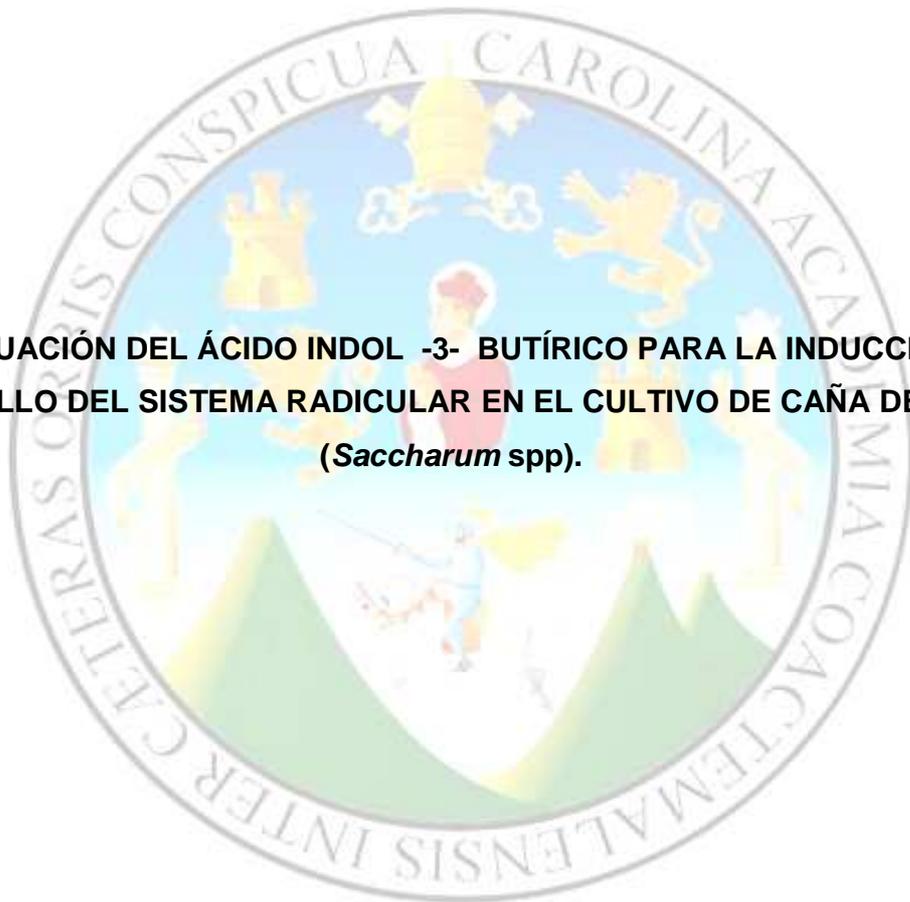


**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS -IIA-**

**EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL -3- BUTÍRICO PARA LA INDUCCIÓN Y
DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum* spp).**



WALTER GIOVANNI LOPEZ LOPEZ

GUATEMALA, MARZO DEL 2010

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS -IIA-**

**EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL -3- BUTÍRICO PARA LA INDUCCIÓN Y
DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*).**

TESIS

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

POR

WALTER GIOVANNI LOPEZ LOPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, MARZO DEL 2010

UNIVERSISDA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**RECTOR MAGNÍFICO****LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr.	FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ
VOCAL I	Ing. Agr.	WALDERMAR NUFIO REYES
VOCAL II	Ing. Agr.	WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL II	Ing. Agr.	OSCAR RENE LEIVA RUANO
VOCAL IV	Per. For.	AXEL ESAU CUMA
VOCAL V	Per. Contador.	CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZALES
SECRETARIO	Ing. Agr.	EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, marzo del 2010

Guatemala, marzo del 2010

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

Distinguidos 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 tesis titulado:

**EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL -3- BUTÍRICO PARA LA INDUCCIÓN Y
DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*).**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

WALTER GIOVANNI LOPEZ LOPEZ

ACTO QUE DIDICO

A:

DIOS: Fuente eterna de sabiduría que me ha dado la vida, la paciencia y las herramientas para que cumpla otro de mis objetivos.

MIS PADRES: Rodrigo Salomón López Carreto y Anita López Hernández. Como muestra de agradecimiento, que este triunfo sea de recompensa a los múltiples esfuerzos y sacrificios. Gracias por su presencia.

FELIZ CUMPLEAÑOS PAPÁ

MIS HERMANOS: Juan Nolberto [†], Crista Yolanda, Alicia Bliandina, Miguel Ángel, Joel Rodrigo, Samuel, Dorcas, Wilfrido David y Ada Rosmery.

Gracias por el apoyo incondicional a lo largo de la culminación de la carrera, con especial cariño para cada uno de ustedes.

MI HIJO: Edwin Josué. Tú eres la bendición de Dios para mí Vida. Con especial afecto.

MIS SOBRINOS: Con aprecio y agradecimiento.

MIS AMIGOS: Nery [†] y Jaime Paz, Denis y Cristian Altún, Juan José Lainfiesta, Jorge Mario Rivera, Hugo Leonel Solares, Danilo Duarte, Jaime Barillas, Marvin Estuardo Vásquez Posada, Ronald Páez Medina, José Rodolfo De Paz Méndez, Julio Cesar Turcios, Renato Folgar, Jorge Luis Gómez, José Bernardo Castillo, Álvaro Aceituno, Walberto Ramos, Arely y Eddy Chan, Ing. Agr. Carlos Godínez, Ing. Agr. Francisco Fajardo, Edgar Mayorga, José Luis López.

Por ser parte importante en mi proceso de formación, por las experiencias, los logros, recuerdos y por el apoyo sincero e incondicional en todo el trayecto de mi formación, DIOS los bendiga.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

ESCUELA NACIONAL RURAL MIXTA ALDEA EL SOMBRITO BAJO, NUEVO PROGRESO Y LA ESCUELA NACIONAL URBANA MIXTA CENTRO AMERICA, NUEVO PROGRSO, SAN MARCOS

INSTITUTO NACIONAL NORMAL MIXTO "RAFAEL AQUECHE", GUATEMALA, GUATEMALA.

INSTITUTO NACIONAL NORMAL CENTRAL PARA VARONES, GUATEMALA, GUATEMALA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA,

FINCA SABANA GRANDE EL RODEO ESCUINTLA

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a las personas que colaboraron de alguna y u otra manera, en el desarrollo de la presente investigación.

MI ASESOR

Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE

Ing. Agr. MARVIN ROBERTO SALGUERO BARAHONA

Ing. Agr. ELADIO SIQUINAJAY.

Por el apoyo y paciencia en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (E.P.S.A).

Ing. Agr. DAVID GUZMAN

Ing. Agr. GERSON DE LEON

Ing. Agr. EZEQUIEL LÓPEZ

Por su acertada asesoría y consejos en el área de estadística.

Sr. FRANCISCO ESQUEQUE (administrador finca Sabana Grande)

Por su amistad y apoyo brindada durante la realización de la presente investigación y del Ejercicio Profesional Supervisado.

FINCA SABANA GRANDE

Por el apoyo brindado en la ejecución del E.P.S.A. y de la presente investigación.

CONTENIDO GENERAL

INDICE	PÁGINA
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
4. MARCO TEORICO	4
4.1 Marco conceptual.....	4
4.1.1 Clasificación botánica	4
4.1.2 Morfología y fisiología de la caña de azúcar.....	5
4.1.3. Sistema radical	5
A. Raíces de la estaca original o primordiales:	5
B. Raíces permanentes:.....	5
4.1.4. Tallo.....	7
A. Nudo	8
B. Entrenudo	8
4.1.5. Hoja:	10
4.1.6. Flor.....	11
4.2. Fisiología de la caña de azúcar	12
4.2.1 Fotosíntesis	12
4.3 Características generales del sistema radicular.....	13
4.3.1 Importancia de la raíz	14
4.3.2 Crecimiento de la raíz.....	14
4.4 Regulación hormonal del crecimiento	15
4.4.1 Clasificación de las hormonas	15
4.4.2. Auxinas.....	16
4.4.2.1. Función de las auxinas en la formación de las raíces.....	16
4.4.2.2. Utilización de las auxinas para estimular el enraizamiento	17
4.4.3. Formación natural	17
4.4.4. Biosíntesis.....	17
4.4.5. Sitios de síntesis	17
4.4.6. Fisiología.....	18
A. Propiedades fisiológicas	19
B. Efectos positivos.....	19
4.4.7. Auxinas sintéticas	20
4.4.7.1 Compuestos indolicos	20
4.4.7.2 Ácidos fenoxiacéticos y derivados	20
4.4.7.3. Mecanismos de acción.....	20
4.4.8. Auxinas conjugadas	20
A. Modo de acción	21
B. Aplicaciones en la Agricultura.....	21
4.4.8.1 Características del producto	21

A.	Identificación del ingrediente activo	21
B.	Componentes inertes	22
C.	Características físicas.....	22
D.	Peligro de fuego y explosión	22
E.	Toxicidad del Ingrediente Activo	22
4.4.9.	Estudio realizados por otros autores.....	23
5.	MARCO REFERENCIAL.....	25
5.1	Descripción de las zonas cañeras	25
5.2	Característica de los suelos	25
5.3	Localización del experimento.....	26
5.3.1	Generalidades de la finca sabana grande.....	26
5.3.2.	Antecedentes de la finca.....	26
5.3.3	Ubicación geográfica, límites y vías de acceso	26
5.3.4	Relieve y fisiografía	27
5.3.4	Clima y zonas de vida.....	28
5.3.5	Geología y suelos	28
5.3.6	Hidrografía.....	28
A.	Manantiales	28
B.	Ríos	30
5.3.7	Transpiración potencial.....	30
6.	OBJETIVOS.....	31
6.1	Objetivo general.....	31
6.2	Objetivos específicos	31
7.	HIPOTESIS.....	32
8.	METODOLOGÍA	33
8.1	Metodología experimental	33
8.1.1	Factores de estudio	33
A.	Épocas de aplicación	33
B.	Concentraciones.....	33
8.1.2	Diseño experimental	33
8.1.3	Modelo estadístico.....	35
8.1.4	Distribución entre unidades experimentales y entre bloques.....	35
8.1.5	Características de la unidad experimental	36
8.1.6	Parcela bruta	36
8.1.7	Parcela neta.....	36
8.1.8	Manejo del experimento.....	36
A.	Desbasurado y requema.....	36
B.	Aplicación del ácido indol -3- butírico (radix 35 % TB).....	36
8.1.9	Variables medidas	37
A.	Peso húmedo y peso seco follaje (gr).....	37
B.	Peso húmedo y peso seco tallo (gr)	37
C.	Peso húmedo y peso seco raíz (gr)	38
D.	Altura del tallo (m).....	38
E.	Diámetro de tallos (cm).....	38
F.	Número de tallos por yema.....	38

9.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
9.1	Peso húmedo de tallos (gr).....	39
9.2	Peso húmedo de follaje (gr).....	39
9.3	Peso Húmedo de raíz (gr).....	41
9.4	Peso seco de tallo (gr).	42
9.5	Peso seco de follaje (gr).	43
9.6	Peso seco de raíz (gr).....	45
9.7	Diámetro de tallo (cm).....	46
9.8	Altura de la planta (m).....	47
9.9.	Número de tallos por yema.....	47
10.	CONCLUSIONES	49
11.	RECOMENDACIONES	51
12.	BIBLIOGRAFÍA	52
13.	APENDICE.....	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo de 2001.	29
Cuadro 2.	Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande.	30
Cuadro 3.	Distribución de tratamientos	34
Cuadro 4.	Análisis de varianza para el peso húmedo de tallos (gr).....	39
Cuadro 5.	Análisis de varianza para el peso húmedo de follaje (gr).....	40
Cuadro 6.	Prueba de Tukey para peso húmedo de follaje (gr).....	40
Cuadro 7.	Análisis de varianza para el peso húmedo de raíz (gr).	41
Cuadro 8.	Prueba de Tukey para peso húmedo de raíz (gr).	41
Cuadro 9.	Análisis de varianza para el peso seco de tallos (gr).	42
Cuadro 10.	Prueba de Tukey para peso seco de tallos (gr).	43
Cuadro 11.	Análisis de varianza para el peso seco de follaje (gr).....	44
Cuadro 12.	Prueba de Tukey para peso seco de follaje (gr).	44
Cuadro 13.	Análisis de varianza para el peso seco de raíz (gr).	45
Cuadro 14.	Prueba de Tukey para peso seco de raíz (gr).....	45
Cuadro 15.	Análisis de varianza para el diámetro de tallos (cm).....	46
Cuadro 16.	Análisis de varianza para la altura de plantas (m).	47
Cuadro 17.	Análisis de varianza para el número de tallos por yema.....	48
Cuadro 18.	Prueba de Tukey para el número de tallo por yema.	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Brotes proveniente de una yema germinada de caña de azúcar mostrando las raíces del brote y del esqueje.....	6
Figura 2.	Distribución de las raíces en caña de azúcar.....	6
Figura 3.	Diferenciación de los tallos en caña de azúcar.....	7
Figura 4.	Partes principales del tallo de la caña de azúcar.....	9
Figura 5.	Tipos de nudos y entrenudos de la caña de azúcar.....	9
Figura 6.	A) Localización de los puntos de crecimiento en el tallo de caña de azúcar y B) partes que lo conforma.....	10
Figura 7.	Partes estructurales de la hoja en caña de azúcar.....	11
Figura 9.	Fluctuación de la tasa de fotosíntesis con la edad del cultivo en caña de azúcar.....	13
Figura 10.	Clasificación de las hormonas.....	15
Figura 11.	Estructura química del ácido Indol 3 butírico.....	22
Figura 12.	Croquis de la ubicación de Finca Sabana Grande y vía principal de acceso.....	27

**EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL -3- BUTÍRICO PARA LA INDUCCIÓN Y
DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*).**

**EVALUATION OF INDOL -3- BUTIRIC ACID FOR THE INDUCTION AND DEVELOPMENT
OF ROOT SYSTEM IN SUCAR CANE (*Saccharum spp*) CULTIVATION**

RESUMEN

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 caña de azúcar (*Saccharum spp*), 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. Hoy en día se utilizan los denominados reguladores de crecimiento vegetal, se utilizan en control de malezas, amarre y desarrollo de los frutos, el manejo de cosecha, propagación vegetativa de plantas.

La formulación de productos promotores del enraizado se basa en uso de una sustancia el cual la constituye el ácido Indol -3- Butírico, como la auxina que ha demostrado durante la historia que es la más efectiva y segura para la inducción de la formación de raíces en los procesos de propagación de las diversas especies vegetales. El Ácido Indol -3- Butírico (AIB) es la auxina sintética que se aproxima a la estructura y propiedades químico-biológicas a su contraparte natural que es el Ácido Indol -3-Acético (AIA) ya que es la auxina natural que regula los procesos de crecimiento de raíces en las plantas. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un ensayo experimental, para comprobar la eficiencia del Ácido Indol -3- Butírico, ingrediente activo del producto comercial Radix 35 % TB para la inducción del crecimiento y mejor desarrollo radicular en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*). El producto comercial Radix 35 % TB, está formulado a partir del ingrediente activo del Ácido Indol -3- Butírico presentándose en tabletas solubles en agua, debido que este producto es especialmente apropiado para la aplicación del Ácido Indol -3- Butírico en el proceso de la formación de raíces en la planta de caña de azúcar y además por los beneficios que este producto aporta.

El estudio tuvo como objetivo, evaluar la eficiencia biológica del ácido Indol - 3- Butírico (Radix 35 % TB) para la inducción y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de caña de azúcar, el ensayo se realizó en la Finca Sabana Grande, el Rodeo, en el departamento de Escuintla, teniendo como factores de estudio la época de aplicación y concentraciones del Ácido Indol -3- Butírico, donde se evaluaron cuatro tratamientos, siendo estos 0 ppm, 30 ppm, 60 ppm y 90 ppm en dos épocas de aplicación de 15 y 30 días después del corte.

