

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**Evaluación del efecto de dos bioestimulantes (ETHREL 48 SL y PROFERT) en la germinación de tres variedades (CP 72-2086, Mex 79-431 y PR 83-1172) de caña de azúcar (Saccharum officinarum).**

**Por:**

**ARNOLDO GRANADOS RIVAS.**

**VICTOR ALBERTO MARQUEZ HENRIQUEZ.**

**JORGE ARMANDO RAMIREZ MACHADO.**

**Requisito para Optar al Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**SAN MIGUEL, DICIEMBRE DE 2,003.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:** DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.

**SECRETARIA GENERAL:** LICDA. MARGARITA MUÑOZ.

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**

**DECANO:** ING. AGR. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ.

**SECRETARIA:** LICDA. LOURDES PRUDENCIO.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS.**

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MÁRMOL CANJURA.

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. M. SC. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA.

**DOCENTE DIRECTOR:**

ING. AGR. JAIME SANTOS RODAS.

## RESUMEN.

El cultivo de la caña de azúcar, en El Salvador es uno de los cultivos agroindustriales de mucha importancia por el gran aporte al producto interno bruto (PIB), es así como en el año 2000 aportó el 2.98%; además se destaca por generar 137,600 empleos directos (3).

Este cultivo se adaptarse a diferentes tipos de suelos. En el país se caracteriza por ser cultivado mayormente en la zona costera, por presentar condiciones favorables al cultivo.

La presente investigación se realizó en la hacienda San José, ubicada en el Cantón El Jute, Municipio de San Miguel. El objetivo principal del estudio fue evaluar 3 variedades de caña de azúcar (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172), dos bioestimulantes comerciales como lo son el ETHREL 48 SL y PROFERT y un control (sin bioestimulante), aplicado en forma de rociado a la caña ya depositada al fondo del surco al momento de la siembra para mejorar la germinación de la caña de azúcar (Saccharum officinarum), más un control (sin bioestimulante). El estudio tuvo una duración de 100 días, realizado del 19 de Marzo al 27 de Junio del 2002, la evaluación del estudio se realizo a través de las variables: Promedio de brotes emergidos, promedio de altura de plantas, promedio de diámetro de la planta y población de plantas. Aplicando el diseño estadístico de bloques al azar con arreglo factorial, con nueve tratamientos y tres repeticiones por tratamientos, los análisis de varianza que presentaron diferencias estadísticas se les aplicó la prueba de Duncan para determinar las diferencias entre medias.

Los tratamientos en estudio fueron: T1(CP 72-2086 sin Bioestimulante), T2(Mex 79-431 sin Bioestimulante), T3(PR 83-1172 sin Bioestimulante), T4(CP 72-2086 con ETHREL 48 SL), T5(Mex 79-431 con ETHREL 48 SL), T6(PR 83-

1172 con ETHREL 48 SL), T7(CP 72-2086 con PROFERT), T8(Mex 79-431 con PROFERT) y T9(PR 83-1172 con PROFERT).

Al final del estudio, el análisis estadístico demostró que para el promedio de brotes emergidos existieron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.01$ ) entre tratamientos, con el siguiente comportamiento de manera descendente: T4 (3.2286 brotes/metro lineal), T1 (3.0191 brotes/metro lineal), T8(2.6381 brotes/metro lineal), T4(2.2953 brotes/metro lineal), T5(2.2667 brotes/metro lineal), T2(1.7819 brotes/metro lineal), T6(1.2000 brotes/metro lineal) y T3(1.1639 brotes/metro lineal).

Con respecto al promedio de altura de plantas al final del estudio (100 días) no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, se observaron diferencias aritméticas: T4 (63.2667 cm), T8(62.1556 cm), T1(60.6222 cm), T7(60.333 cm), T6(59.8667 cm), T5(58.7778 cm), T9(58.5333 cm), T3(52.6662 cm) y T2(49.5778 cm).

Para el promedio de diámetro de la planta al final del estudio los tratamientos fueron similares entre sí, observándose únicamente diferencias aritméticas donde T6(2.2805 cm), T4(2.2429 cm), T7(2.2031 cm), T1(2.1611 cm), T3(2.1529 cm), T5(2.1460 cm), T8(2.0800 cm), T2(2.0449 cm) y T9(1.8273 cm).

Con relación a la población de plantas al final del estudio (100 días) se observó que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.01$ ) entre tratamientos comportándose descendentemente de la siguiente forma T4(16.4444 cm), T1(14.5556 cm), T8(14.0000 cm), T7(13.8889 cm), T5(11.7778 cm), T6(8.3333 cm), T3(8.1111 cm), T9(8.1111 cm) y T2(7.6667 cm).

