de los productos reguladores de crecimiento y las diferentes dosis a las que fueron evaluados en esta investigación.

Cuadro 16. Tasa de crecimiento, en el cultivo de xate en la evaluación de reguladores de crecimiento y diferentes concentraciones.

Tratamiento	Media (%)
1) Ácido indolbutírico 0.1%	11.030
2) Ácido indolbutírico 0.2%	10.499
3) Ácido indolbutírico 0.4%	8.555
4) Ácido indolacético 0.1%	14.681
5) Ácido indolacético 0.2%	15.777
6) Ácido indolacético 0.4%	16.727
7) Extracto de algas 0.1%	13.532
8) Extracto de algas 0.2%	14.217
9) Extracto de algas 0.4%	13.689
10) Testigo	13.816

Es importante resaltar que existió diferencia entre las medias de los tratamientos, obteniendo valores de 8.55% utilizando ácido indolbutírico al 0.4% mientras que el valor más alto fue utilizando ácido indolacético al 0.4%, obteniendo una tasa de crecimiento de 16.72%. Esto hace referencia a que hubo efecto de la auxina en la elongación de las hojas del cultivo de xate.

7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se determinó el costo en que se incurrió en cada uno de los tratamientos. Dichos costos incluyen la mano de obra para el control de malezas, la aplicación del fertilizante, el costo de los fertilizantes, además del costo del regulador y la mano de obra para la aplicación.

También se determinaron los ingresos de las dos cosechas realizadas. Estas se tomaron a partir de los datos obtenidos a nivel de campo. Por último, se determinó la rentabilidad de cada uno de los tratamientos evaluados. Los datos obtenidos se detallan en el cuadro 17. Se determinó que el uso de ácido indolacético al 0.1% y extracto de algas marinas al 0.4% presentan una mayor rentabilidad en comparación con los demás tratamientos y con el testigo absoluto.

Cuadro 17. Resumen de costos (Q), ingresos (Q) y rentabilidad de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Costos/ha (Q.)					Costos totales (Q)	Ingresos /ha		Ingresos totales	Rentabilidad (%)
	Control de malezas	Aplicación de fertilización	Fertilizante	Producto de hormonas	Aplicación hormonas		1ra cosecha	2da cosecha		
AIA 0.1	240	60	2400	250	510	3460	2,424.49	2,314.29	4738.77	36.95
AIA 0.2	240	60	2400	500	510	3710	2,204.08	2,314.29	4518.36	21.76
AIA 0.4	240	60	2400	1000	510	4210	2,700.00	2,835.00	5535	31.47
AIB 0.1	240	60	2400	180	510	3390	2,093.88	2,314.29	4408.16	30.03
AIB 0.2	240	60	2400	360	510	3570	1,983.67	2,424.49	4408.16	23.47
AIB 0.4	240	60	2400	720	510	3930	2,204.08	2,534.69	4738.77	20.57
EXT 0.1	240	60	2400	38	510	3248	2,204.08	2,093.88	4297.95	32.32
EXT 0.2	240	60	2400	76	510	3286	2,076.92	2,180.77	4257.69	29.57
EXT 0.4	240	60	2400	152	510	3362	2,314.29	2,258.18	4572.46	36.00
Testigo	240	60	2400	0	0	2700	1,408.70	1,643.48	3052.17	13.04

Estadísticamente todos los tratamientos de aplicación de fuentes de auxinas fueron iguales, por lo tanto se recomienda la aplicación de ácido indolacético a una dosis de 0.1% y extracto de algas a una dosis de 0.4%, debido a que presentaron mayor rentabilidad en comparación con el testigo absoluto.

VIII. CONCLUSIONES

- La longitud de lámina foliar fue afectada significativamente por los tratamientos de hormonas aplicados. En todos los casos fue mayor, comparada con el testigo absoluto.
- No existió diferencia estadística en cuanto a la longitud del peciolo y número de hojas cosechadas en las hojas de xate, por lo tanto los reguladores de crecimiento no crean un efecto positivo en dichas variables.
- Las dosis y fuentes de auxina evaluadas afectaron diferencialmente la tasa de crecimiento. El valor mayor correspondió a la aplicación de ácido indolacético al 0.4% y el valor menor a ácido indolbutírico al 0.4%
- Se pudo determinar que los tratamiento ácido indolacético a una dosis de 0.1% y extracto de algas marinas al 0.4% presentan una mayor rentabilidad en comparación con el testigo (36.95% y 36.00 % vs 13.04%).