Teniendo como variables de respuesta: Peso húmedo y seco de follaje, Peso húmedo y seco de tallo, Peso húmedo y seco de raíz, Altura de las plantas, Diámetro de tallos. Se utilizó el diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas y tres repeticiones, con tres concentraciones de ácido Indol -3- Butírico más y un testigo absoluto. Además se efectuó el respectivo análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables en estudio, obteniendo los resultados en las mediciones de las variables de respuestas evaluadas.

Para la época de aplicación del Ácido Indol – 3 – Butírico dentro de los primeros 30 días después del corte no influyen directamente en la producción de biomasa, el periodo de aplicación no influyó en los resultados obtenidos. Para la variable peso húmedo de follaje con la dosis del Ácido Indol -3 – Butírico de 90 partes por millón aplicada en la planta de caña de azúcar, se obtuvo un peso húmedo de 1233.99 gramos a los 75 días después de la aplicación. La dosis evaluada en la planta de caña de azúcar de 60 partes por millón del Ácido Indol -3- Butírico, es quien presenta la mejor producción en peso seco de tallos, alcanzando un peso de 797.83 gramos. Con la dosis aplicada del Ácido Indol -3 – Butírico de 90 partes por millón en la planta de caña de azúcar se obtuvo un peso seco de follaje de 508.22 gramos a los 75 días después de la aplicación. La dosis evaluada de Ácido Indol -3 – Butírico de 90 partes por millón fue la que influyó en la biomasa de raíz, alcanzando un peso de 115.74 gramos. Para las variables evaluadas diámetro y altura de las plantas no varía significativamente en ninguno de los tratamientos evaluados, por tanto la época de aplicación, ni la dosis de Ácido Indol -3- Butírico influyen en las dos variables evaluadas en la planta de caña de azúcar.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala la mayor extensión de área cultivada con el cultivo de caña de azúcar, se localiza en la planicie costera del Océano Pacífico, con alrededor de 200 mil hectáreas, lo cual lo convierte en el cultivo más importante en los últimos años en la generación de empleos y divisas para el país (3). Según Boesche (3), el sector azucarero genera de forma directa e indirectamente, un total de 300 mil empleos al año. De éstos, 33 mil son cortadores de caña que laboran en el período que dura la zafra. Además para el año 2004-2005 las ventas significaron para el país US\$497.5 millones y para el 2006-2007, US\$511 millones.

El incremento de las áreas de cultivo y renovación de las ya establecidas con lleva la utilización de metodologías y técnicas definidas en búsqueda de mejorar la eficiencia en la producción sin sacrificar la calidad del cultivo, el cual se puede lograr a través del uso de productos agroquímicos que contribuyan al mejor desarrollo de la planta. Cuando se habla de mejorar la producción de un cultivo, en la mayoría de ocasiones se piensa en mejorar las labores culturales, tales como poda, sistema de conducción, mejorar el aprovechamiento de luz para estimular una buena fotosíntesis y, en consecuencia, la asimilación de nutrientes. Sin embargo, muy pocas veces se piensa en el sistema radicular y la importancia que éste tiene en la producción final de la planta. Muchas veces la causa de una baja producción se debe a problemas en el sistema radicular, tales como mal arraigamiento, un sistema dañado por hongos o bacterias, pudriciones por exceso de riego o por suelos mal drenados, presencia de nematodos en el suelo, o una baja rizogénesis en el sistema. El uso de reguladores de crecimiento vegetal se ha utilizado ampliamente en el cultivo de caña de azúcar, ya que se puede estimular a las plantas para producir de una forma rápida el sistema radicular así como el crecimiento y desarrollo vegetativo.

A través de la presente investigación se evaluó el efecto de la aplicación del RADIX 35% TB, que es un promotor del enraizado, el cual se basa en el uso de una sola sustancia: el ácido Indol-3-Butírico, una auxina que ha demostrado a través del tiempo ser la más efectiva y segura para la inducción de la formación de raíces en los procesos de propagación de las diversas especies vegetales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala el cultivo de caña ocupa uno de los primeros lugares en la generación de divisas, así como la generación de empleo para gran cantidad de guatemaltecos.

El cultivo de caña de azúcar 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.

En innumerables ocasiones la baja producción se debe a problemas en el sistema radicular, tales como mal arraigamiento, un sistema dañado por hongos o bacterias, pudriciones por exceso de riego o por suelos mal drenados, presencia de nematodos en el suelo, o una baja rizogénesis en el sistema.

Además de los factores mencionados, la planta de caña de azúcar en sus primeros días de vida no tiene la capacidad de fotosintetizar, es decir, la joven planta vive a expensas de las reservas presentes en el trozo de semilla y usa parcialmente el agua y los nutrientes suministrados por las primeras raíces. Las raíces empiezan a emerger de la base del tallo a los 5 -15 días y son gruesas y carnosas y se desarrollan hasta formar el principal sistema radicular de la planta a los 30 – 60 días

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de caña de azúcar en los últimos años ha adquirido un valor económico, lo cual lo hace con mayor atractivo comercial, por lo cual dicho cultivo requiere de una explotación agrícola, que se caracteriza en la búsqueda de la eficiencia en la producción sin sacrificar la calidad.

Debido que actualmente la agroindustria azucarera de Guatemala, es el sector más importante para la generación de divisas para el país con lleva a la utilización de técnicas definidas en busca de mejorar la eficiencia en la producción sin sacrificar la calidad del cultivo el cual se puede lograr a través del uso de productos químicos que contribuyan al mejor desarrollo de la planta.

Además cuando se habla de mejorar la producción de un cultivo, en muchas ocasiones solo se piensa en mejorar las labores culturales, tales como poda, sistema de conducción, mejorar el aprovechamiento de luz para estimular una buena fotosíntesis y, en consecuencia, la asimilación de nutrientes. Sin embargo, muy poca veces se piensa en el sistema radicular y la importancia que éste tiene en la producción final de la planta.

El Ácido Indol -3- Butírico (Radix 35 %), con presentación en tabletas solubles en agua es especialmente apropiado para la aplicación del ácido Indol -3- Butírico en el proceso general de crecimiento y desarrollo de las raíces en la planta de caña de azúcar y además por los beneficios que este producto aporta, para obtener los mejores beneficios, la planta requiere desde el principio de su desarrollo una estimulación para la formación de raíces, dicho regulador de crecimiento es más efectivo cuando se aplica de forma artificial.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Clasificación botánica

Reino	Plantae
Sub-reino	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Sub - clase:	Commelinidae.
Orden :	Ciperales
Familia:	Poaceae
Sub-familia	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Saccharum
Especie:	S. officinarum L. (9)

La caña de azúcar pertenece a la familia **Poaceae** y al género **Saccharum**, dentro de este género existen seis especies, dos silvestres y cuatro cultivadas. Las especies silvestres son *S. robustum* y *S. spontaneum*, las especies cultivadas son *S. sinense*, *S. barberi*, *S. edule* y *S. officinarum*. Según Sánchez (25).

De acuerdo a Sánchez (25). Tiene como ancestros a *S. spontaneum*, *Miscanthus* y *Erianthus arundinaceus*; se acepta, también, como vía de origen la *S. robustum*, a través de la selección natural y la practicada por el hombre.

Se distingue por sus tallos gruesos, blandos y jugosos, con un amplio rango de colores que van desde el amarillo pálido a púrpura oscuro, combinaciones de estos y rayas multicolores. Muchas formas tienen alto contenido azucarero, elevada pureza en sus jugos y bajo contenido de fibra y almidón.

Existe una amplia variabilidad para muchos caracteres económicos y botánicos, incluyendo el rendimiento, el contenido de sacarosa y la resistencia a las enfermedades, pero son uniformemente pobres en su adaptabilidad al estrés ambiental. Según Sánchez (25)

4.1.2 Morfología y fisiología de la caña de azúcar

4.1.3. Sistema radical

Según Subirós (30). La planta de caña de azúcar está constituida por diferentes tipos de raíces.

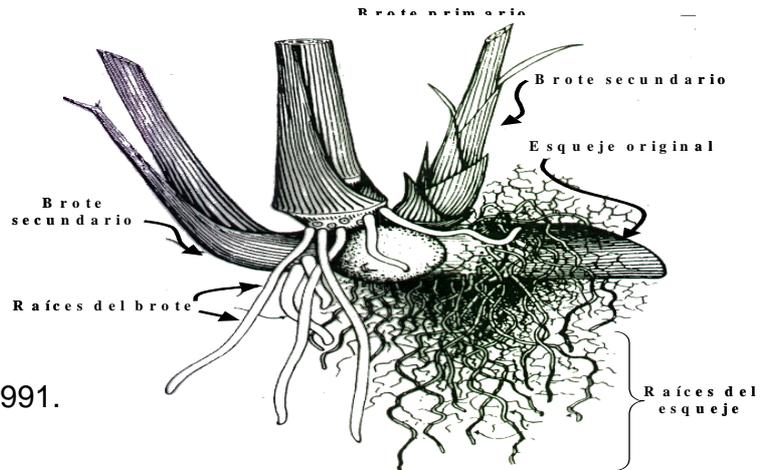
La raíz constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrimentos y de agua del suelo. Está formado por dos tipos de raíces.

A. Raíces de las estacas originales o primordiales:

Son aquellas que se originan a partir de la banda de primordios radicales, localizada en el anillo de crecimiento del esqueje o estaca original que se siembra, son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta el momento que aparecen las raíces en los nuevos brotes, lo cual ocurre entre los 2 y 3 meses de edad. (30).

B. Raíces permanentes:

Son aquellas que brotan de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes, son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. La cantidad, la longitud y la edad de las raíces permanentes dependen de la variedad, tipo de suelo, humedad y temperatura del mismo. (1)

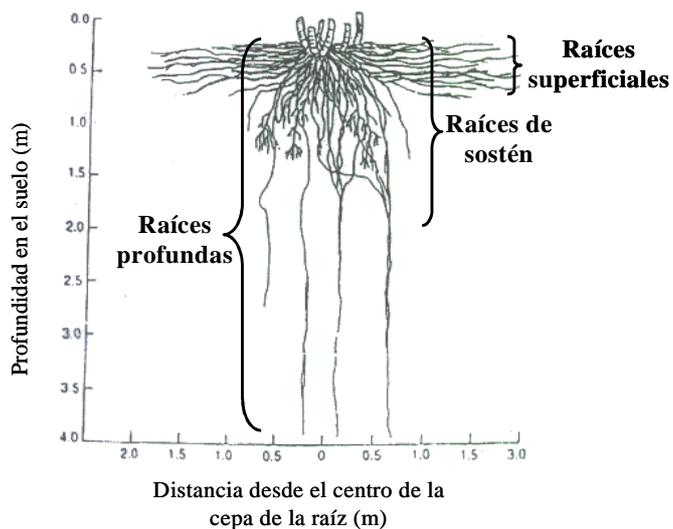


Fuente: Blackburn, 1991.

Figura 1. Brotes proveniente de una yema germinada de caña de azúcar mostrando las raíces del brote y del esqueje.

La distribución de las raíces (Fig. 2) es importante para el anclaje de la planta y para la absorción de agua y nutrientes, en caña de azúcar, puede ser de los tipos:

1. Absorbentes o superficiales.
2. De anclaje o sostén.
3. Profundas.



Fuente: Blackburn, 1991.

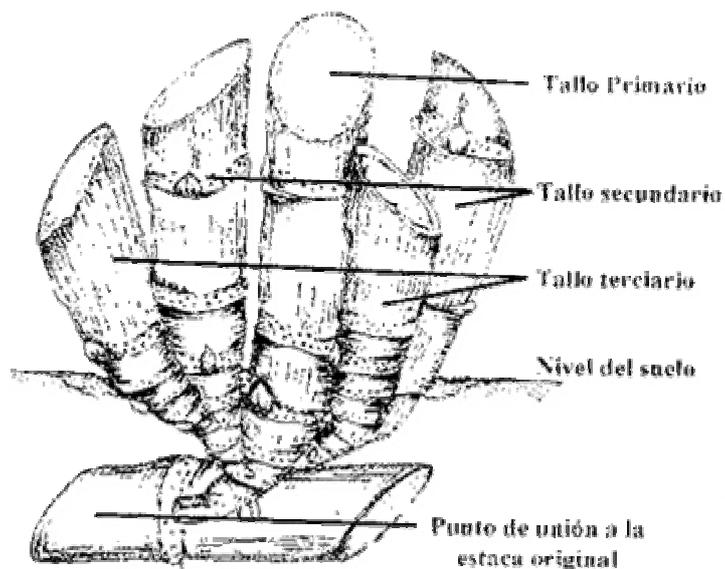
Figura 2. Distribución de las raíces en caña de azúcar.

Las raíces superficiales predominan en los primeros 60 cm. de profundidad y su distribución horizontal en el suelo alcanza hasta 2 m. En caña de azúcar es difícil distinguir entre las raíces superficiales y las de sostén, además, las raíces profundas son relativamente escasas. (2)

4.1.4. Tallo

Es el órgano más importante de la planta de la caña, ya que en él se almacenan los azúcares. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de los tallos, que se originan de las yemas del material vegetativo de siembra y de las yemas de los nuevos brotes subterráneos.

El tamaño o longitud de los tallos depende las condiciones agroecológicas de la zona donde crece y del manejo que se le brinde a la variedad. El tallo se denomina primario, secundario, terciario, etc., si se origina de las yemas del material vegetativo original, del tallo primario, o de los tallos secundarios, respectivamente (Fig. 3). Los tallos de la caña de azúcar están formados por nudos en los que se desarrollan las yemas y las hojas, estos nudos se encuentran separados por entrenudos.



Fuente: Humbert, 1974

Figura 3. Diferenciación de los tallos en caña de azúcar.

A. Nudo

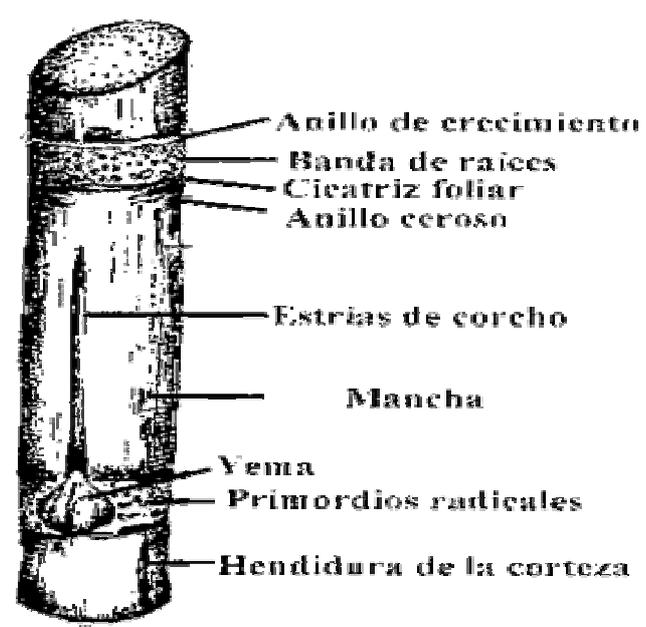
Es la porción dura y más fibrosa del tallo de la caña de azúcar que separa dos entrenudos vecinos. Está formado por:

- ✓ El anillo de crecimiento.
- ✓ La banda de raíces o primordios radicales.
- ✓ La cicatriz foliar
- ✓ El nudo propiamente dicho.
- ✓ La yema y
- ✓ El anillo ceroso (Fig. 4)

En la parte superior de la yema y sobre el entrenudo se proyecta una hendidura llamada canal de la yema. Las partes más importantes de la yema (Fig. 5), son las alas, el poro germinativo y el apéndice.