Por lo que se recomienda usar la variedad CP 72-2086 o la MEX 79-431y como bioestimulante el ETHREL 48 SL o no usar bioestimulante.

## **AGRADECIMIENTO.**

- De manera muy especial nuestros mas sinceros agradecimientos a nuestro asesor Ing. Ag. Jaime Santos Rodas, quien con mucha voluntad paciencia y dedicación; nos brindo no solo sus conocimientos, sino también su valioso tiempo en las diferentes etapas de nuestra investigación.
  
- Al señor Luis Gutiérrez, por habernos prestados muy amablemente sus instalaciones donde se desarrolló la fase experimental.
  
- Al Ingenio Chaparrastique por su colaboración en facilitarnos información y la logística de la investigación.
  
- A nuestros docentes, en especial a los profesores del Departamento de Ciencias Agronómicas por brindarnos los conocimientos académicos necesarios.
  
- A la Universidad de El Salvador por habernos dado la formación profesional.

## **DEDICATORIA.**

- A nuestro Señor Jesucristo: por haberme iluminado y dado la fuerza en todo el proceso de mi formación profesional.
  
- A mis Padres Carlos Granado y Fidelina Rivas de Granado, por darme el apoyo moral en los momentos mas difíciles.
  
- A mi hija: Glenda Noemí Granados por ser un motivo de mi esfuerzo.
  
- A mis hermanos: Lorena Morayma, Juan Carlos, Adelina Catalina y José Alfredo, por acompañarme y darme el apoyo de seguir adelante.
  
- A mis compañeros de trabajo de la sección se física de la FMO, por su valiosa colaboración y comprensión en todo mi proceso universitario.
  
- A mis compañeros de tesis: por haber compartido los momentos mas difíciles en todos los años de estudio.

Arnoldo

## **DEDICATORIA.**

- A Dios todopoderoso, por darme sabiduría, bendecirme y guiarme para lograr mis metas.
- A mis Madre: Bertha Henríquez viuda de Márquez por que siempre me ha brindado su apoyo incondicional con el que he logrado mi formación académica, ética y moral.
- A mis Tíos: por que de manera directa e indirecta siempre me han ayudado.
- A mis Hermanas: por comprenderme y orientarme con consejos y buen ejemplo.
- A mi sobrina Helen Lourdes por que con su sonrisa angelical me motivaron a seguir adelante.
- A mis Maestros por contribuir en mi formación académica.
- A mis compañeros y amigos por comprenderme y ayudarme cuando lo necesité.

Victo Alberto.

## **DEDICATORIA.**

- A Dios todopoderoso, que ilumino mi camino para seguir adelante y darme la capacidad de prepararme académicamente.
- A mis Padres: Tomás Ramírez y Ana Julia Machado de Ramírez quien con su paciencia, amor y abnegación se esforzaron para mi formación profesional.
- A mis Hermanos: Roxana Beatriz y Gustavo Alberto por acompañarme y darme fuerzas para seguir adelante.
- A mis tías: porque de manera directa e indirecta siempre me han ayudado a seguir adelante.
- A mis primas: por haberme dado fuerza para seguir adelante en mi formación académica.
- A mis sobrinos: Kevin Antonio, Karla Beatriz y Karen Stefany, porque con su ternura me dieron fuerza a seguir adelante.
- A mis amigos y compañeros de estudio que me brindaron fuerzas para seguir adelante.

Jorge Armando.



2.3.4.	Maduración.....	11
2.3.4.1.	Variedades tempranas.....	11
2.3.4.2.	Variedades intermedias.....	12
2.3.4.3.	Variedades tardías.....	12
2.3.5.	Floración.....	12
2.4.	Variedades de caña de azúcar investigadas.....	12
2.4.1.	CP 72-2086.....	13
2.4.1.1.	Siembra.....	13
2.4.1.2.	Adaptabilidad al suelo.....	13
2.4.1.3.	Características industriales.....	14
2.4.2.	Mex. 79-421.....	14
2.4.2.1.	Siembra.....	14
2.4.2.2.	Adaptabilidad al suelo.....	14
2.4.2.3.	Características industriales.....	15
2.4.3.	PR 83-1172.....	15
2.4.3.1.	Siembra.....	15
2.4.3.2.	Adaptabilidad al suelo.....	16
2.4.3.3.	Características industriales.....	16
2.5.	Bioestimulante usados.....	16
2.5.1.	ETHREL 48 SL.....	16
2.5.2.	PROFERT.....	17
2.6.	Manejo del cultivo de caña.....	18
2.6.1.	Requerimientos climáticos y suelo.....	18
2.6.1.1.	Temperatura.....	18
2.6.1.2.	Luminosidad.....	19
2.6.1.3.	Precipitación.....	19
2.6.1.4.	Requerimientos edáficos.....	20