IX. RECOMENDACIONES

- Aplicar ácido indolacético a una concentración de 0.1% y como segunda opción extracto de algas marinas al 0.4%, debido a que según la rentabilidad, representan la mejor opción. En relación al testigo si hubo diferencia significativa para mejorar la producción de xate bajo las condiciones de la finca San Francisco, Colomba, Quetzaltenango.
- Evaluar otras fuentes y dosis de auxina o reguladores de crecimiento en el cultivo de xate.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acleto, C. (1998). Introducción a las algas. Ed. Escuela Nueva Lima. 383 pp.
- Banco de Guatemala. (2006). Información Economía. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt>
- Biostar. (2006). Bioactive (extracto de algas marinas). BioStar México S. de R.L. de C.V. (En red). Disponible en: <http://www.biostarmexico.com.mx/productos.html>
- Calderón, C. (2001). Degradación de las Poblaciones Naturales de Xate en el Parque Nacional Sierra de Lacandón. Una disertación técnica no publicada. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA.
- Camargo B, I; Bernal, J. y Montero, G. (2006). Evaluación de la eficiencia biológica del enraizador Radix 35% TB (ácido indol 3 butírico), para inducción de la formación de raíces en el cultivo de arroz. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 8 p.
- Canales, L.B. (1998). Ingeniero Agrónomo, Investigador de PalauBioquím., S.A. de C.V. Primer Simposium Internacional y Reunión Nacional de Lombricultura y Abonos Orgánico. Sede: CP y UACH 18 al 20 de Octubre de 1999. Texcoco, Edo. de México.
- Chang, C. (2003). Efecto del ácido 2,4 diclorofenoxiacético, (2,4-D), sobre la formación del callo y germinación in vitro de Xate macho o jade *Chamaedorea oblongata* (Cronquist), a partir de embriones cigóticos. Tesis. Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Comisión Nacional para el Medio Ambiente. (CONAMA). (1999). Usando los Recursos Genéticos "Un Acercamiento al Acceso y Tecnología". Estrategia Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad –Guatemala-. Guatemala: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2002). Xate (*Chamaedorea sp*): Situación del Sistema de Recolección y Exportación y Recomendaciones para un Plan de Trabajo. Insumo para una Política de Recursos Forestales no Maderables en Áreas Protegidas. Proyecto Fortalecimiento Institucional en Políticas Ambientales –FIPA-, Guatemala.
- Cronquist, A. (1988). The evolution and classification of flowering plant. (Evolución y Clasificación de Plantas con Flores). 2ª. ed. Ed. NYBG New York, U.S.A.

- Heinzman, R. y Reining, C. (1988). Desarrollo Rural Sostenido “Reservas Forestales de Extracción en el Norte del Petén en Guatemala” (Traducción E. Bronson) Guatemala, Guatemala: AID. 77p.
- Holdridge, L.R. (1985). Mapa de Zonas de Vida para Guatemala. Según las formaciones vegetales y parámetros bioclimáticos. 1ra. ed. Instituto Geográfico
- IICA. (1987). Memoria: curso de tejido vegetal (2, 1987, Turrialba, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica. 124 p.
- Lucas, E.A. (1997). Auxinas (en línea). España. Consultado 27 de agosto 2010. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>
- Martínez, O. (2005). Efecto de los extractos de algas marinas en la calidad y rendimiento en el cultivo del Plátano *Musa paradisiaca* para exportación, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Militar. Esc. 1:600000. 4h.
- Montaldi, E.R. (1995). Principios de fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina, Ediciones Sur. 175 p.
- Quevedo, J. (2004). Propuesta de manejo para la producción-extracción de los xates *Chamadorea elegans* Martius, *C. oblongata* Martius, *C. ernesti-augustii* Wendl en la zona de usos especiales del parque nacional Yaxhá-Nakúm-Naranjo, Peten, Guatemala. Tesis Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ray, P.M. (1964). La planta viviente. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, Continental. 272 p.
- Rodríguez, R; Castillo, Y. y Prieto, Y. (2006). Fisiología vegetal (en línea). La Habana, Cuba, Universidad de La Habana, Facultad de Biología. Consultado 27 agosto 2010. Disponible en: <http://72.14.253.104/search?q=cache:r8UpPaJ9aF8J:fbio.uh.cu/webfv/articulos/auxinas.pps+MECANISMOS+DE+ACCION%2BACIDO+INDOL+BUTIRICO&hl=es&ct=clnk&cd=6&gl=gt>
- Rojas, M. y Rovalomerino, M. (1979). Fisiología vegetal. 2 ed. Monterrey, México, McGraw-Hill. 230 p.
- Senn, T.L. (1987). Seaweed and plantgrowth. Traducido al Español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA

Simmons, C.S.; Tarano, J.M., y Pinto, J.H. (1959). Clasificación de reconocimientos de los suelos de Guatemala. Trad. Por Tirado, S.P Guatemala.