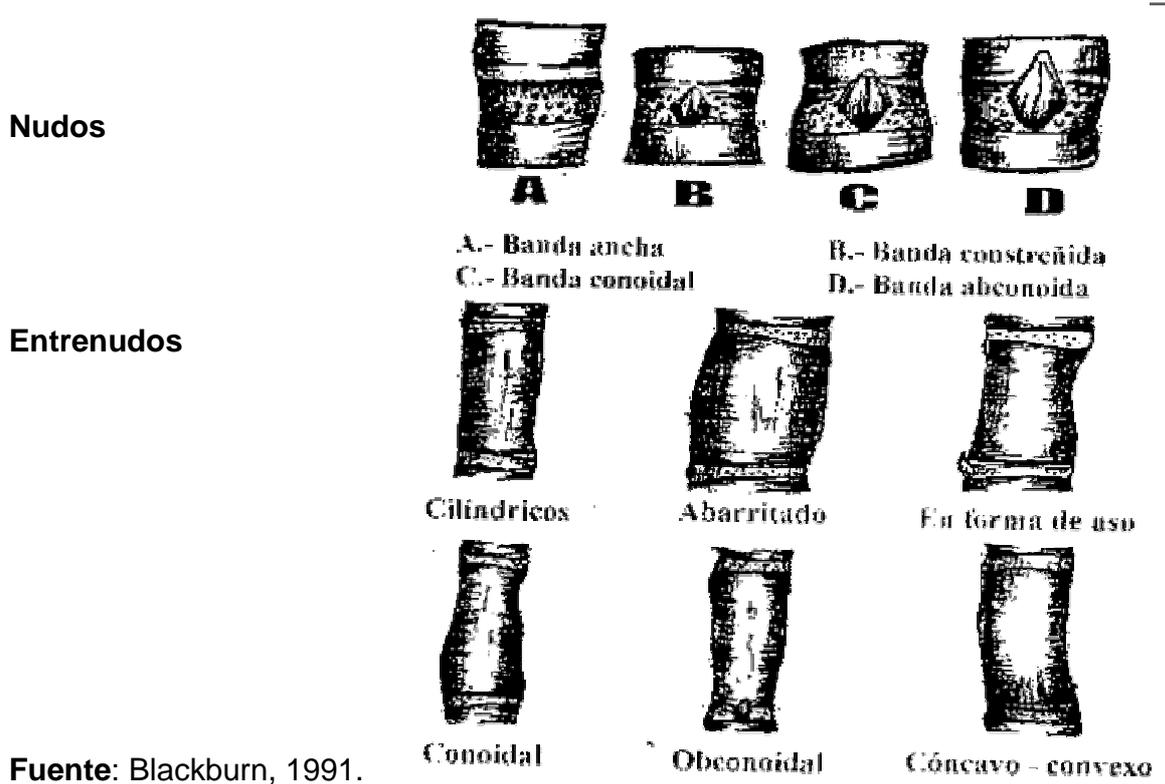
B. Entrenudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud de los entrenudos cambia con las variedades. Las formas más comunes de entrenudos son: cilíndrico, abarillado, en forma de hueso, conoidal, obconoidal y cóncavo-convexo. En la figura 6 se pueden observar los diferentes tipos de nudos y entrenudos. En la parte terminal del tallo se encuentra el meristemo apical, rodeado por los primordios foliares.



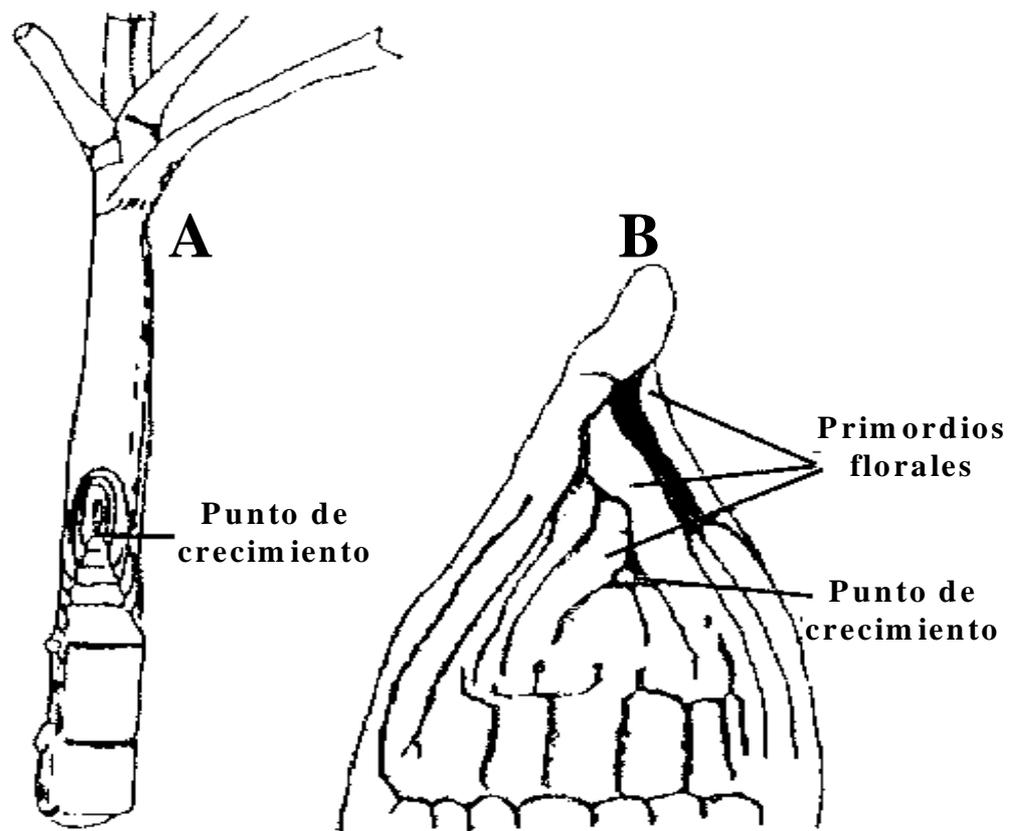
Fuente: Artschwager y Brandes, 1958.

Figura 4. Partes principales del tallo de la caña de azúcar



Fuente: Blackburn, 1991.

Figura 5. Tipos de nudos y entrenudos de la caña de azúcar.

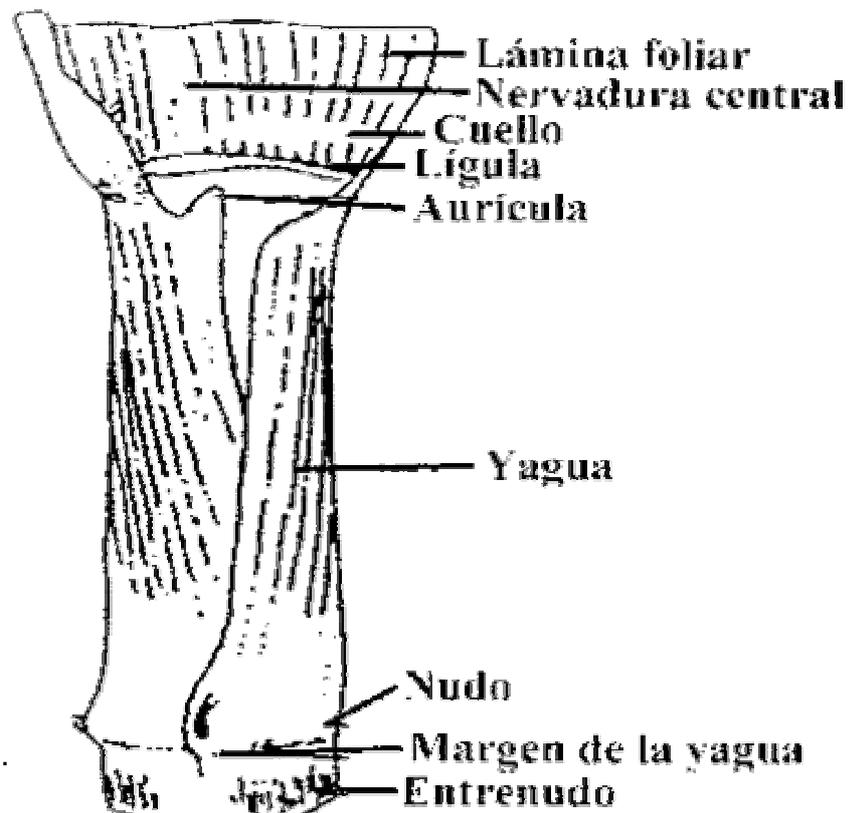


Fuente: Julien *et al.*, 1989.

Figura 6. A) Localización de los puntos de crecimiento en el tallo de caña de azúcar y B) partes que lo conforma.

4.1.5. Hoja:

En caña de azúcar se originan en los nudos y se distribuyen en posiciones alternas a lo largo del tallo a medida que este crece. Cada hoja está formada por la lamina foliar y por la vaina o yagua. La unión entre estas dos partes se denomina lígula y en cada extremo de esta existe una aurícula con pubescencia variable (Fig.7).



Fuente: Humbert, 1974.

Figura 7. Partes estructurales de la hoja en caña de azúcar.

4.1.6. Flor

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga. Está constituida por un eje principal con articulaciones donde están insertas las espiguillas, una frente a la otra. Cada espiguilla contiene una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada por pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. En cada ovario hay un óvulo el cual una vez fertilizado, da origen al fruto o cariósido. El fruto es de forma ovalada de 0.5 mm de ancho y 1.5 mm de largo, aproximadamente.

4.2. Fisiología de la caña de azúcar

4.2.1 Fotosíntesis

Es un proceso fundamental que determina la productividad del 90% o más de la biomasa seca y, en el caso de la caña de azúcar, del 100% de los productos útiles: la sacarosa y el bagazo. La caña de azúcar pertenece al grupo de las plantas C-4, en las cuales los primeros productos de la fotosíntesis tienen cadenas de cuatro átomos de carbono. Estas plantas se caracterizan por la alta tasa de fotosíntesis en las hojas individuales que se manifiesta en una alta producción de biomasa por hectárea y por año. Según Amaya y Sánchez (2, 25). En las zonas tropicales, cuando la radiación solar es alta, generalmente en horas del mediodía, los rayos del sol inciden en forma vertical, lo cual favorece a una menor intensidad de la iluminación en plantas con hojas erectas, en comparación con plantas de hojas inclinadas. Lo anterior sugiere que esto puede contribuir a la obtención de mayores producciones de biomasa; sin embargo, en la caña este efecto es mínimo debido a que, como se mencionó antes, la fotosíntesis no se satura cuando la iluminación es alta. Según Sánchez (25).

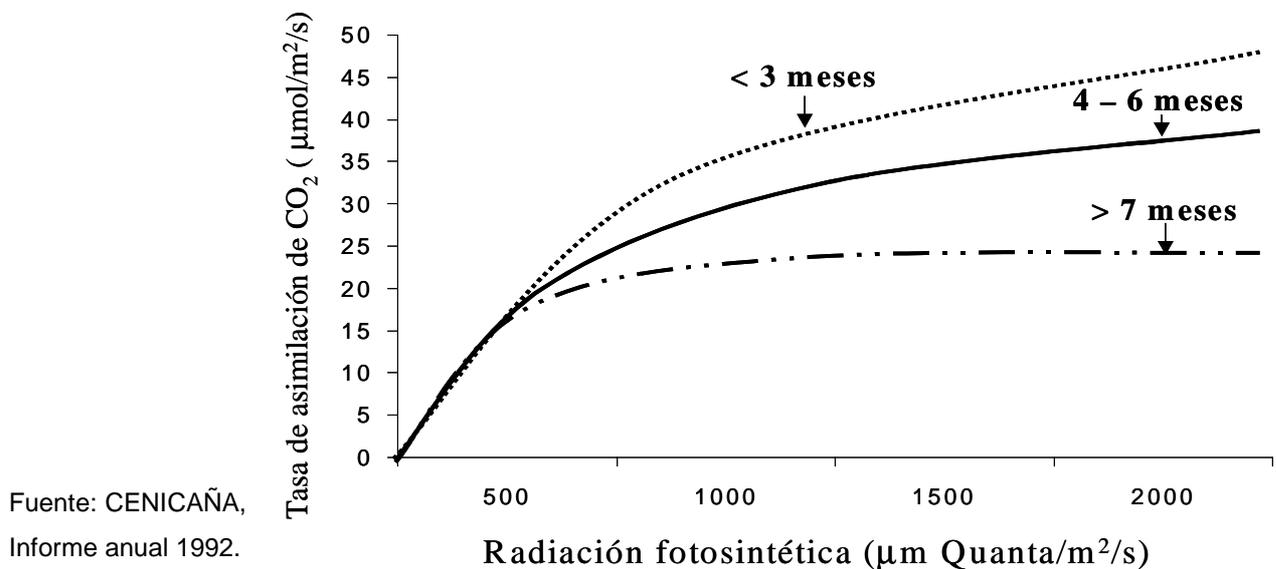


Figura 8. Relación entre la tasa de asimilación de CO₂ (fotosíntesis) de la caña de azúcar y la disponibilidad de luz, a varias edades del cultivo.

La tasa de fotosíntesis neta (F_n) es alta en plantas jóvenes, y después de 4 a 5 meses empieza a decrecer (Fig. 12), teniendo en cuenta las posibles razones:

- Intercepción de la radiación solar
- Acumulación de metabolitos
- Manejo Agronómico.

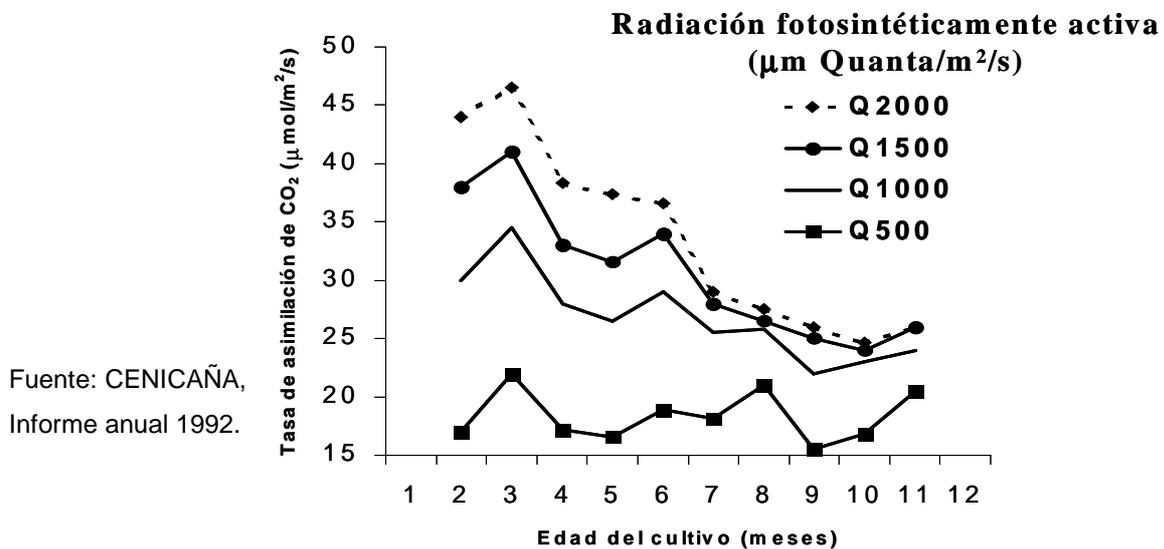


Figura 9. Fluctuación de la tasa de fotosíntesis con la edad del cultivo en caña de azúcar.

4.3 Características generales del sistema radicular

La raíz es uno de los sistemas que permiten la nutrición de la planta, encargado de absorber del suelo materias disueltas en el agua. En las plantas terrestres sirve además, para fijar el vegetal. Normalmente, la raíz es subterránea, pero hay acuáticas y aéreas. Posee geotropismo positivo, es decir, crece siempre en dirección al centro de la tierra. (14)

4.3.1 Importancia de la raíz

La raíz es el órgano encargado de la absorción de agua en las plantas, y su capacidad en este sentido, depende directamente de su desarrollo, capacidad de ramificación y penetración. Estas características morfológicas constituyen las variables más importantes que permiten al vegetal tolerar un déficit de humedad.

El mayor o menor grado de desarrollo de la raíz afecta la tasa de absorción de agua por la planta, lo cual, a su vez, afecta importantes procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración, la elongación y muchas otras actividades de la planta. (7,20).