2.6.2.	Preparación del suelo.....	20
2.6.3.	Siembra.....	21
2.6.3.1.	Propagación.....	22
2.6.3.2.	Tratamiento de la semilla.....	23
2.6.3.3.	Época de siembra.....	23
2.6.3.4.	Método de siembra.....	24
2.6.4.	Limpieza.....	24
2.6.5.	Fertilización del suelo.....	24
2.6.6.	Control de plagas y enfermedades.....	25
3.	MATERIALES Y METODOS.....	26
3.1.	Materiales.....	26
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	26
3.1.2.	Características climáticas.....	26
3.1.3.	Características edáficas.....	26
3.1.4.	Duración del ensayo.....	27
3.1.5.	Unidades experimentales.....	27
3.1.6.	Equipo.....	27
3.2.	Metodología experimental.....	28
3.2.1.	Preparación del suelo.....	28
3.2.2.	Trazado y estaquillado.....	28
3.2.3.	Aleatorización de las parcelas.....	28
3.2.4.	Siembra.....	28
3.2.5.	Aplicación de Bioestimulante a la semilla.....	29
3.2.6.	Limpia.....	29
3.2.7.	Control de plagas del suelo.....	30
3.2.8.	Fertilización.....	30
3.3.	Metodología estadística.....	30

3.3.1. Factor en estudio.....	30
3.3.2. Diseño experimental.....	31
3.3.2.1. Modelo estadístico.....	31
3.3.3. Prueba estadística.....	32
3.3.4. Tratamientos evaluados.....	32
3.3.5. Variables en estudio.....	33
3.3.6. Toma de datos.....	33
3.3.6.1. Promedio de brotes emergidos.....	33
3.3.6.2. Promedio de altura de planta.....	33
3.3.6.3. Promedio de diámetro de la planta.....	33
3.3.6.4. Población de plantas.....	34
3.3.6.5. Costos de producción a los 100 días.....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Promedio de brotes emergidos.....	35
4.2. Promedio de altura de planta.....	47
4.3. Promedio de diámetro de la planta.....	57
4.4. Población de plantas.....	67
4.5. Costos de producción a los 100 días.....	72
5. CONCLUSIONES.....	74
6. RECOMENDACIONES.....	75
7. BIBLIOGRAFIA.....	76
8. ANEXOS.....	80

## ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO.	PAGINA
1. Promedio de yemas germinadas (brotes emergido por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.....	36
2. Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergido por metro lineal) a los 30 días.....	36
3. Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.....	42
4. Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.....	42
5. Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	48
6. Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	48
7. Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	54
8. Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	54
9. Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	59
10. Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	59
11. Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	64
12. Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	64

13.	Promedio de planta por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	68
14.	Interacción de los factores para el promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	68
15.	Análisis de costos por tratamiento a los 100 días de estudio.....	73
<b>A-1.</b>	Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra .....	81
<b>A-2.</b>	Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.....	81
<b>A-3.</b>	Análisis de varianza para los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra Análisis de varianza para los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.....	81
<b>A-4.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 30 días después de la siembra.....	82
<b>A-5.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra, para las variedades.....	84
<b>A-6.</b>	Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.....	85
<b>A-7.</b>	Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.....	85

<b>A-8.</b>	Análisis de varianza para los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.....	85
<b>A-9.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 45 días después de la siembra.....	86
<b>A-10.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para los bloques.....	88
<b>A-11.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para las variedades.....	89
<b>A-12.</b>	Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para la interacciones.....	90
<b>A-13.</b>	Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	92
<b>A-14.</b>	Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	92
<b>A-15.</b>	Análisis de varianza para la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	92
<b>A-16.</b>	Prueba de Duncan para promedio de altura de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques.....	93
<b>A-17.</b>	Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	94