Small, W.L. y Green E.R. (1968). Biología. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, 22^a ed.

Standley, P. y Steyemark, J. (1958). The Flora of Guatemala. Fieldiana; Vol.24. Field Museu.

XI. ANEXOS

Longitud Lámina Foliar	TRATAMIENTO	Hojas 1		Hojas 2	
		Fecha 12/01/2011	Fecha 13/02/2011	Fecha 05/02/2011	07/04/2011
		Medición Inicial	Medición Final	Medición Inicial	Medición Final
Repetición I	Testigo	12.5	17.6	1	27.8
	AIB 4	14.3	21	1.4	25.5
	AIA 4	11.3	16.1	1.6	20.3
	AIA2	15.7	19.6	1	24.1
	AIB2	12.9	16.7	1.4	24.5
	AIA 1	12.4	17.5	2	25.1
	EXT 1	14.4	17.4	1	26
	EXT 2	12.5	18	1	26
	EXT 4	10.2	15.4	1.4	25.7
	AIB 1	14.5	18.1	1.1	25.4
	Promedio	13.07	17.74	1.29	25.04
Repetición II	AIB 1	14.3	20.6	1.6	27.3
	EXT 4	13.3	17.6	1	26.6
	AIB 2	14.4	18.6	1.5	25.3
	Testigo	14.8	17.9	2	25.7
	AIA 1	14.4	18.2	1.4	17
	AIA 2	15.5	19	1.4	27.1
	EXT 1	13.2	18.1	1	27.3
	AIA 4	15	20.3	1	28.3
	AIB 4	12.1	16.6	1	28.3
	EXT 2	11.2	16.4	1.1	25.6
Promedio	13.82	18.33	1.3	25.85	
Repetición III	EXT 1	15.4	19.6	1.4	26.3
	AIA 4	16.3	17.1	1.5	26.4
	EXT 4	13.6	17.1	2	25.8
	AIB 1	13.2	18.8	1	28
	AIA 2	10.6	15.6	1	24.7
	AIB 4	16.3	19.6	1	27.7
	TESTIGO	14.2	17.2	1	25.9
	EXT 2	13.8	17.8	1	25.8
	AIB 2	16	19.1	1.4	25.5
	AIA 1	15.3	18.8	1	28.4
Promedio	14.47	18.07	1.23	26.45	

	Días a cosecha	Primer Cosecha			Segunda Cosecha		
		TRATAMIENTO	Fecha lectura Inicial	Cosecha	Total días	Fecha lectura Inicial	Cosecha
Repetición I	Testigo	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
Repetición II	AIB 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	Testigo	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
Repetición III	EXT 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 1	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIA 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 4	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	TESTIGO	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	EXT 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64
	AIB 2	12/01/2011	07/02/2011	26	05/02/2011	09/04/2011	64

Longitud del peciolo	TRATAMIENTO	Cosecha I	Cosecha II
Repetición I	Testigo	4	4.1
	AIB 4	4.5	4.2
	AIA 4	4.2	4.2
	AIA2	4.8	5
	AIB2	4.1	4.3
	AIA 1	4.2	4.6
	EXT 1	4	4.4
	EXT 2	4.1	4.4
	EXT 4	4	4
	AIB 1	4.5	4.6
	Promedio	4.24	4.38
Repetición II	AIB 1	4.1	4.1
	EXT 4	4.2	4.2
	AIB 2	4.5	4.6
	Testigo	4	4.1
	AIA 1	4.5	4.4
	AIA 2	4.8	4.6
	EXT 1	4.6	4.6
	AIA 4	4.4	4.6
	AIB 4	4.5	4.5
	EXT 2	4.2	4
	Promedio	4.38	4.37
Repetición III	EXT 1	4.3	4.4
	AIA 4	4.3	4.6
	EXT 4	4.3	4
	AIB 1	4.3	5
	AIA 2	4.3	4.5
	AIB 4	4.7	4.6
	TESTIGO	4.3	4.8
	EXT 2	4.7	4.6
	AIB 2	4.3	4.8
	AIA 1	4.7	4.5
	Promedio	4.4	