4.3.2 Crecimiento de la raíz

El crecimiento de la raíz consiste en los siguientes procesos:

- El incremento del diámetro de raíces grandes permanentes, para proporcionar soporte.

- Formación, extensión y ramificación de pequeñas raíces laterales o raicillas. Esto último es muy importante, ya que incluye los ápices de las raíces, conocidas como raíces nuevas, raíces blancas, o absorbentes. La región absorbente incluye los pelos radicales, que son extensiones laterales de la epidermis de la pared celular exterior que aumentan considerablemente la superficie de absorción. El largo de las raíces nuevas puede variar de una fracción de uno a varios centímetros y comúnmente tienen un diámetro de 0,3 a 2 mm.

La falta de carbohidratos en las raíces no sólo limita su crecimiento, sino también la energía de la respiración necesaria para la absorción activa, otras prácticas de manejo de la planta y del suelo, como el raleo, la época de fertilización nitrogenada, el riego, y las condiciones físicas y ambientales del suelo tienden a afectar las características del crecimiento de las raíces blancas. (26,17).

4.4 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. 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. De acuerdo a Rodríguez, Rojas y Ray (22,23, 20).

4.4.1 Clasificación de las hormonas

Las hormonas se han clasificado en cinco grupos: auxinas, giberelinas, citocininas, inhibidores y etileno.

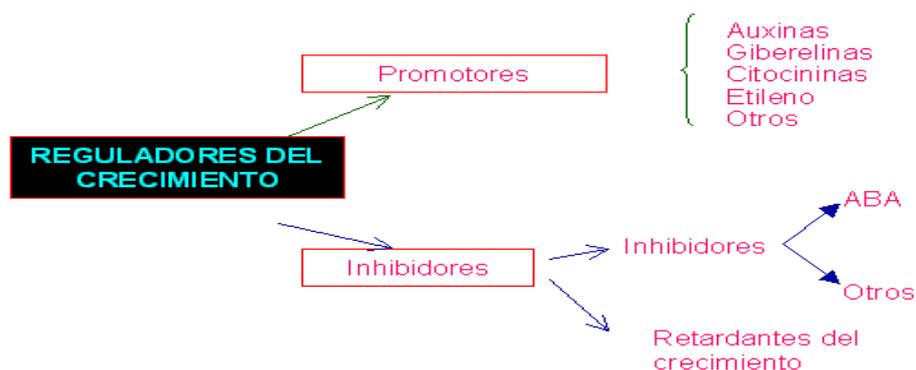


Figura 10. Clasificación de las hormonas.

4.4.2. Auxinas.

Según Rodríguez y Carrillo. (22,13). El nombre auxina proviene de un término griego que significa "**CRECER**" 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. (13,8)

4.4.2.1. Función de las auxinas en la formación de las raíces

Se debe distinguir claramente entre el efecto de las auxinas sobre la formación de las raíces y su efecto sobre el alargamiento radicular. En general las concentraciones requeridas para el primero de estos procesos son mucho mayores que para el segundo.

Un efecto importante de la auxina, que también implica división de células, es el de provocar iniciación de raíces laterales y adventicias en la raíz y en el brote. Este efecto tiende a correlacionar el grado de ramificación del sistema radical con el grado de desarrollo de yemas de brote. Más aún, debido al transporte polar hacia abajo, la auxina tiende a acumularse justamente arriba de cualquier sitio dañado en el tallo o en el sistema radical. Esta acumulación estimula la iniciación de raíces adventicias en el lugar dañado, con lo que promueve la generación de las raíces perdidas y aumenta las probabilidades de supervivencia de las partes aéreas de una planta después que haya sufrido una lesión abajo o a nivel del suelo. (7)

4.4.2. Utilización de las auxinas para estimular el enraizamiento

Uno de los mejores estimuladores del enraizamiento es la auxina AIB, tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas, la destruyen en forma relativamente lenta. Un producto químico persistente resulta muy eficaz como estimulante de raíces. Debido a que el AIB se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación. Los reguladores del crecimiento que se desplazan con facilidad pueden causar efectos indeseables de crecimiento en la planta. (7)

4.4.3. Formación natural

Es el ácido Indol – 3 – acético (AIA). Ciertas sustancias intermediarias de sus biosíntesis también pueden tener actividad auxínica (triptamina, indol-3-acetaldehído). De acuerdo al IICA. (11)

4.4.4. Biosíntesis

El precursor primario en la planta es el triptófano. A partir de este 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 Brásicas (repollo, coles).

4.4.5. Sitios de síntesis

Según la Intercontinental e IICA (12,11). 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. (4)

- Meristemos
- Embriones
- Hojas verdaderas

4.4.6. Fisiología

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 plantas intactas 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. (4).

La auxina también es importante para regular la caída de hojas y frutos. Cuando la hoja se vuelve deficiente en la producción de auxina se forma en el pecíolo un tejido especial llamado capa de abscisión que aísla a la hoja, permitiendo su caída. El 2.4-D es una auxina sintética que en concentraciones altas es tóxica. Se utiliza como herbicida, ya que presenta una toxicidad diferencial hacia ciertas plantas; así, al aplicarse una concentración determinada de 2.4-D a una mezcla de especies se observa que es muy tóxico para dicotiledóneas o sea plantas de hoja ancha, y menos tóxico en monocotiledóneas, de hoja angosta. Según Intercontinental, Rodríguez e IICA. (12, 22,11).

A. Propiedades fisiológicas

- Dominancia apical
- Formación raíces adventicias
- Replica ADN (mitosis)
- Regula fototropismo, geotropismo
- Incrementa diferencia yema vegetativa en reproductiva
- Incrementa alargamiento y permeabilidad celular
- Incrementa respiración en célula activa en crecimiento
- Incrementa plasticidad celular
- Incrementa biosíntesis de celulosa
- Favorece frutos partenocárpicos
- Favorece crecimiento y desarrollo de fruto
- Regula caída órganos
- Diferenciación de xilema y floema
- Favorece hidrólisis de almidón

B. Efectos positivos

De acuerdo a Camargo (4). 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
- Enraizamiento

4.4.7. Auxinas sintéticas

Según el IICA (11). 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:

4.4.7.1 Compuestos indolicos

1. Ácido indol-butírico (AIB o IBA)
2. Ácido naftalenacético (ANA o NAA): Estos dos son más potentes (2 a 5 veces) que el AIA

4.4.7.2 Ácidos fenoxiacéticos y derivados

1. 2,4 D: 2,4 diclorofenoxiacético
2. 2,4 5T: 2,4,5 triclorofenoxiacético
3. MCPA: ácido metil-clorfenoxiacético
4. 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).

4.4.7.3. Mecanismos de acción

1. A nivel molecular
2. A nivel celular

4.4.8. 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. (8).

A. Modo de Acción

De acuerdo a Montaldi y Rojas (15,23). 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.

B. 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

4.4.8.1 Características del producto

A. Identificación del ingrediente activo

Nombre del Producto: Ácido Indol -3- Butírico

Nombre Químico: Ácido 1H-Indol-3-Butanóico

Nombre Comercial: Ácido Indol -3- Butírico. IBA, AIB, Ácido Indol – Butírico, Ácido -3-Indol Butírico, Indolyl-gama-butírico

Familia Química: Indol-derivados, hetero-cíclicos aromáticos (reguladores de crecimiento vegetal)

Fórmula Molecular: C₁₂H₁₃NO₂

Peso Molecular: 203,23

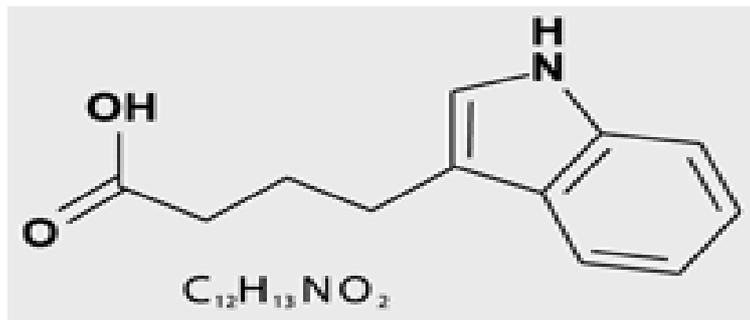


Figura 11. Estructura química del ácido Indol 3 butírico

B. Componentes inertes

Componente: Ácido Indol -3- Butírico

Porcentaje: 35 % pureza mínima

Inerte: 65 % máximo

C. Características físicas

Descripción: Tabletas

Color: Crema a café

Olor: Característico

Punto de Ebullición: 124° C (AIB)

Gravedad Específica: tabletas de 8.6 y 51.5 gramos al envasar

Solubilidad en Agua: Soluble

Solubilidad en Solventes: Insoluble

D. Peligro de fuego y explosión

Peligro de fuego: No es inflamable

Punto de inflamación: No aplicable

Medio de control de fuego: Agua, polvo químico, espuma

Método de extinción de fuego: Retire el envase sin correr riesgo, de la zona de peligro, extinga el fuego con agua o extinguidor de polvo químico. Use equipo de protección con mascarilla a pruebas de gases o vapores orgánicos.

E. Toxicidad del Ingrediente Activo

DL50 oral rata: 2472 mg/Kg

4.4.9. Estudio realizados por otros autores

4.4.9.1 Efecto de la 6-bencilaminopurina en la proliferación de brotes in vitro de tres variedades de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

Según Mak Milán Cruz Sic en su estudio realizado tuvo como objetivo establecer la respuesta de la 6-Bencilaminopurina en el nivel más adecuado que induzca la mayor proliferación de brotes en la fase de multiplicación, por cada una de las variedades. En dicho estudio se evaluaron tres variedades de caña de azúcar, CP 7222086, SP 792233 y PR 872080, de las cuales se encuentran en el banco de germoplasma vegetal del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar, dicho germoplasma sirvió como fuente de material para la siembra en el laboratorio.

Se utilizó el medio de cultivo descrito por Murashige y Skoog, como agente inductor la 6-bencilaminopurina, es un regulador del crecimiento catalogado dentro del grupo de las citocininas, considerada en varios estudios por ser un compuesto muy activo en la proliferación de brotes en diversas especies vegetales. Se evaluó con 5 niveles a 0.15, 0.30, 0.45, 0.60 y 0.75 mg/l más un testigo este sin la aplicación de ABP.

Cada tratamiento dentro del medio de cultivo fue suplementado con 0.01 mg/l de ácido indolacético como auxina, 0.1 mg/l de cinetina y 150 mg/l de ácido cítrico antioxidante utilizado en el ápice meristemático de cada uno de las variedades de caña de azúcar. Se utilizó un diseño completamente al azar, bifactorial 3x6 en arreglo combinatorio con 10 repeticiones. Las variables de estudio consistieron en el número de brotes, longitud de brotes, número de hojas, la información obtenida fue analizado por medio de SAS (Statistical Análisis System versión), se hizo el análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias Tukey al 5 % para cada variable.

Se observó que la variedad PR 872080, presento el mayor número de brotes a los 15 y 30 días después de la siembra con 10.04 y 17.92 brotes por explante.

Fue la que presento la mayor longitud de brotes, pero la producción de hojas fue intermedia con 4.06 y 4.50 hojas/brote. La variedad SP 792233 con 5.49 y 13.93 brotes/explante fue intermedia, a la vez fue la que presento un tamaño de brote de 1.37 y 1.65 cm siendo el más pequeño de todo el estudio igual que en el número de hojas con 3.98 a 4.46. Con una menor respuesta en el número de brotes la variedad CP 722086 con 5.83 y 9.79 pero intermedia en la longitud con 1.56 y 2.17 cm/brote, y con el mayor número de hojas diferenciadas del resto de variedades con 4.19 a 4.78 hojas/brote.

4.9.2 Evaluación de cuatro dosis de bencilaminopurina (BAP) para la propagación in vitro de las variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp*) CP 722086, CP 731547 y PR 872080 en Guatemala.

La investigación realizado por Sergio Orlando Valenzuela Melgar en su trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro dosis de Bencilamonourina (BAB) sobre la proliferación de brotes en las variedades de caña de azúcar que se cultivan actualmente en Guatemala, que son CP 722086, CP 731547 Y PR 872080. La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Ingenio Santa Ana, con el propósito de definir y mejorar los procedimientos para la micro propagación de caña de azúcar, debido a la importancia que tiene el cultivo en la economía del país. Cada variedad fue evaluada en un experimento por separado con un diseño experimental completamente al azar, con cinco tiramientos, que fueron las dosis siguientes de BAP: 0,0 (testigo), 0.2, 0.30.5 y 0.7 miligramos por litro, cada uno con 30 repeticiones.

Cada unidad experimental la construyó un recipiente de cultivo, tipo magenta en el cual se virtieron desde 30 hasta 60 mililitros de medio de cultivo Murashage Skoog. Para evaluar el efecto de los tratamientos se consideraron cuatro variables de respuesta, que fueron las siguientes, número de explantes sobrevivientes, número de brotes, altura de los brotes y tasa de multiplicación, se tomaron los datos a los 45 días después de la siembra para evaluar sobrevivientes a cada una de las dosis evaluadas y se registraron dos lecturas de número de brotes y altura de brotes a los 60 y 90 días después de la siembra y la tasa de se evaluó al subcultivar tres veces el material a los 120 días.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Descripción de las zonas cañeras

La región cañera, productora de azúcar de Guatemala, se localiza en la vertiente del Océano Pacífico, en los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez, a lo largo de la planicie costera; de norte a sur, comenzando en estribaciones de la Sierra Madre a unos 1200 MSNM y se extiende cerca del litoral a unos 150 MSNM. Según el IGN. (10). La planicie costera del Pacífico, comprende una faja extensa de 300 kilómetros de largo, desde la frontera con la República mexicana al poniente, hasta la del Salvador al oriente y los terrenos agrícolas se localizan desde los 1830 MSNM hasta la costa, es quizás la región más rica del país, donde se encuentran las plantaciones de café, caña de azúcar, banano, arroz, cacao, maíz y potreros para ganado. El cultivo de caña de azúcar se hace con el fin primordial de la producción de azúcar. Para la producción de azúcar el cultivo tiene la mayor distribución ocupando valles y cañadas donde predominan los terrenos de topografía ondulada, poca profundidad y clima cálido generalmente, de acuerdo a Morales. (16)

5.2 Característica de los suelos

La mayor parte de la superficie agrícola del departamento de Escuintla que se cultiva con café, caña de azúcar y maíz, se localizan en la faja del declive del pacífico.

TOROLITA: estos suelos se han desarrollado sobre una corriente lodosa volcánica son profundos, su textura es franco arcilloso y de color café rojizo muy oscuro. La reacción es ligeramente ácida con un ph de 6.0; el contenido de materia orgánica es alto y muy rico en potasio; se localiza al sudeste de Escuintla a elevaciones de 137 a 274 metros, de acuerdo a CENGICAÑA. (5).

COYOLATE: son suelos profundos, bien drenados y desarrollados sobre material volcánico de color café claro, ocupa relieves planos y están asociados con los suelos de Tiquisate en la faja del litoral del Pacífico. Son de textura franco arcilloso, reacción mediante ácida, con pH de 6.0; pobres en materia orgánica y nitrógeno; muy pobres en fósforo y muy ricos en potasio. Según CENGICAÑA (5).

TIQUISATE: son suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre depósitos marinos aluviales, se distinguen por su textura franca y de color café oscuro a muy oscuro. Son terrenos fértiles, capaces de producir todos los cultivos tropicales y fáciles de trabajar con maquinaria agrícola por su topografía casi plana. Son muy ricos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio; la reacción es alcalina y el ph es de 7.0; se localiza en los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa. De acuerdo a Reynoso. (21).

5.3 Localización del experimento

5.3.1 Generalidades de la finca sabana grande

5.3.2. Antecedentes de la finca

La finca Sabana Grande tiene una extensión de 221 hectáreas. Fue dada a la Universidad de San Carlos de Guatemala según acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla con fecha 20 de junio de 1957, emitido por el Órgano del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente Ministerio de Finanzas Públicas) y pasó a formar parte de sus activos el día 11 de agosto de ese mismo año. Actualmente la finca Sabana Grande es administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Según escritura pública. (31).