<b>A-18.</b> Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	94
<b>A-19.</b> Análisis de varianza para la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	94
<b>A-20.</b> Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	95
<b>A-21.</b> Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	95
<b>A-22.</b> Análisis de varianza para el diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	95
<b>A-23.</b> Prueba de Duncan para promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques.....	96
<b>A-24.</b> Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	97
<b>A-25.</b> Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	97
<b>A-26.</b> Análisis de varianza para el diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	97
<b>A-27.</b> Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	98
<b>A-28.</b> Interacción de los factores para el promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	98
<b>A-29.</b> Análisis de varianza para promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	98
<b>A-30.</b> Prueba de Duncan para promedio de plantas por metro lineal por tratamiento a los 100 días después de la siembra.....	99

<b>A-31.</b> Prueba de Duncan para promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra, para las variedades.....	101
<b>A-32.</b> Croquis de la distribución de las parcelas y los bloques.....	102
<b>A-33.</b> Análisis de suelo de cada uno de los bloques en estudio.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA.	Página
1. Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 30 días después de la siembra.....	37
2. Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	38
3. Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 45 días después de la siembra.....	43
4. Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	44
5. Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	49
6. Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	50
7. Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	55
8. Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	56
9. Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.....	60
10. Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	61

11.	Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.....	65
12.	Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	66
13.	Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.....	69
14.	Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.....	70

## 1. INTRODUCCIÓN.

La caña de azúcar es una planta con gran potencial productivo y es aprovechada al máximo por sus diferentes usos que posee, ya que es utilizada para el consumo humano y animal, en todo el mundo, en El Salvador este cultivo presenta una buena fuente de ingresos para los cañicultores, además, es un rubro generador de empleos permanente y temporal.

A través de los años se ha venido incrementando la cantidad de semilla que los cañicultores han utilizado para la siembra, de 2 a 3 veces más de lo requerido, esto lo hacen para garantizar una buena germinación, lo que al mismo tiempo hace incurrir en un mayor costo de producción y por ende una menor rentabilidad. Es por ello que surge la importancia de realizar un estudio con el objetivo de determinar la variedad de caña que presenta la mejor germinación y la aplicación de Bioestimulantes al material de siembra para estimular una mayor germinación de las yemas.

El estudio se realizó en la hacienda San José ubicada en el Cantón El Jute, km 144 Departamento de San Miguel, el estudio tuvo una duración de 100 días, comprendido del 19 de Marzo al 27 de Junio del 2002, donde se evaluó el porcentaje de germinación de tres variedades comerciales de caña de azúcar (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172), con dos bioestimulantes comerciales (ETHREL 48 SL Y PROFERT) para estimular la germinación de las yemas, los tratamientos fueron T1(CP 72-2086 sin Bioestimulante), T2(Mex 79-431 sin Bioestimulante), T3(PR 83-1172 sin Bioestimulante), T4(CP 72-2086 con ETHREL 48 SL), T5(Mex 79-431 con ETHREL 48 SL), T6(PR 83-1172 con ETHREL 48 SL), T7(CP 72-2086 con PROFERT), T8(Mex 79-431 con PROFERT) y T9(PR 83-1172 con PROFERT). Para analizar estadísticamente los resultados se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial, con

nueve tratamientos y tres repeticiones por tratamientos, para los análisis de varianza que presentaron diferencias estadísticas significativas se aplicó la prueba de Duncan.

Las variables en estudio fueron promedio de brotes emergidos, promedio de altura de plantas, promedio de diámetro de la planta y población de plantas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.

### **Generalidades del cultivo de caña de azúcar.**

#### **Origen.**

La caña de azúcar fue importante en las dietas de las civilizaciones primitivas alrededor de 3,000 años a.c. la cual, era empleada para ser masticada e ingerir su jugo. La referencia más antigua que existe del azúcar, es del siglo IV a.c. en Persia donde se usaba con fines medicinales; además, se le valoraba como un artículo de lujo por lo que era vendido a elevados precios (27).

No se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar; se han propuesto muchas teorías al respecto, sin embargo se considera que el centro de origen del complejo Saccharum es la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas, por encontrarse ahí el mayor número de especies (28).

Se cree que la caña de azúcar llegó a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en 1,493 y el primer lugar donde se implantó fue en la española, que hoy es la República Dominicana, su cultivo se extendió a Cuba, México, Perú y algunas islas del pacífico, como Hawai y Filipinas (23).

#### **Clasificación taxonómica.**

Reino:	Vegetal.
División:	Espermatophytas.
Sub-división:	Angiospermae.
Clase:	Monodicotiledoneas.
Orden:	Zacate o Glumiforas.
Familia:	Gramineae.

Sub-familia:	Panicoideae.
Tribu:	Andropogoneae.
Sub-tribu:	Sacarineas.
Género:	Saccharum
Especie:	fs (27).