		Primer Cosecha 05/02/2011		Segunda Cosecha 07/04/2011	
	TRATAMIENTO	No. hojas cosechadas promedio en 10 plantas seleccionadas por tratamiento	Total hojas cosechadas por unidad experimental de 300 plantas	No. hojas cosechadas promedio en 10 plantas seleccionadas por tratamiento	Total hojas cosechadas por unidad experimental de 300 plantas
Repetición I	Testigo	6	180	8	240
	AIB 4	7	210	6	180
	AIA 4	8	240	8	240
	AIA2	6	180	8	240
	AIB2	7	210	8	240
	AIA 1	7	210	6	180
	EXT 1	7	210	5	150
	EXT 2	6	180	6	180
	EXT 4	7	210	9	270
	AIB 1	8	240	7	210
	promedio	7	207	7	213
Repetición II	AIB 1	7	210	6	180
	EXT 4	6	180	6	180
	AIB 2	6	180	6	180
	Testigo	5	150	5	150
	AIA 1	5	150	7	210
	AIA 2	6	180	6	180
	EXT 1	7	210	7	210
	AIA 4	6	180	8	240
	AIB 4	7	210	7	210
	EXT 2	6	180	7	210
promedio	6	183	7	195	
Repetición III	EXT 1	6	180	7	210
	AIA 4	6	180	7	210
	EXT 4	8	240	8	240
	AIB 1	7	210	8	240
	AIA 2	6	180	8	240
	AIB 4	6	180	8	240
	TESTIGO	7	210	8	240
	EXT 2	8	240	8	240
	AIB 2	7	210	7	210
	AIA 1	7	210	8	240
promedio	7	204	8	231	

Hojas aprovechables	TRATAMIENTO	Primer Cosecha			
		No hojas cosechadas promedio en 10 plantas seleccionadas por tratamiento	No aprovechables No. De hojas no aptas para la exportación por unidad experimental	Total hojas no aprovechables en 300 plantas	Tota hojas aprovechables en 300 plantas
Repetición I	Testigo	5	5	150	180
	AIB 4	5	5	150	210
	AIA 4	8	2	60	240
	AIA2	5	5	150	180
	AIB2	6	4	120	210
	AIA 1	7	3	90	210
	EXT 1	6	4	120	210
	EXT 2	6	4	120	180
	EXT 4	7	3	90	210
	AIB 1	7	3	90	240
	promedio	6	4	114	207
Repetición II	AIB 1	6	4	120	210
	EXT 4	6	4	120	180
	AIB 2	5	5	150	180
	Testigo	5	5	150	150
	AIA 1	5	5	150	150
	AIA 2	6	4	120	180
	EXT 1	6	4	120	210
	AIA 4	5	5	150	180
	AIB 4	6	4	120	210
	EXT 2	5	5	150	180
promedio	6	5	135	183	
Repetición III	EXT 1	6	4	120	180
	AIA 4	4	6	180	180
	EXT 4	8	2	60	240
	AIB 1	7	3	90	210
	AIA 2	6	4	120	180
	AIB 4	6	4	120	180
	TESTIGO	6	4	120	210
	EXT 2	5	5	150	240
	AIB 2	5	5	150	210
	AIA 1	7	3	90	210
promedio	6	4	120	204	

Hojas aprovechables	TRATAMIENTO	Segunda Cosecha			
		No hojas cosechadas promedio en 10 plantas seleccionadas por tratamiento	No aprovechables No. De hojas no aptas para la exportación por unidad experimental	Total hojas no aprovechables en 300 plantas	Total hojas aprovechables en 300 plantas
Repetición I	Testigo	7	3	90	210
	AIB 4	5	5	150	150
	AIA 4	6	4	120	180
	AIA2	8	2	60	240
	AIB2	6	4	120	180
	AIA 1	6	4	120	180
	EXT 1	4	6	180	120
	EXT 2	6	4	120	180
	EXT 4	8	2	60	240
	AIB 1	6	4	120	180
	promedio	6	4	114	186
Repetición II	AIB 1	5	5	150	150
	EXT 4	6	4	120	180
	AIB 2	6	4	120	180
	Testigo	5	5	150	150
	AIA 1	6	4	120	180
	AIA 2	6	4	120	180
	EXT 1	7	3	90	210
	AIA 4	6	4	120	180
	AIB 4	7	3	90	210
	EXT 2	6	4	120	180
	promedio	6	4	120	180
Repetición III	EXT 1	6	4	120	180
	AIA 4	7	3	90	210
	EXT 4	5	5	150	150
	AIB 1	8	2	60	240
	AIA 2	5	5	150	150
	AIB 4	7	3	90	210
	TESTIGO	6	4	120	180
	EXT 2	8	2	60	240
	AIB 2	6	4	120	180
	AIA 1	8	2	60	240
	promedio	7	3	102	198