5.3.3 Ubicación geográfica, límites y vías de acceso

La finca Sabana Grande se encuentra localizada en el departamento de Escuintla, en las coordenadas 14° 22' 03" Latitud Norte y 90°, 49 '48" Longitud Oeste. Los límites de la finca Sabana Grande son: al Norte aldea El Rodeo y finca Tropicana; al Sur, finca Lorena; al Este; finca Alsacia y al Oeste, finca Magdalena. La principal vía de acceso a la finca, es la carretera CA-2 que partiendo de la ciudad de Guatemala, se extiende al Sur pasando por los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y la autopista Palín Escuintla, para luego tomar la carretera que conduce a la Antigua Guatemala. Seguidamente se toma un camino de segunda categoría hasta el ingenio San Diego, el cual consta de 8 kilómetros.

Por último se continua sobre la carretera CA-4, con un recorrido de 4 kilómetros hasta llegar a la finca, la cual dista por esta vía a 72 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala (Figura 12).

5.3.4 Relieve y fisiografía

Según Perdomo. (19). El relieve va de gradualmente ondulado a plano con pendientes que van de 0 al 3 %, la elevación promedio es de 770 MSNM con un rango que va desde los 745 a 795. La finca se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente.

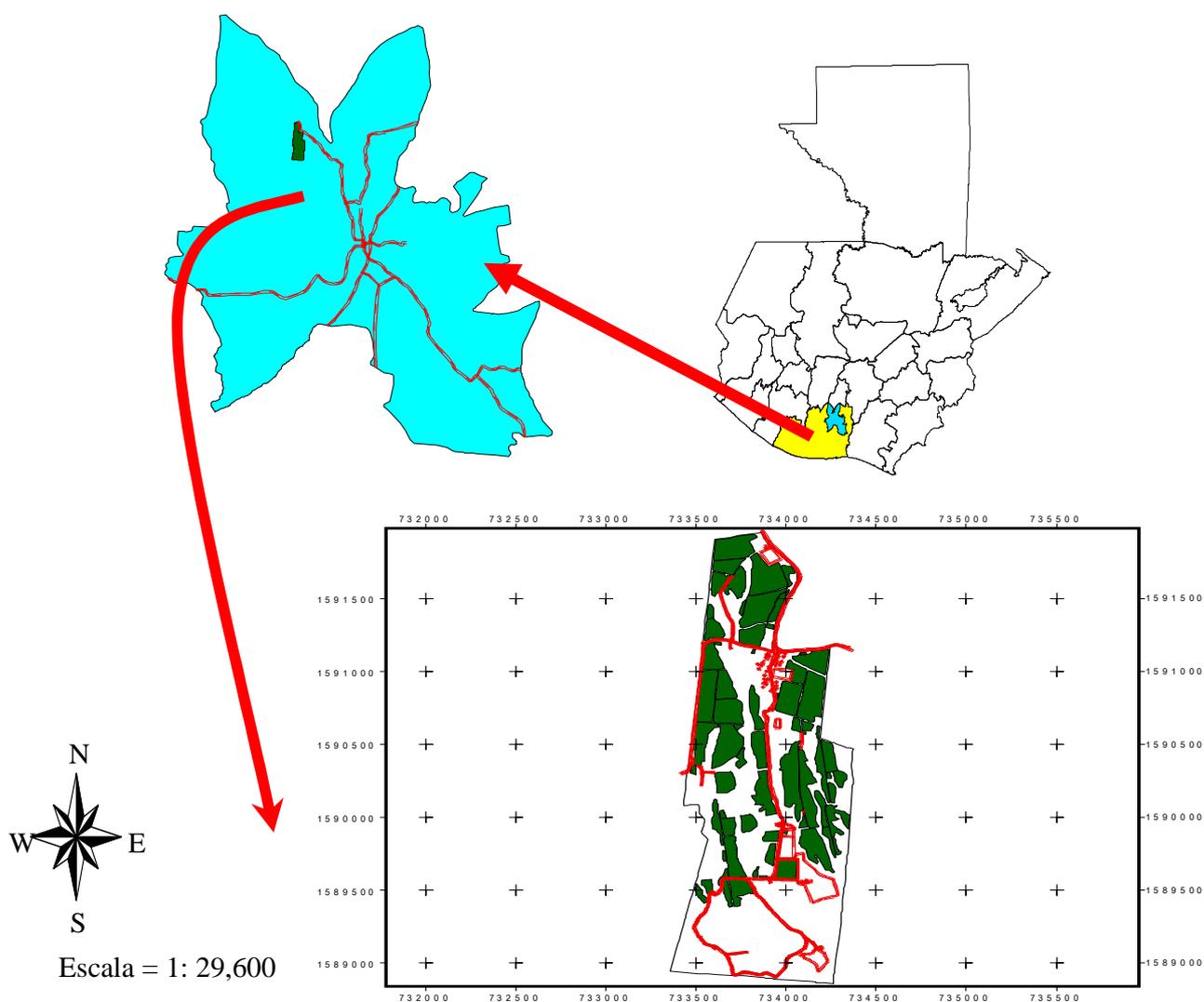


Figura 12. Croquis de la ubicación de Finca Sabana Grande y vía principal de acceso.

5.3.4 Clima y zonas de vida

Según Obiols (18), en el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite; la finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida. La precipitación anual es de 2,000 a 2,585.3 mm, distribuida en 122 días de lluvia, la humedad relativa media varía de 66 a 90 % y la temperatura mínima promedio es de 23°C. Según el mapa de zonas de vida elaborado por De La Cruz (6), basado en el sistema de clasificación de Holdridge, la finca Sabana Grande se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido (bmh-c).

5.3.5 Geología y suelos

Según el mapa geológico de Guatemala (27), los suelos de la finca Sabana Grande son de origen cuaternario formados por sedimentos de origen volcánico. De acuerdo al estudio a nivel de reconocimiento elaborado por Simmons et al (28), los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizada por suelos profundos, bien drenados, de textura franca entre otras características.

5.3.6 Hidrografía

A. Manantiales

La finca cuenta actualmente con 42 manantiales, de los cuales se tiene registro de los 17 principales. En el cuadro 1 se presenta el nombre del manantial y el caudal registrado en el mes de marzo de 2001.

Cuadro 1. Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo de 2001.

No.	Manantial	Marzo del 2001	
		LPS	GPM
1	El Idilio 1	0.09	1.43
2	El Idilio 2	0.28	4.44
3	El Ariete	5.77	91.66
4	La Pilita 1	3.63	57.62
5	La Pilita 2	2.24	35.55
6	El limonar	2.29	36.3
7	La Presita	3.22	51.16
8	El Pelillo	1.5	23.07
9	Los Cocales	1.58	27.07
10	Agua Mineral 3	4.27	67.72
11	Agua Mineral 2	21.98	348.88
12	Agua Mineral 1	0.25	3.97
13	La Berrera	0.95	15.08
14	Caulote	0.75	11.9
15	Rincon de Alsacia	7.4	117.46
16	El Borbollón	12.83	203.65
17	El Manial	12.83	203.65

Fuente: EPSA, 2001

Se tienen registros de éstos manantiales desde febrero de 2001 hasta febrero de 2004 y los registros se seguirán tomando a lo largo de los años por parte de los epesistas asignados.

La disponibilidad de agua saliendo de manantiales como media anual (período febrero 2001 a enero de 2002) varía en un rango que va de 0.098 lt/s para el manantial el Idilio 1 a 20.87 litros por segundo para el manantial Agua Mineral 2, siendo los manantiales mas productores, el Ariete, con 5.66 lt/s, La pilita con 4.79 l/s, agua mineral 2 con 20.87 l/s, rincón de Alsacia con 6.78 l/s, el borbollón y el Manial con 12.20 l/s como caudal medio anual. Según Yol. (32).

B. Ríos

Dentro de la finca existen tres ríos principales siendo éstos: Cantil, Mongoy y Cometa. El río Cantil es el más caudaloso y presenta su caudal más alto en el mes de junio con 2,303 l/s y su caudal más bajo en el mes de febrero con 1,012 l/s; el río Mongoy reporta su caudal más alto en el mes de junio con 825 l/s y el caudal más bajo en febrero con 265.7 l/s; el río Cometa presenta su caudal más alto en agosto con 283.5 l/s y el caudal más bajo en enero con 78.7 l/s. Los datos anteriores corresponden al año 2001. De acuerdo a Yol. (32).

5.3.7 Transpiración potencial

De acuerdo a Yol (32). La evapotranspiración calculada por medio de los valores de la evaporación real del tanque tipo A en la estación meteorológica de finca Sabana Grande se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande, Escuintla, 2001.

M e s	E T P (m m)
E n e r o	1 0 4 . 6 6
F e b r e r o	9 4 . 0 6
M a r z o	9 2 . 9 3
A b r i l	8 0 . 4 4
M a y o	6 2 . 3 4
J u n i o	5 1 . 3 4
J u l i o	7 0 . 0 1
A g o s t o	6 2 . 1 3
S e p t i e m b r e	4 8 . 2 9
O c t u b r e	6 3 . 0 7
N o v i e m b r e	8 4 . 2 5
D i c i e m b r e	9 6 . 2 4
T o t a l	9 1 0 . 3 7

Fuente: EPSA 2001

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Evaluación del Ácido Indol -3- Butírico para la inducción y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de caña (*Saccharum* spp).

6.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de Ácido Indol -3- Butírico en dos épocas de aplicación sobre la inducción de la formación de raíces en Caña de azúcar.
- Establecer la respuesta de cuatro concentraciones de Ácido Indol -3- Butírico, sobre la inducción de brotación de tallos por yema, sistema radicular, altura de la planta y diámetro de tallos.

7. HIPOTESIS

1. La aplicación de Ácido Indol -3- Butírico, (RADIX 35 % TB) a los 15 días después del corte induce una mayor proliferación de raíces en el cultivo de caña de azúcar.
2. Al menos una dosis del Ácido Indol -3- Butírico produce una mayor proliferación de tallos por macolla en el cultivo de caña de azúcar.
3. Existe por lo menos una dosis del Ácido Indol -3- Butírico induce a una mayor biomasa de follaje en la planta de caña de azúcar.
4. Al menos una dosis de Ácido Indol -3- Butírico produce mayor biomasa de raíces en el cultivo de caña de azúcar.
5. Al menos una dosis del Ácido Indol -3- Butírico induce a un mayor diámetro en la planta de caña de azúcar.
6. Existe por lo menos una dosis del Ácido Indol -3- Butírico induce a una mayor altura en la planta de caña de azúcar.

8. METODOLOGÍA

8.1 Metodología experimental

8.1.1 Factores de estudio

Los factores evaluados fueron:

A. Épocas de aplicación

La aplicación del enraizador Ácido Indol -3- Butírico (Radix 35 % TB): se realizó a 15 y 30 días después del corte.

B. Concentraciones

Las concentraciones utilizadas del Ácido Indol -3- Butírico: fueron 0, 30, 60 y 90 partes por millón.

8.1.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas y tres repeticiones, con tres dosis Ácido Indol -3- Butírico más y un testigo absoluto.

Con este diseño experimental utilizado, podemos controlar sistemáticamente la variabilidad proveniente de otras fuentes, ya que si no se controlan las variabilidades el error experimental (variabilidad entre unidades experimentales que son tratadas igual), reflejará tanto el error experimental como la variación adicional de otras fuentes, lo que se quiere es que el error experimental sea tan pequeño como sea posible, el diseño de bloques al azar (DBA) ayuda a contabilizar y remover esta fuente adicional de variaciones.

En el diseño de bloques alzar, las unidades experimentales están agrupadas primero en grupos homogéneos llamados bloque y los tratamientos están asignados al azar dentro del bloque, es llamado completo debido a que cada bloque recibe todos los tratamientos. La variabilidad no controlada por las fuentes extrañas es ahora controlada por el bloqueo, esta reducción se logra haciendo a la unidades experimentales lo más parecido posible dentro de un bloque y los mas diferente posible entre bloques.

Los bloques fueron contruidos de tal manera que, las t unidades experimentales dentro de un bloque son similares y las unidades experimentales en bloques diferentes no lo son. Tomando cada bloque, los t tratamientos son aleatoriamente asignados a los t unidades experimentales dentro de un bloque, cada bloque es un diseño completamente aleatorio no replicado.

Cuadro 3. Distribución de tratamientos evaluados con Ácido Indol -3- Butírico, para la inducción de raíz en el cultivo de caña de azúcar, finca Sabana grande, Escuintla, 2008.

EPOCA DE APLICACIÓN		DOSIS DEL PRODUCTO		TRATAMIENTOS
Días después del corte		Ppm		
15	(EP1)	0	(DOS1)	EP1,DOS1
15		30	(DOS2)	EP1,DOS2
15		60	(DOS3)	EP1,DOS3
15		90	(DOS4)	EP1,DOS4
30	(EP2)	0	(DOS1)	EP2,DOS1
30		30	(DOS2)	EP2,DOS2
30		60	(DOS3)	EP2,DOS3
30		90	(DOS4)	EP2,DOS4

Fuente: López, W. 2008

8.1.3 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo que:

Y_{ijk} = Variable de respuesta observada o medida en la ijk - ésima unidad experimental

μ = Media general

α_i = Efecto de la i - ésima época de aplicación

γ_k = Efecto del k - ésimo bloque

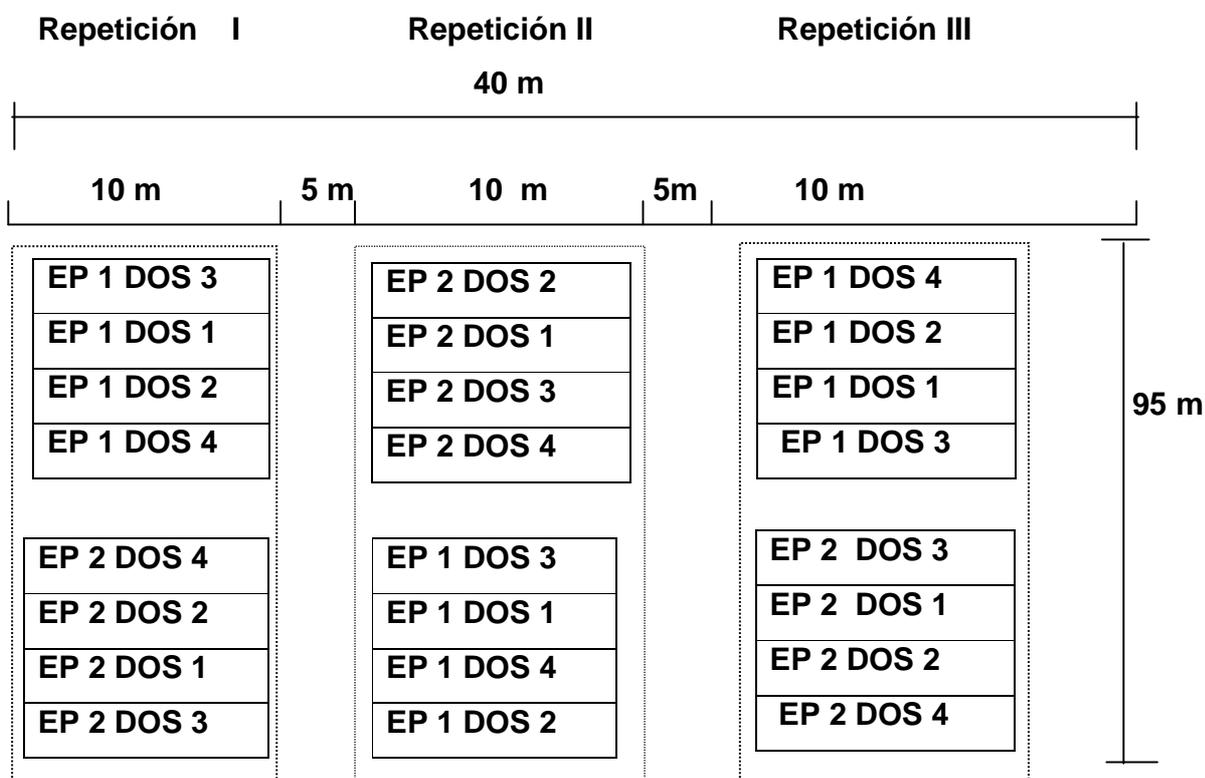
$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Error experimental asociado a la ik - ésima unidad experimental

β_j = Efecto de la j - ésima concentración de Radix 35 % TB

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la i - ésima época de aplicación y j - ésima concentración de Radix 35 % TB

ε_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk - ésima unidad experimental

8.1.4 Distribución entre unidades experimentales y entre bloques, finca Sabana Grande, Escuintla, 2008



8.1.5 Características de la unidad experimental

8.1.6 Parcela bruta

Como unidad experimental se utilizó una parcela de cinco surcos de caña de azúcar distanciados a 1.5 metros cada uno. La parcela bruta comprendió cinco surcos de 10 metros de largo, el área de cada parcela bruta fue de 90 metros cuadrados.