### **Características y morfología.**

#### **Raíz**

La función principal del sistema radicular es la de absorber agua y sales minerales, proporcionar anclaje y almacenar materiales de reserva. Estudios realizados han comprobado que la caña de azúcar tiene dos tipos de raíces, las cuales son:

Raíces primordiales: se originan de los primordios radicular que se ubican en la banda de las raíces; son delgadas y ramificadas, su duración es efímera y tiene la función de absorber agua y sales minerales para que la yema se desarrolle, una vez que la yema ha germinado y comienza el proceso de macollamiento son sustituidas por la raíces permanente.

Raíces permanentes: esta brotan cuando se desarrollan los tallos nuevos, como consecuencia del macollamiento son de mayor diámetro, más numerosas y largas. Su número aumenta de acuerdo al desarrollo del resto de la planta (27).

#### **Tallo.**

Esta formado por una sucesión alterna de nudos y entrenudos. La región del nudo comprende de arriba hacia abajo las partes siguientes: Anillo de crecimiento, banda de las raíces, cicatriz foliar o de la vaina, nudo propiamente dicho, yema, anillo ceroso (27 ).

Los nudos están limitados por una zona de color más claro y generalmente poseen un diámetro diferentes al que posee el entrenudo; en el nudo se inserta una hoja y una yema.

Las yemas se encuentran sobre la base de las raíces y ocurre normalmente una por cada entrenudo. La yema esta constituida por tejido meristemático, y es el órgano capaz de generar por crecimiento vegetativo una planta similar a la original. En condiciones ambientales favorables y bajo un estímulo adecuado de germinación da origen a una nueva planta (27).

Las yemas presentan diferentes formas: triangulares, oval, pentagonal, romboide, redonda, ovalada, rectangular y enconada (12).

El entrenudo es de cota variable y es una característica importante para la identificación de las variedades. Estos presentan diferentes formas: cilíndrico, conoidal, abobinado, abarrilado, abconoidal, cóncavo, convexo (12).

### **Hoja.**

La hoja es un órgano especializado cuya función principal es llevar a cabo la fotosíntesis; proceso mediante el cual los cloroplastos convierten la energía lumínica en energía química. También las hojas cumplen un papel importante en el proceso de respiración celular, en la transpiración y en el intercambio gaseoso.

Las hojas son alternas, colocadas más o menos en el mismo plano de adherencia, el nudo esta constituido por el limbo y la vaina (yagua), y ésta, es la parte que envuelve el tallo.

La zona de la unión entre el limbo y la vaina se denomina cuello y esta provisto de 2 lengüetas, con una membrana que crece en la cara interna de la vaina que recibe el nombre de lígulas (27).

### **Flor.**

Cuando se presenta una serie de condiciones fisiológicas (edad y nutrición) y ambientales se producen cambios a nivel del meristemo; así se modifica el patrón de crecimiento vegetativo y reproductivo, paralizando la formación de nuevos tejidos vegetativo, continuando solo el alargamiento de los últimos entrenudos.

En la parte superior del tallo, los entrenudos son cortos y de diámetro reducido, finalizando en la yema terminal. Los entrenudos de la región apical de la caña están caracterizado por presentar un gran número de hojas aglomeradas que forman un penacho o cogollo (27).

La inflorescencia es una panícula abierta, cuya forma, color, tamaño y ramificación depende de la variedad. Esta formada por un solo eje o raquis principal y a su vez se divide en ejes secundarios y terciarios. En los ejes se ubican las espiguillas en pares unidas por un pericelo con una sola flor. Las flores son hermafroditas a veces autoestériles, formadas por un ovario y dos estigmas, el ovario posee un solo rudimento seminal comúnmente llamado óvulo. La estructura masculina (androceo) esta formada por tres estambres donde se encuentran las anteras con los granos de polen (28).

### **Fases de desarrollo de la caña de azúcar.**

#### **Germinación y emergencia.**

La germinación de las yemas es el paso de los órganos primordiales, latentes en yemas, al estado activo del crecimiento y desarrollo, es un conjunto de fenómenos bioquímicos, complejos caracterizado por la transformación de reservas nutritivas y por la actividad de enzimas y auxinas. Para lo que necesita de buena condición de humedad y temperatura y buen nivel de nitrógeno donde

son depositados los trozo; estas yemas se desarrollan en nuevo tallo y sus primordios radicular en raíces (18).