8.1.7 Parcela neta

Como parcela neta se tomaron los tres surcos centrales, los dos surcos de la orilla no se tomaron en cuenta, para evitar el efecto de deriva dejando este espacio como seguridad entre un tratamiento y otro.

8.1.8 Manejo del experimento.

El ensayo se realizó en una plantación de caña de azúcar de tres cortes, realizando las labores como el desbasurado, fertilizaciones, riego y manejo de malezas.

A. Desbasurado y requema

La actividad consistió en acomodar la basura en los cuatro surcos consecutivos en la calle de uno de ellos, dejando a efecto tres mesas limpias para facilitar las labores posteriores de trabajo (cultivo, fertilización, manejo de malezas) y posteriormente quemarlas. Con respecto a la fertilización y el manejo de las malezas se realizó con la programación de actividades con que cuenta la finca Sabana Grande.

B. Aplicación del ácido indol -3- butírico (Radix 35 % TB)

Se realizó manualmente por medio de bombas de mochila de 4 galones, el cual se efectuó en dos épocas, la primera aplicación se realizó a los 15 días después del corte y la segunda aplicación se efectuó a los 30 días después del corte, en ambas aplicaciones se utilizaron las dosis de 0, 30, 60 y 90 partes por millón.

8.1.9 Variables medidas

Se determinó el efecto de las concentraciones de Ácido Indol -3- Butírico (Radix 35 % TB) en el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, utilizando las siguientes variables respuesta:

1. Peso del tallo (en fresco)
2. Peso del tallo (en seco)
3. Peso del follaje (en fresco)
4. Peso del follaje (en seco)
5. Peso de las raíces (en fresco)
6. Peso de las raíces (en seco)
7. Altura de las plantas
8. Diámetro de tallos.
9. Numero de tallos por yema

A. **Peso húmedo y peso seco follaje (gr)**

Para esta variable se realizó la lectura a los 75 días después de la aplicación, el cual consistió en recolectar una muestra identificada por cada unidad experimental de los tres surcos centrales, una vez recolectado las muestras se pesaron con una balanza analítica, para secarlos en un horno a una temperatura de 65° C durante 72 horas, una vez retirados del horno se procedió nuevamente a pesar por separado cada muestra secada de las unidades experimentales.

B. **Peso húmedo y peso seco tallo (gr)**

Para esta variable se realizó la lectura a los 75 días después de la aplicación, el cual consistió en recolectar una muestra identificada por cada unidad experimental de los tres surcos centrales seleccionados para peso húmedo de follaje, una vez recolectado las muestras se pesaron con una balanza analítica, para secarlos en un horno a una temperatura de 65°C durante 72 horas, una vez secadas las muestras se retiraron del horno y se pesaron por separado cada una de las muestra de las unidades experimentales.

C. Peso húmedo y peso seco raíz (gr)

Para esta variable se realizó la lectura a los 75 días después de la aplicación, el cual consistió en arrancar una muestra identificada por cada unidad experimental de los tres surcos centrales seleccionados para peso húmedo de follaje, una vez recolectado las muestras se procedió a separar con mucho cuidado la tierra de las raíces para pesarlas con una balanza analítica, y luego secarlas en un horno a una temperatura de 65° C durante 72 horas, una vez secadas las muestras se retiraron del horno y se pesaron por separado cada una de las muestras de las unidades experimentales.

D. Altura del tallo (m)

A los cuatro meses se realizó la lectura de 20 tallos de los tres surcos centrales de la unidad experimental neta (20 tallos / surco). La medición del tallo se realizó desde la base del tallo hasta el último cuello visible o punto natural de quiebre. Con los datos que se obtuvieron en el campo se obtuvo el valor promedio representativo para la unidad experimental.

E. Diámetro de tallos (cm)

La medición de diámetro se realizó utilizando un vernier y se tomaron en la parte central del entrenudo que se encuentra a un metro del nivel del suelo de los 60 tallos seleccionados para la medición de altura. La toma de los datos se realizó a los cuatro meses, con los datos que se obtuvieron en el campo, se obtuvo el valor promedio representativo de la unidad experimenta.

F. NUMERO DE TALLOS POR YEMA

Para la medición de número de tallos por yema se realizó a los cuatro meses, se conto 20 rebrotes (macollas) en los tres surcos centrales. Con los datos obtenidos en el campo se obtuvo el valor promedio representativo de la unidad experimenta.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de campo en la presente investigación, para cada variable de respuesta pueden observarse en los anexos.

9.1 Peso húmedo de tallos (gr)

Para la variable peso húmedo de tallos de la planta de caña, el análisis de varianza realizado no brindó evidencias para afirmar que la época de aplicación o la dosis de hormonas utilizados hayan influido en el peso húmedo de tallos de la planta. Es decir no hay efecto del uso del Ácido Indol -3- Butírico sobre el crecimiento del tallo de la caña, los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el peso húmedo de tallos en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Tab	Pr > F
Bloque	2	1980031.45	990015.73		
Época	1	4258348.86	4258348.86	1.92	0.1878
Dosis	3	9757641.18	3252547.06	1.46	0.2667
Época*Dosis	3	7103122.35	2367707.45	1.07	0.3948
Error	14	31084399.00	2220314.21		
Total	23	54183542.85			
Cv: 51.27					

9.2 Peso húmedo de follaje (gr)

Posterior al análisis de varianza para la variable respuesta peso de hojas húmedas de la planta de caña, se obtuvo una diferencia significativa en la fuente de variación dosis, es decir que la producción de follaje de la planta se vio influenciada por la dosis aplicada del Ácido Indol -3- Butírico, por lo cual se procedió a realizar un análisis de medias utilizando el criterio estadístico de Tukey al 5% para determinar las diferencias entre las dosis aplicadas.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el peso húmedo de follaje (gr) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	284540.35	142270.18		
Época	1	99855.03	99855.03	1.22	0.2882
Dosis	3	915782.90	305260.97	3.73	0.0369**
Época*Dosis	3	42834.07	14278.02	0.17	0.9120
Error	14	1146857.01	81918.36		
Total	23	2489869.36			
Cv: 30.17					

Cuadro 6. Prueba de medias utilizando el comparador de Tukey al 5% para peso húmedo de follaje (gr)

Dosis	Medias	Grupo Tukey
90 ppm	1233.99	A
60 ppm	960.22	A B
30 ppm	916.53	A B
0 ppm	683.99	B

Como lo muestra el cuadro 6, la prueba de medias para la variable peso húmedo de follaje, nos indica que entre mayor sea la concentración de Ácido Indol -3- Butírico, mejor peso de follaje en la planta de caña de azúcar se obtiene con la dosis de 90 partes por millón donde alcanzó un peso de 1233.99 gramos, seguido de 60 partes por millón que alcanzó un peso de 960.22 gramos y la dosis 30 partes por millón que tuvo un peso de 916.53 gramos, con respecto al testigo absoluto (0 partes por millón) ya tuvo un peso de 683.99 gramos. Sin embargo, indica también la prueba de medias que las dosis 60 partes por millón y dosis 30 partes por millón pueden llegar a obtener resultados tan buenos como los obtenidas con la dosis 90 partes por millón.

9.3 Peso Húmedo de raíz (gr)

Con el análisis de varianza realizado para la variable peso húmedo de raíz, como se muestra en el cuadro 7, se logró establecer que esta se ve influenciada por el uso del Ácido Indol -3- Butírico, ya que la fuente de variación dosis fue la que presentó una diferencia estadística significativa, no así la época de aplicación, ni la interacción de ambas sobre esta variable en particular.

Por tanto se procedió a realizar la correspondiente prueba múltiple de medias, para determinar cuáles estadísticamente son las mejores dosis de aplicación del Ácido Indol -3- Butírico.

Cuadro 7. Análisis de varianza para el peso húmedo de raíz (gr) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Tab	Pr > F
Bloque	2	9048.48	4524.24		
Época	1	1443.36	1443.36	1.28	0.2775
Dosis	3	37307.12	12435.71	11.00	0.0006**
Época*Dosis	3	3283.01	1094.34	0.97	0.4354
Error	14	15829.63	1130.69		
Total	23	66911.61			
Cv: 16.18					

Cuadro 8. Prueba de medias usando el comparador de Tukey al 5% para peso húmedo de raíz (gr).

Dosis	Medias	Grupo Tukey
90 ppm	269.03	A
60 ppm	210.03	B
30 ppm	191.00	B
0 ppm	161.09	B

En el cuadro 8 de la prueba de medias, nos indica que para aumentar el peso húmedo de la raíz en la planta de caña de azúcar, la mejor dosis de Ácido Indol -3- Butírico, es la dosis 90 partes por millón la cual obtuvo un peso de 269.03 gramos, seguido de la dosis de 60 partes por millón alcanzando un peso de 210.03 gramos, con la dosis de 30 partes por millón, se logró obtener un peso de 191 gramos, comparados con la dosis de 0 partes por millón (testigo absoluto), logrando un peso de 161.09 gramos. La dosis de 90 partes por millón supera significativamente a las otras dosis evaluadas, es decir que entre mayor sea la dosis mayor producción de peso húmedo de raíz se puede obtener en la planta de caña de azúcar.

9.4 Peso seco de tallo (gr).

En el cuadro 9, se puede ver que el análisis de varianza realizado para la variable peso seco de tallo demostró que a diferencia de los resultados de la variable de respuesta tallos húmedos evaluados, los pesos secos de tallos de la planta de caña de azúcar obtenidos si evidencian diferencias significativas entre ellos, según la dosis de Ácido Indol – 3- Butírico utilizada en la evaluación, por lo cual se procedió a realizar el análisis de medias para determinar la mejor dosis para la producción de biomasa de tallo en la planta de caña de azúcar.

Cuadro 9. Análisis de varianza para el peso seco de tallos (gr) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	6992.35	3496.18		
Época	1	2230.70	2230.70	0.34	0.5693
Dosis	3	856597.81	285532.60	43.48	<0.001**
Época*Dosis	3	23920.13	7973.38	1.21	0.3411
Error	14	91947.26	6567.66		
Total	23	981688.25			
Cv: 15.16					

Cuadro 10. Prueba de medias usando el comparador de Tukey al 5% para peso seco de tallos (gr).

Dosis	Medias	Grupo Tukey
60 ppm	797.83	A
90 ppm	611.79	B
30 ppm	434.13	C
0 ppm	294.97	D

Como lo indica el cuadro 10, la prueba de medias aplicada a la variable peso seco de tallos nos indica que la mejor dosis aplicada de Ácido Indol -3- Butírico, es la de 60 partes por millón, obteniendo un peso de 797.63 gramos, con la dosis de 90 partes por millón se alcanzó un peso de 611.79 gramos, seguido de la dosis de 30 partes por millón teniendo un peso de 434.13 gramos, comparados con el testigo absoluto (0 partes por millón) logrando obtener un peso de 294.97 gramos.

Es decir que la dosis 60 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico es la que proveyó la mayor producción de biomasa, específicamente en tallo de la planta de caña de azúcar, la cual es superior a las demás dosis evaluadas.

9.5 Peso seco de follaje (gr).

Como lo indica el cuadro 11 de análisis de varianza, realizado para la variable de respuesta peso seco de follaje (gr), al igual que la variable en peso húmedo, el peso seco del follaje, presenta diferencias significativas entre las dosis utilizadas de Ácido Indol -3- Butírico, estadísticamente es la única variable que presenta tales diferencias en la variable de respuesta antes mencionada, por lo cual se procedió a la elaboración de la prueba de medias para determinar el mejor tratamiento aplicado.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el peso seco de follaje (gr) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	41059.44	20529.72		
Época	1	1070.94	1070.94	0.08	0.7804
Dosis	3	155750.31	51916.77	3.92	0.0319**
Época*Dosis	3	41981.79	13993.93	1.06	0.3989
Error	14	185515.90	13251.14		
Total	23	425378.39			
Cv: 28.13					

Cuadro 12. Prueba de medias usando el comparador de Tukey al 5% para peso seco de follaje (gr).

Dosis	Medias	Grupo Tukey
90 ppm	508.22	A
60 ppm	435.36	A B
30 ppm	408.27	A B
0 ppm	284.83	B

El cuadro 12, nos muestra los resultados de la pruebas de medias realizado para la variable peso seco de follaje, nos indica que la mejor dosis de Ácido Indol -3- Butírico para la producción de materia seca en el follaje de la planta la caña de azúcar, es la dosis 90 partes por millón teniendo un peso de 508.22 gramos, además la dosis de 60 partes por millón alcanzó un peso de 435.36 gramos y la de 30 partes por millón con un peso de 408.27 gramos, comparadas con el testigo absoluto (0 ppm) obteniendo un peso de 284.83 gramos, esto nos confirma que a mayor dosificación de Ácido Indol -3- Butírico, la producción se maximiza, específicamente en el peso seco de la planta, es decir aumenta la producción de biomasa de follaje en la planta de caña de azúcar.

9.6 Peso seco de raíz (gr).

En el cuadro 13, se muestra el análisis de varianza realizado para la variable peso seco de raíz, donde el análisis de varianza aplicado para esta variable determinó que existe suficiente evidencia estadística; para establecer que existe una diferencia significativa estadísticamente entre las dosis aplicadas de Ácido Indol -3- Butírico. Sin embargo ni la época de aplicación, ni la interacción de ambas variables afecta la producción de peso seco en la raíz de la planta de caña de azúcar. Se procedió a la respectiva prueba de medias utilizando el criterio de Tukey 5% para la determinación de la dosis con mejores resultados para esta investigación.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el peso seco de raíz (gr) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Tab	Pr > F
Bloque	2	1116.18	558.09		
Época	1	42.40	42.40	0.52	0.4828
Dosis	3	2032.74	677.58	8.31	0.0020**
Época*Dosis	3	88.68	29.56	0.36	0.7812
Error	14	1142.13	81.58		
Total	23	4422.13			
Cv: 8.88					

Cuadro 14. Prueba de medias usando el comparador de Tukey al 5% para peso seco de raíz (gr).

Dosis	Medias	Grupo Tukey
90 ppm	115.74	A
60 ppm	102.95	A B
30 ppm	97.39	B
0 ppm	90.67	B

En el cuadro 14, nos muestra la prueba de Tukey realizado para la variable peso seco de raíz de la planta de caña de azúcar, el cual nos indica que las dosis 90 partes por millón alcanzó un peso de 115.74 gramos, seguido de la dosis de 60 partes por millón obtuvo un peso de 102.95 gramos, las dosis de 90 y 60 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico evaluadas respectivamente son las mejores en cuanto a la producción de materia seca de las raíces, comparadas con el testigo absoluto (0 partes por millón) que obtuvo un peso de 90.67 gramos, es decir con estas dosis se estimuló de una mejor manera la producción de biomasa radicular de la planta de caña de azúcar.

9.7 Diámetro de tallo (cm).

Según los datos recabados y el análisis estadístico realizado para la variable de respuesta diámetro de tallos, se determino que no hubo efecto en el diámetro de tallo utilizando las diferentes dosis y las épocas de aplicación de Ácido Indol -3- Butírico, ya que el análisis de varianza no demostró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, como lo indica el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el diámetro de tallos (cm) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	0.01	3.0E-03		
Época	1	4.2E-04	4.2E-04	0.21	0.6570
Dosis	3	4.3E-04	1.4E-04	0.07	0.9743
Época*Dosis	3	4.9E-03	1.6E-03	0.80	0.5122
Error	14	0.03	2.0E-03		
Total	23	0.04			
Cv: 27.00					

9.8 Altura de la planta (m).

De acuerdo al cuadro 16, al igual que la variable de respuesta diámetro, la altura de las plantas no se ve afectada por la aplicación de los tratamientos evaluados, ya que el análisis de varianza realizado para la variable altura de la planta no demostró la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de plantas (m) en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	0.57	0.29		
Época	1	0.13	0.13	0.74	0.4049
Dosis	3	0.29	0.10	0.56	0.6523
Época*Dosis	3	0.49	0.16	0.93	0.4502
Error	14	2.45	0.17		
Total	23	3.93			
Cv: 30.11					

9.9. Número de tallos por yema

En el cuadro 17, se presenta el análisis de varianza realizado para la variables número de tallos por yema a los 75 días después de la aplicación en el cultivo de caña de azúcar, en el cual se determinó que existe suficiente evidencia estadística; para establecer que existe una diferencia significativa estadísticamente entre las dosis aplicadas de Ácido Indol -3- Butírico. Sin embargo ni en la época de aplicación, ni en la interacción de ambas variables afecta la producción de tallos por yema en el cultivo de caña de azúcar. Se procedió a la respectiva prueba de medias utilizando el criterio de Tukey 5% para la determinación de la dosis con mejores resultados para esta investigación.

Cuadro 17. Análisis de varianza para el número de tallos por yema en caña de azúcar, con diferentes tratamientos de AIB, finca Sabana Grande. 2008

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F tab	Pr > F
Bloque	2	1.58	0.79	1.54	0.2538
Época	1	0.00	0.00	0.00	0.9999
Dosis	3	18.33	6.11	11.58	0.0007**
Época*Dosis	3	1.00	0.33	0.65	0.5987
Error	14	6.17	0.51		
Total	23	27.33			
Cv: 10.49					

Cuadro 18. Prueba de medias usando el comparador de Tukey al 5% para el número de tallo por yema.

Dosis	Medias	Grupo Tukey
90 ppm	8	A
30 ppm	7	A
60 ppm	6	A B
0 ppm	5	B

De acuerdo al cuadro 18, de pruebas múltiples de medias para la variable número de tallos por yema, nos indica que la mejor dosis de Ácido Indol -3- Butírico, es la de 90 partes por millón teniendo una brotación de 8 tallos y la dosis 30 partes por millón alcanzó una brotación de 7 tallos respectivamente, con la dosis de 60 partes por millón se alcanzó una brotación de 6 tallos por yema, es de señalar que las dosis de 90 y 30 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico son las superiores en cuanto a la brotación de mayor números de tallos por yema en la planta de caña de azúcar, es decir con estas dosis se estimuló de una mejor manera la brotación de tallos por yema en la planta de caña de azúcar. Dichas dosis fueron superiores comparados con el testigo absoluto (0 partes por millón) que tuvo una brotación de 5 tallos por yema.

10. CONCLUSIONES

1. A la luz de los resultados, estadísticamente, no existieron diferencias significativas con respecto a la época de aplicación de Ácido Indol -3- Butírico, utilizado con fin de aumentar el desarrollo radicular, por lo que se pueden realizar aplicaciones a los 15 días después del corte o a los 30 días después del corte.
2. Estadísticamente, no existieron diferencias significativas en la variable de respuesta peso húmedo de tallo con respecto a las diferentes dosis de aplicación del Ácido Indol -3- Butírico.
3. La dosis de Ácido Indol -3- Butírico de 90 partes por millón, evaluada en la planta de caña de azúcar con respecto a la variable peso húmedo de follaje, obtuvo 1233.99 gramos, seguida por la dosis de 60 partes por millón con un peso de 960.22 gramos, la dosis 30 partes por millón con un peso de 916.53 gramos y por último se encuentra la dosis de 0 partes por millón con un peso de 683.99 gramos.
4. Con la dosis evaluada de Ácido Indol -3- Butírico de 90 partes por millón en la planta de caña de azúcar, con respecto a la variable peso húmedo de raíz, obtuvo un peso de 269.03 gramos, seguido de la dosis de 60 partes por millón alcanzando un peso de 210.03 gramos, con la dosis de 30 partes por millón se logro obtener un peso de 191 gramos y por último la dosis de 0 partes por millón obtuvo un peso de 161.09 gramos.
5. La dosis evaluada en la planta de caña de azúcar de 60 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico, es la que presenta la mejor producción en peso seco de tallos, obteniendo un peso de 797.83 gramos, seguido de la dosis de 90 partes por millón con un peso de 611.79 gramos, con la dosis de 30 partes por millón se alcanzó un peso de 434.13 gramos y por último la dosis de 0 partes por millón se obtuvo un peso de 294.97 gramos.

6. La dosis aplicada de Ácido Indol -3- Butírico de 90 partes por millón, en la variable peso seco de follaje en la planta de caña de azúcar, obtuvo un peso de 508.22 gramos, seguido de la dosis 60 partes por millón que alcanzo un peso de 435.36 gramos y la de 30 partes por millón con un peso de 408.27 gramos, y por último la dosis de 0 partes por millón obtuvo un peso de 284.83 gramos a los 75 días después de la aplicación.
7. La dosis evaluada de Ácido Indol -3- Butírico de 90 partes por millón en la planta de caña de azúcar, fue la que influyó en la variable peso seco de raíz, logrando un peso de 115.74 gramos, seguido de la dosis de 60 partes por millón teniendo un peso de 102.95 gramos y por último la dosis de 0 partes por millón obtuvo un peso de 90.67 gramos a los 75 días después de la aplicación.
8. Para las variables evaluadas diámetro y altura de las plantas, estadísticamente no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo tanto, ni la época de aplicación, ni la dosis de Acido Indol -3- Butírico, influyen en las dos variables evaluadas en la planta de caña de azúcar.
9. La dosis evaluada en la planta de caña de azúcar de 90 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico, con respecto a la variable números de tallos por yema, es la que presenta una brotación de 8 tallos por yema, seguido de la dosis 30 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico con una brotación de 7 tallos por yema, con la dosis de 60 parte por millón de Ácido Indol -3- Butírico se obtuvo una brotación de 6 tallos por yema y por último la dosis 0 partes por millón tuvo una brotación de 5 tallos por yema.
10. La dosis de 90 ppm Ácido Indol -3- Butírico, estadísticamente, arrojó los mejores resultados en cuanto a las variables peso fresco de follaje y raíz (1233.99 gramos y 269.03 gramos respectivamente) y peso seco de follaje y raíz (508.22 gramos y 115.74 gramos respectivamente) en comparación a las otras dosis evaluadas.

11. La aplicación de Ácido Indol -3- Butírico al favorecer la producción de raíces, provee una alternativa viable para la mejora sustentable del desarrollo de la planta de caña de azúcar, lo cual favorece en factores como producción de azúcar y producción de biomasa por unidad de área.

11. RECOMENDACIONES

1. Para el mayor rendimiento en peso húmedo y peso seco de follaje, peso húmedo y peso seco de raíz en la planta de caña de azúcar se recomienda la dosis de 90 partes por millón de Ácido Indol -3- Butírico.
2. Con el objetivo de realizar estudios a escala semicomerciales, se recomienda hacer evaluaciones con parcelas experimentales de un tamaño adecuado que permita cumplir con los requerimientos, donde se deben estudiar los factores que presentaron significancia estadística en este estudio y que para el investigador sean de mayor interés.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguayo J, JS; Palma, M; Valenzuela, C. 2001. Guía de laboratorio: reguladores de crecimiento (en línea). Argentina, Universidad de Concepción. Consultado 4 mayo 2007. Disponible en: <http://www.google.com.gt/search?hl=es&q=Gu%C3%ADa+de+Laboratorio+%22Reguladores+de+Crecimiento+%22.+Universidad+de+Concepci%C3%B3n+%E2%80%93+Argentina.+&btnG=Buscar+con+Google&lr=>
2. Amaya Estévez, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. *In* Congreso el cultivo de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Ed. por Carlos Buenaventura. Memoria. Cali, Colombia, Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar. p. 21-303.
3. Boesche, A. 2007. Agroindustria: la zafra 2006-2007: informe preliminar (en línea). Guatemala, Asazgua. Consultado 8 mayo 2007. Disponible en: <http://www.prensalibre.com.gt/pl/2007/febrero/19/163753.html>
4. Camargo B, I; Bernal, J; 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.
5. CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1994. Estudio semidetallado de usos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. 242 p.
6. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. Devlin, MR. 1980. Fisiología vegetal. Barcelona, España, Omega. 412 p.
8. Fernández, G; Johnsto, M. 1986. Fisiología vegetal experimental 1986 (en línea). San José, Costa Rica. IICA. (Serie Libros y Materiales Educativos no. 58). Consultado 25 abr 2007. Disponible en http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/fernandezq01/portada.html
9. Flores, S. 1976. Manual de la caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 75 p.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1994. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Santa Lucia, no. 1958-I. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
11. IICA, CR. 1987. Memoria: curso de tejido vegetal (2, 1987, Turrialba, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica. 124 p.

12. Intercontinental Import Export, MX. 2006. Ácido indol-butírico y ácido indol-acético avances en el conocimiento de la bio-síntesis, regulación accional e interacción de las auxinas. México, Intercontinental. 17 p.
13. Lucas Carrillo, EA. 1997. Auxinas (en línea). España. Consultado 30 abr 2007. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/auxinas/auxinas.shtml>
14. Meyer, BS; Anderson, DB; Böhning, HR. 1960. Introducción a la fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina, Universitaria de Buenos Aires. 210 p.
15. Montaldi, ER. 1995. Principios de fisiología vegetal. Buenos Aires, Argentina, Ediciones Sur. 175 p.
16. Morales, J. 1994. Diagnostico general del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y sus principales problemas, en la finca Cañaverales del Sur, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 50 p.
17. Moya Varas, MP. 2003. Evaluación del producto Acti-Root en la actividad radicular de plántulas de Nema-guard (en línea). Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. Consultado 3 mayo 2007. Disponible en: http://www.puc.cl/agronomia/d_investigacion/Proyectos/ProyectosTitulos/pdf/Pi_aMoya.pdf
18. Obiols del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala: según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
19. Perdomo, E. 1986. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas, mineralógicas y cartografía de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
20. Ray, PM. 1964. La planta viviente. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. México, Continental. 272 p.
21. Reynoso, L. 2003. Efecto de la aplicación de fósforo en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en primera soca, variedad PR-872080, en suelos andisoles de la finca Cañaverales del Sur. Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 45 p.
22. Rodríguez Barrientos, R; Castillo Valdez, Y; Prieto Carratalá, Y. 2006. Fisiología vegetal (en línea). La Habana, Cuba, Universidad de La Habana, Facultad de Biología. Consultado 6 mayo 2007. 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>

23. Rojas Garcidueñas, M; Rovalomerino, M. 1979. Fisiología vegetal. 2 ed. Monterrey, México, McGraw-Hill. 230 p.
24. Salisbury, FB; Cleon, WR. 1994. Fisiología vegetal. Trad. por Virgilio González Velásquez. México, Iberoamérica. 325 p.
25. Sánchez, T. 2004. Caña de azúcar: guía de estudio (en línea). Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Consultado 22 jul 2007. Disponible en: http://espanol.geocities.com/cultivosuno/cana_de_azucar.htm
26. Sanfuentes J, HS. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 420 p.
27. SEGEPLAN (Secretaria General de Planificación Económica, GT); INDE (Instituto Nacional de Electrificación GT); INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
28. Simmons, CH; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
29. Solar, CD; Valdebenito, MN Del y. 1993. Estudio sobre primordios radiculares en patrones de vid, tratados con AIB. Revista Aconex 42:5-9.
30. Subirós Ruiz, F. 1995. El cultivo de caña de azúcar: plagas de la caña de azúcar. Costa Rica, EUNED. p. 211-239.
31. Testimonio de escritura pública de constitución de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla.
32. Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recursos hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.

13. APENDICE

CUADRO 18A. Promedio de diámetro (cm) y altura (m) de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana grande. 2008

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP1 0 ppm	1	0.22	EP1 0 ppm	1	1.55
EP1 0 ppm	2	0.10	EP1 0 ppm	2	1.48
EP1 0 ppm	3	0.10	EP1 0 ppm	3	1.46
		0.14			1.50

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP1 30 ppm	1	0.16	EP1 30 ppm	1	1.18
EP1 30 ppm	2	0.11	EP1 30 ppm	2	1.85
EP1 30 ppm	3	0.20	EP1 30 ppm	3	1.32
		0.15			1.45

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP1 60 ppm	1	0.21	EP1 60 ppm	1	1.56
EP1 60 ppm	2	0.09	EP1 60 ppm	2	1.49
EP1 60 ppm	3	0.19	EP1 60 ppm	3	1.04
		0.16			1.36

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP1 90 ppm	1	0.23	EP1 90 ppm	1	1.71
EP1 90 ppm	2	0.16	EP1 90 ppm	2	1.47
EP1 90 ppm	3	0.18	EP1 90 ppm	3	1.44
		0.19			1.54

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 0 ppm	1	0.12	EP2 0 ppm	1	1.69
EP2 0 ppm	2	0.23	EP2 0 ppm	2	1.09
EP2 0 ppm	3	0.20	EP2 0 ppm	3	1.02
		0.18			1.27

		PROMEDIO		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 30 ppm	1	0.21	EP2 30 ppm	1	1.25
EP2 30 ppm	2	0.17	EP2 30 ppm	2	2.43
EP2 30 ppm	3	0.15	EP2 30 ppm	3	1.31
		0.17			1.66

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 60 ppm	1	0.19	EP2 60 ppm	1	1.00
EP2 60 ppm	2	0.16	EP2 60 ppm	2	0.99
EP2 60 ppm	3	0.15	EP2 60 ppm	3	0.93
		0.17			0.98

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 90 ppm	1	0.14	EP2 90 ppm	1	2.33
EP2 90 ppm	2	0.15	EP2 90 ppm	2	0.87
EP2 90 ppm	3	0.18	EP2 90 ppm	3	0.88
		0.15			1.36

CUADRO 19A. Promedio de peso fresco (gr) de tallo y raíz de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 0 ppm	1	915.21	EP1 0 ppm	1	158.83
EP1 0 ppm	2	754.57	EP1 0 ppm	2	139.45
EP1 0 ppm	3	1139.01	EP1 0 ppm	3	222.54
		936.26			173.61

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 30 ppm	1	1498.59	EP1 30 ppm	1	175.30
EP1 30 ppm	2	8570.89	EP1 30 ppm	2	164.60
EP1 30 ppm	3	1677.56	EP1 30 ppm	3	249.56
		3915.68			196.49

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 60 ppm	1	1872.78	EP1 60 ppm	1	179.08
EP1 60 ppm	2	1574.96	EP1 60 ppm	2	177.42
EP1 60 ppm	3	1805.88	EP1 60 ppm	3	241.74
		1751.21			199.41

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 90 ppm	1	2358.98	EP1 90 ppm	1	354.40
EP1 90 ppm	2	1968.35	EP1 90 ppm	2	236.85
EP1 90 ppm	3	2920.15	EP1 90 ppm	3	286.74
		2415.83			292.67

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP2 0 ppm	1	828.91	EP2 0 ppm	1	181.03
EP2 0 ppm	2	773.52	EP2 0 ppm	2	142.67
EP2 0 ppm	3	940.92	EP2 0 ppm	3	122.03
		847.78			148.57

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP2 30 ppm	1	1595.12	EP2 30 ppm	1	236.15
EP2 30 ppm	2	1142.58	EP2 30 ppm	2	156.20
EP2 30 ppm	3	1019.72	EP2 30 ppm	3	172.00
		1252.47			188.12