### **Dominancia apical**

Cuando una planta esta en crecimiento activo su yema apical produce auxinas en cantidad considerable, esta fitohormona se trasloca en el ápice vegetativo a la base, induciendo a la distinción de los tejidos recién formados y el consiguiente alargamiento del tallo nuevo; pero esas mismas fitohormonas inhiben la germinación de las yemas laterales impidiendo su desarrollo en ramificaciones, ese fenómeno se denomina dominancia apical.

La dominaría apical tiene importancia cuando se considera la propagación vegetativa de la caña de azúcar, esta normalmente no se ramifica, debido a la dominancia apical cuando se siembra la caña entera tan solo brotan las yemas de la punta y aquellas muy próximas a la base que ya no sufren dicho efecto. Cuando se corta un trozo germina en cada uno de ellos los más nuevos, siendo inhibidos los más viejos, surge entonces el problema de cómo contrarrestar los efectos de la dominancia apical para obtener la máxima germinación de las yemas.

Los mejores trozos son los que poseen tres yemas, aquí la inhibición de las yemas viejas desaparecen y germinan bien, las investigaciones han demostrado que al no hacer el uso de trozos de tres yemas, se esta desperdiciando el material de siembra, ya que trozos más largos solo germinan las yemas de las puntas (12).

### **Factores que influyen en la germinación y emergencia.**

El proceso de germinación se ve afectado principalmente por los siguientes factores:

Variedad: Hay variedades cuyas yemas germinan rápidamente y otras en que la germinación es más tardía en algunas variedades las yemas brotan antes que la raíz y en otras ocurre lo contrario tales diferencias de características son de origen genético (18).

Estado nutricional: Este es un factor importante para el desarrollo de las yemas y producción de buenos tallos, se puede comprobar este hecho sembrando tallos de una yema, cada vez menores reduciendo así las reservas nutritivas hasta que ésta sea apenas la contenida en la corteza del nudo se observa cuanto mayor es el espacio del entrenudo mejor es la germinación y el desarrollo del nuevo tallo.

Investigaciones realizada por Evans (16) demuestran que al introducir fertilizante comerciales dentro de los trozos se obtiene mayor porcentajes de germinación. Además que un alto nivel de nitrógeno inhibe la dominancia apical en los rizomas de los Angropinon repens favoreciendo la germinación de la yemas laterales, en la caña de azúcar, también, se observa la influencia del nitrógeno. Arceneaux (2) revela que una alta densidad de nitrógeno aumentó el 25% de la germinación de los trozos y redujo el tiempo de emergencia. El cultivo proveniente de tales tallos dio mayor producción de caña y de azúcar. En la India se ha verificado que el cultivo de la caña para semilla con alto nivel de nitrógeno y abundante agua da mucho mayor rendimiento de caña (tn/mz), así como también en azúcar.

Posición de las yemas en el tallo: Esta corresponden a su edad y los factores internos que regular la germinación de las yemas, los cuales son: aguas, nutrientes y fitohormona.

Los análisis del jugo de las yemas demuestran que las cantidades de agua, glucosa y nitrógeno decrecen de la punta hacia la base del tallo, al paso que el contenido de sacarosa y sus minerales aumentan en su mismo sentido, la germinación de las yemas parece que están positivamente correlacionada con el

contenido de agua y glucosa y negativamente correlacionada con las sales minerales.

El gradiente hídrico de las yemas puede ser en gran parte debido a su protección por las vainas de sus hojas, que impiden la pérdida de agua por transpiración en las yemas mas nuevas, las cuales están menos expuestas a la radiación solar. También se ha observado que cualquier yema que haya sido protegida por la vaina durante todo el desarrollo de la planta hasta la siembra, germina mas rápidamente que las de la misma edad no protegidas; las yemas viejas del tallo que se encuentran situadas a bajo del nivel de suelo quedan protegidos contra la pérdida de agua lo que hacen que germinen más rápidamente (12).

Longitud de los trozos de caña: El largo mínimo de un trozo de caña para la siembra es sorprendentemente pequeño para que las yemas germinen, basta con que esté conectada con un primordio radicular del mismo nudo. Cuando el trozo posee más de una yema, se manifiesta el efecto de la dominancia apical, el cual es mas visible en trozos sembrados en posición horizontalmente (12).

Presencia de la vaina de la hoja: Esta ejerce un efecto favorable protegiendo las yemas contra la evaporación en la caña que está en desarrollo pero si se deja en los trozos es perjudicial, ya que impide el contacto directo del trozo de caña con la humedad del suelo, ejerciendo un efecto mecánico e impidiendo el desarrollo normal (12).