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP2 60 ppm	1	1589.70	EP2 60 ppm	1	242.62
EP2 60 ppm	2	1660.22	EP2 60 ppm	2	190.54
EP2 60 ppm	3	1607.26	EP2 60 ppm	3	220.97
		1619.06			218.04

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP2 90 ppm	1	2182.73	EP2 90 ppm	1	263.74
EP2 90 ppm	2	1464.01	EP2 90 ppm	2	236.06
EP2 90 ppm	3	2142.82	EP2 90 ppm	3	236.38
		1929.85			245.39

CUADRO 20A. Promedio de peso fresco (gr) de hoja de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP1 0 ppm	1	691.52
EP1 0 ppm	2	479.57
EP1 0 ppm	3	902.00
		691.03

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP1 30 ppm	1	933.78
EP1 30 ppm	2	564.73
EP1 30 ppm	3	916.17
		804.89

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP1 60 ppm	1	1248.90
EP1 60 ppm	2	845.88
EP1 60 ppm	3	1599.69
		1231.49

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP1 90 ppm	1	1652.64
EP1 90 ppm	2	1142.65
EP1 90 ppm	3	1180.68
		1325.32

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 0 ppm	1	809.23
EP2 0 ppm	2	553.80
EP2 0 ppm	3	667.81
		676.95

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 30 ppm	1	911.01
EP2 30 ppm	2	813.17
EP2 30 ppm	3	676.78
		800.32

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 60 ppm	1	1127.62
EP2 60 ppm	2	824.21
EP2 60 ppm	3	798.54
		916.79

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 90 ppm	1	689.18
EP2 90 ppm	2	1143.67
EP2 90 ppm	3	1595.12
		1142.66

CUADRO 21A. Promedio de peso seco (gr) de tallo y raíz de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 0 ppm	1	466.73	EP1 0 ppm	1	104.67
EP1 0 ppm	2	269.51	EP1 0 ppm	2	75.20
EP1 0 ppm	3	202.65	EP1 0 ppm	3	104.88
		312.96			94.92

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 30 ppm	1	402.18	EP1 30 ppm	1	94.02
EP1 30 ppm	2	290.65	EP1 30 ppm	2	86.73
EP1 30 ppm	3	825.47	EP1 30 ppm	3	105.98
		506.10			95.58

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 60 ppm	1	860.79	EP1 60 ppm	1	107.77
EP1 60 ppm	2	875.86	EP1 60 ppm	2	94.64
EP1 60 ppm	3	523.22	EP1 60 ppm	3	109.54
		753.29			103.98

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 90 ppm	1	655.94	EP1 90 ppm	1	122.32
EP1 90 ppm	2	600.03	EP1 90 ppm	2	106.53
EP1 90 ppm	3	558.80	EP1 90 ppm	3	123.90
		604.92			117.58

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP2 0 ppm	1	337.80	EP2 0 ppm	1	101.70
EP2 0 ppm	2	225.16	EP2 0 ppm	2	77.84
EP2 0 ppm	3	267.96	EP2 0 ppm	3	79.74
		276.97			86.43

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP2 30 ppm	1	375.74	EP2 30 ppm	1	117.58
EP2 30 ppm	2	562.30	EP2 30 ppm	2	93.08
EP2 30 ppm	3	450.68	EP2 30 ppm	3	83.36
		462.91			98.01

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP2 60 ppm	1	713.38	EP2 60 ppm	1	102.84
EP2 60 ppm	2	769.31	EP2 60 ppm	2	100.08
EP2 60 ppm	3	742.18	EP2 60 ppm	3	106.40
		741.62			103.11

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP2 90 ppm	1	657.94	EP2 90 ppm	1	122.66
EP2 90 ppm	2	591.45	EP2 90 ppm	2	107.42
EP2 90 ppm	3	606.55	EP2 90 ppm	3	111.58
		618.65			113.89

CUADRO 22A. Promedio de peso seco (gr) de hoja de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)
EP1 0 ppm	1	254.01
EP1 0 ppm	2	210.41
EP1 0 ppm	3	387.92
		284.11

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)
EP1 30 ppm	1	305.03
EP1 30 ppm	2	223.83
EP1 30 ppm	3	468.54
		332.47

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)
EP1 60 ppm	1	577.57
EP1 60 ppm	2	387.63
EP1 60 ppm	3	519.58
		494.93

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)
EP1 90 ppm	1	589.04
EP1 90 ppm	2	534.06
EP1 90 ppm	3	532.58
		551.89

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO PSHOJA (gr)
EP2 0 ppm	1	288.62
EP2 0 ppm	2	252.54
EP2 0 ppm	3	315.47
		285.54

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO PSHOJA (gr)
EP2 30 ppm	1	730.32
EP2 30 ppm	2	332.60
EP2 30 ppm	3	338.28
		467.07

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO PSHOJA (gr)
EP2 60 ppm	1	436.75
EP2 60 ppm	2	373.72
EP2 60 ppm	3	367.94
		392.80

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO PSHOJA (gr)
EP2 90 ppm	1	323.79
EP2 90 ppm	2	490.62
EP2 90 ppm	3	579.23
		464.55

CUADRO 23A. Resumen de las variables diámetro (cm) y altura (m) de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO ALTURA (m)
EP1 0 ppm	1	0.22	EP1 0 ppm	1	1.55
EP1 0 ppm	2	0.10	EP1 0 ppm	2	1.48
EP1 0 ppm	3	0.10	EP1 0 ppm	3	1.46

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO ALTURA (m)
EP1 30 ppm	1	0.16	EP1 30 ppm	1	1.18
EP1 30 ppm	2	0.11	EP1 30 ppm	2	1.85
EP1 30 ppm	3	0.20	EP1 30 ppm	3	1.32

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO ALTURA (m)
EP1 60 ppm	1	0.21	EP1 60 ppm	1	1.56
EP1 60 ppm	2	0.09	EP1 60 ppm	2	1.49
EP1 60 ppm	3	0.19	EP1 60 ppm	3	1.04

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO ALTURA (m)
EP1 90 ppm	1	0.23	EP1 90 ppm	1	1.71
EP1 90 ppm	2	0.16	EP1 90 ppm	2	1.47
EP1 90 ppm	3	0.18	EP1 90 ppm	3	1.44

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 0 ppm	1	0.12	EP2 0 ppm	1	1.69
EP2 0 ppm	2	0.23	EP2 0 ppm	2	1.09
EP2 0 ppm	3	0.20	EP2 0 ppm	3	1.02

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 30 ppm	1	0.21	EP2 30 ppm	1	1.25
EP2 30 ppm	2	0.17	EP2 30 ppm	2	2.43
EP2 30 ppm	3	0.15	EP2 30 ppm	3	1.31

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 60 ppm	1	0.19	EP2 60 ppm	1	1.00
EP2 60 ppm	2	0.16	EP2 60 ppm	2	0.99
EP2 60 ppm	3	0.15	EP2 60 ppm	3	0.98

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	DIAMETRO (cm)	TRATAMIENTO	BLOQUE	ALTURA (m)
EP2 90 ppm	1	0.14	EP2 90 ppm	1	2.33
EP2 90 ppm	2	0.15	EP2 90 ppm	2	0.87
EP2 90 ppm	3	0.18	EP2 90 ppm	3	0.88

CUADRO 24A. Resumen de las variables peso fresco de tallo y raíz (gr) de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 0 ppm	1	915.21	EP1 0 ppm	1	158.83
EP1 0 ppm	2	754.57	EP1 0 ppm	2	139.45
EP1 0 ppm	3	1139.01	EP1 0 ppm	3	222.54

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 30 ppm	1	1498.59	EP1 30 ppm	1	175.30
EP1 30 ppm	2	8570.89	EP1 30 ppm	2	164.60
EP1 30 ppm	3	1677.56	EP1 30 ppm	3	249.56

		PROMEDIO			PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)
EP1 60 ppm	1	1872.78	EP1 60 ppm	1	179.08
EP1 60 ppm	2	1574.96	EP1 60 ppm	2	177.42
EP1 60 ppm	3	1805.88	EP1 60 ppm	3	241.74

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)		
EP1 90 ppm	1	2358.98	EP1 90 ppm	1	354.40		
EP1 90 ppm	2	1968.35	EP1 90 ppm	2	236.85		
EP1 90 ppm	3	2920.15	EP1 90 ppm	3	286.74		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)		
EP2 0 ppm	1	828.91	EP2 0 ppm	1	181.03		
EP2 0 ppm	2	773.52	EP2 0 ppm	2	142.67		
EP2 0 ppm	3	940.92	EP2 0 ppm	3	122.03		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)		
EP2 30 ppm	1	1595.12	EP2 30 ppm	1	236.15		
EP2 30 ppm	2	1142.58	EP2 30 ppm	2	156.20		
EP2 30 ppm	3	1019.72	EP2 30 ppm	3	172.00		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)		
EP2 60 ppm	1	1589.70	EP2 60 ppm	1	242.62		
EP2 60 ppm	2	1660.22	EP2 60 ppm	2	190.54		
EP2 60 ppm	3	1607.26	EP2 60 ppm	3	220.97		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PFRAIZ (gr)		
EP2 90 ppm	1	2182.73	EP2 90 ppm	1	263.74		
EP2 90 ppm	2	1464.01	EP2 90 ppm	2	236.06		
EP2 90 ppm	3	2142.82	EP2 90 ppm	3	236.38		

CUADRO 25A. Resumen de la variable peso fresco de hoja (gr) de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)	
EP1 0 ppm	1	691.52	
EP1 0 ppm	2	479.57	
EP1 0 ppm	3	902.00	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)	
EP1 30 ppm	1	933.78	
EP1 30 ppm	2	564.73	
EP1 30 ppm	3	916.17	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)	
EP1 60 ppm	1	1248.90	
EP1 60 ppm	2	845.88	
EP1 60 ppm	3	1599.69	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)	
EP1 90 ppm	1	1652.64	
EP1 90 ppm	2	1142.65	
EP1 90 ppm	3	1180.68	

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 0 ppm	1	809.23
EP2 0 ppm	2	553.80
EP2 0 ppm	3	667.81

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 30 ppm	1	911.01
EP2 30 ppm	2	813.17
EP2 30 ppm	3	676.78

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 60 ppm	1	1127.62
EP2 60 ppm	2	824.21
EP2 60 ppm	3	798.54

		PROMEDIO
TRATAMIENTO	BLOQUE	PFHOJA (gr)
EP2 90 ppm	1	689.18
EP2 90 ppm	2	1143.67
EP2 90 ppm	3	1595.12

CUADRO 26A. Resumen de las variables peso seco (gr) tallo y raíz de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande, 2008.

PROMEDIO			PROMEDIO		
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 0 ppm	1	466.73	EP1 0 ppm	1	104.67
EP1 0 ppm	2	269.51	EP1 0 ppm	2	75.20
EP1 0 ppm	3	202.65	EP1 0 ppm	3	104.88

PROMEDIO			PROMEDIO		
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 30 ppm	1	402.18	EP1 30 ppm	1	94.02
EP1 30 ppm	2	290.65	EP1 30 ppm	2	86.73
EP1 30 ppm	3	825.47	EP1 30 ppm	3	105.98

PROMEDIO			PROMEDIO		
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 60 ppm	1	860.79	EP1 60 ppm	1	107.77
EP1 60 ppm	2	875.86	EP1 60 ppm	2	94.64
EP1 60 ppm	3	523.22	EP1 60 ppm	3	109.54

PROMEDIO			PROMEDIO		
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP1 90 ppm	1	655.94	EP1 90 ppm	1	122.32
EP1 90 ppm	2	600.03	EP1 90 ppm	2	106.53
EP1 90 ppm	3	558.80	EP1 90 ppm	3	123.90

PROMEDIO			PROMEDIO		
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)
EP2 0 ppm	1	337.80	EP2 0 ppm	1	101.70
EP2 0 ppm	2	225.16	EP2 0 ppm	2	77.84
EP2 0 ppm	3	267.96	EP2 0 ppm	3	79.74

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)		
EP2 30 ppm	1	375.74	EP2 30 ppm	1	117.58		
EP2 30 ppm	2	562.30	EP2 30 ppm	2	93.08		
EP2 30 ppm	3	450.68	EP2 30 ppm	3	83.36		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)		
EP2 60 ppm	1	713.38	EP2 60 ppm	1	102.84		
EP2 60 ppm	2	769.31	EP2 60 ppm	2	100.08		
EP2 60 ppm	3	742.18	EP2 60 ppm	3	106.40		

		PROMEDIO				PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSTALLO (gr)	TRATAMIENTO	BLOQUE	PSRAIZ (gr)		
EP2 90 ppm	1	657.94	EP2 90 ppm	1	122.66		
EP2 90 ppm	2	591.45	EP2 90 ppm	2	107.42		
EP2 90 ppm	3	606.55	EP2 90 ppm	3	111.58		

CUADRO 27A. Resumen de la variable peso seco de hoja (gr) de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP1 0 ppm	1	254.01	
EP1 0 ppm	2	210.41	
EP1 0 ppm	3	387.92	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP1 30 ppm	1	305.03	
EP1 30 ppm	2	223.83	
EP1 30 ppm	3	468.54	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP1 60 ppm	1	577.57	
EP1 60 ppm	2	387.63	
EP1 60 ppm	3	519.58	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP1 90 ppm	1	589.04	
EP1 90 ppm	2	534.06	
EP1 90 ppm	3	532.58	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP2 0 ppm	1	288.62	
EP2 0 ppm	2	252.54	
EP2 0 ppm	3	315.47	

		PROMEDIO	
TRATAMIENTO	BLOQUE	PSHOJA (gr)	
EP2 30 ppm	1	730.32	
EP2 30 ppm	2	332.60	
EP2 30 ppm	3	338.28	

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO
		PSHOJA (gr)
EP2 60 ppm	1	436.75
EP2 60 ppm	2	373.72
EP2 60 ppm	3	367.94

TRATAMIENTO	BLOQUE	PROMEDIO
		PSHOJA (gr)
EP2 90 ppm	1	323.79
EP2 90 ppm	2	490.62
EP2 90 ppm	3	579.23

CUADRO 28A. Promedio de la variable número tallos por yema de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande, 2008

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP1 0 ppm	1	5
EP1 0 ppm	2	5
EP1 0 ppm	3	6
		5

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP1 30 ppm	1	7
EP1 30 ppm	2	8
EP1 30 ppm	3	7
		7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP1 60 ppm	1	8
EP1 60 ppm	2	7
EP1 60 ppm	3	6
		7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP1 90 ppm	1	9
EP1 90 ppm	2	7
EP1 90 ppm	3	7
		8

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP2 0 ppm	1	6
EP2 0 ppm	2	6
EP2 0 ppm	3	5
		6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP2 30 ppm	1	7
EP2 30 ppm	2	8
EP2 30 ppm	3	7
		7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP2 60 ppm	1	7
EP2 60 ppm	2	6
EP2 60 ppm	3	6
		6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLO
		MACOLLA
EP2 90 ppm	1	8
EP2 90 ppm	2	8
EP2 90 ppm	3	8
		8

CUADRO 29A. Resumen de la variable número de tallos por yema de los diferentes tratamientos con AIB, en caña de azúcar, en finca Sabana Grande. 2008

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP1 0ppm	1	6
EP1 0ppm	2	6
EP1 0ppm	3	6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP1 60ppm	1	6
EP1 60ppm	2	7
EP1 60ppm	3	6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP2 0ppm	1	6
EP2 0ppm	2	7
EP2 0ppm	3	7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP2 60ppm	1	5
EP2 60ppm	2	7
EP2 60ppm	3	6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP1 0ppm	1	6
EP1 0ppm	2	6
EP1 0ppm	3	6

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP1 90ppm	1	9
EP1 90ppm	2	7
EP1 90ppm	3	7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP2 30ppm	1	6
EP2 30ppm	2	4
EP2 30ppm	3	7

TRATAMIENTO	BLOQUE	TALLOS/MACOLLA
EP2 90ppm	1	7
EP2 90ppm	2	6
EP2 90ppm	3	7