Temperatura: Es uno de los factores mas importantes que regulan el proceso de germinación; presentando como nivel critico inferior los 21 °C; por ejemplo Verret (30) halló que la temperatura de 20 °C es muy fría y 44 grados centígrados es muy alta para la germinación, siendo lo óptimo el rango de 34 a 37 °C.

Humedad del suelo: Es absolutamente esencial para promover el brote de la yema de durmiente a activa; especialmente cuando los trozos no están embebidos de agua antes de la siembra (12).

Aireación del suelo: El proceso de germinación se caracteriza por un considerable aumento de la respiración, consecuentemente la aireación del suelo es un factor de mucha importancia para el intercambio gaseoso en la germinación (12).

### **Macollamiento y cierre de la plantación.**

En esta fase la planta macolla desarrollando mayor cantidad de follaje al período de emergencia, por lo que comienza a cerrar. En esta etapa es necesario aplicar el fertilizante, para obtener un mayor desarrollo en la fase de rápido crecimiento (28).

### **Período de rápido crecimiento.**

Comprende desde que cierra la plantación hasta el inicio de la maduración de los tallos. Se caracteriza por presentar un crecimiento rápido, así como una elevada acumulación de materia seca. Por lo general, el porte de los tallos permanece erecto.

Durante esta fase la humedad es necesaria para que el sistema radical se desarrolle y pueda absorber eficazmente los nutrientes presentes y adicionados al suelo (28).

### **Grueso del tallo.**

Los tallos por su grueso se clasifican de la siguiente manera: delgado los que poseen un diámetro menor a 3 cm, medio delgado los que presentan un

diámetro de 3 cm, grueso cuando el diámetro varía de 4 a 4.5, muy grueso cuando presentan diámetro mayor a 4.5 cm (28).

### **Longitud del tallo.**

Los tallos por su longitud se clasifican en: Cortos cuando son de 2 mt, medianos los que tiene un rango de 2 a 3 mt y largos cuando tienen más de 3 mt (27).

### **Maduración.**

En esta etapa es necesario una disminución gradual de la humedad, para detener primero el crecimiento y luego para propiciar la acumulación de carbohidratos y la conversión de azúcares reductores (glucosa y fructosa) a sacarosa. La duración de esta etapa es influenciada por el clima, la variedad, el ancho del surco y el período del año en que se siembra o se cosecha.

La maduración varía de 10 a 20 meses dependiendo de las condiciones climáticas de cada país, en El Salvador oscila de 12-14 meses al final de este período la planta adquiere su máximo desarrollo, alcanzando una mayor concentración de azúcares. De acuerdo a la variedad, estas se pueden clasificar en tres tipos (8).

### **Variedades tempranas**

Estas variedades son clasificada como variedades temprana por presentar una maduración en un período de 10-11 meses. Dentro de las principales variedades tempranas tenemos las siguientes: CP 86-1664, CP 81-1384, CP 81-1425, CP 88-1165, CP 73-1547, CP 72-2086, CP 84-1198, CP 72-1210, CGCP 9555, CGCP 9550, PGM 89-968.

### **Variedades intermedias.**

Estas variedades presenta una maduración en un período de 11-13 meses, considerándose como variedades intermedias, entre las cuales podemos mencionar la PGM 89-118, SP 79-2233, SP 79-1011, PR 76-3358, CP 80-1587, CP 88-1508, MEX 68-P-23, MEX 69-290, M 317.

### **Variedades tardías.**

Estas variedades son clasificada como variedades tardías por presentar una maduración en un período de 13-16 meses. Dentro de este grupo tenemos la CGCP 9579, B 80-251, B 7678, BJ 754, SP 81-3250, SP 81-1842, RB 85-5546, RB 85-5536, RB 83-5054, PR 87-2080, PR 83-1172, MIE 5514, MEX 79-431 (9).

### **Floración.**

La caña de azúcar florece solo bajo la influencia de días cortos y cada una de las variedades tiene un período de floración diferente; esta fase no es deseada para la industria azucarera, debido a que se considera que la caña de azúcar pierde mucha concentración de sacarosa por el efecto de la floración (28).

No se puede negar que la floración es promovida por los estímulos de las horas luz, también por los estímulos físicos que son transformados en estímulos químico de modo que las auxinas y los metabolitos existentes en la planta, participan en proceso de floración (9).

### **Variedades de caña de azúcar investigadas**

Para el desarrollo del estudio se tomaron en cuenta tres variedades de caña, las cuales son la más usadas por el Ingenio Chaparrastique, ubicado en la Ciudad de San Miguel.

### **CP 72-2086**

Es una variedad de tallo mediano (25 – 30 mm de diámetro), de color amarillo con algunos parches gruesos, sus entrenudos son medianos llegando a alcanzar 14 cm de entre nudos, rugosos por la presencia de ceras, el nudo es hendido y conoidal, su color cuando joven es amarillo claro y maduro varía de amarillo a verde; su anillo de crecimiento es protuberante y ancho, yema ovalada y hoja erecta con la punta curvada.

### **Siembra.**

En siembra aplicando pre-riego al fondo del surco y a una profundidad de 15 cm, ha mostrado porcentajes promedio de emergencia de 35.1% con 2 a 2.5 tallos secundarios por brotes primario en los primeros 45 días después de siembra.

Los mejores resultados se obtienen colocando 8 yemas por metro lineal, siendo posible utilizar el sistema de siembra en cadena sencilla sin traslape. El éxito de una buena emergencia depende de la calidad de semilla, profundidad de siembra y disponibilidad de humedad en el suelo al momento de la siembra.

### **Adaptabilidad al suelo.**

Ha demostrado ser una variedad de adaptación universal a las diversas condiciones de suelo existentes en la zona limitada por la altitud, la cual presenta buen comportamiento a altura de 0-550 msnm, a excepción de los suelos tipo 1, 5 y 6 en los cuales indispensablemente es necesario contar con riego para el cultivo en épocas seca para asegurar la productividad de la plantación.

### **Características industriales.**

Presenta características sobresalientes cuando se le tiene y conserva como variedad pura. Su fibra normalmente no excede de 13%, cuando se le roza oportunamente a su madurez, su Pol en caña alcanza valores en el rango de 15 a 18% con purezas de sus jugos que oscilan entre 86 y 92% (9).

### **MEX 79-431.**

Presenta tallo grueso (26 – 32 mm de diámetro), de color amarillo claro, sus entrenudos son medianos de 14 cm, rugosos por la presencia de ceras, el nudo es llano y conoidal, el color en edad joven es amarillo crema y maduro varia de amarillo crema a amarillo verdoso; su anillo de crecimiento es protuberante y estrecho, yema ovada con base redonda y aletas estrechas y hoja curvada de mediana longitud.

### **Siembra.**

En siembra aplicando pre-riego al fondo del surco y a una profundidad de 15 cm, ha mostrado porcentajes promedio de emergencia de 43.8% con 2 tallos secundarios por brote primario en los primeros 45 días después de siembra. Los mejores resultados se obtuvieron colocando 12 yemas por metro, utilizando el sistema de siembra en cadena doble sin traslape. Los resultados dependen de la calidad de semilla, profundidad de siembra y disponibilidad de agua en el suelo al momento de la siembra.

### **Adaptabilidad al suelo.**

La variedad es apropiada para la mayoría de condiciones de suelos, así, en los tipos 2, 3, 7 y 8 con alta capacidad de aportar humedad a la cosecha, el desarrollo de la plantación y los rendimientos son óptimos, sin embargo, en los

suelos tipo 4,5 y 6 es necesario aplicarles riego para la época seca, para conseguir rendimientos de campo satisfactorios. Su distribución es universal en el rango de altitudes entre los 0 y 500 msnm.

### **Características industriales.**

El Pol oscila entre 14 y 17% a partir del mes de enero y puede llegar a presentar porcentajes altos de Pol, con purezas de 84 a 88% y porcentajes de fibra en el rango de 11 a 13% en suelos extremadamente secos en el verano (9).

### **PR 83-1172.**

Variedad de tallo mediano (25 – 27 mm de diámetro), de color amarillo verdoso, sus entrenudos son largo alcanzando 15.3 cm de entre nudos, rugosos por la capa de ceras, el nudo es llano y conoidal, su color cuando joven es crema y cuando maduro es amarillo; su anillo de crecimiento es protuberante y estrecho, la yema es ovada con base redonda y hoja erecta con un tercio de punta curvada.

### **Siembra.**

En siembra aplicando pre-riego al fondo del surco y a una profundidad de 15 cm, ha mostrado porcentajes promedio de emergencia de 48.7% en los primeros 45 días de crecimiento colocando 10 yemas por metro lineal (aproximadamente 5.62 ton/mz) se han obtenido poblaciones de 14 a 15 tallos por metro lineal a los 8 meses de edad, sembrando a una profundidad de 15 cm aplicando pre-riego al fondo del surco. Es posible utilizar la modalidad de siembra de cadena sencilla sin traslape, cadena sencilla traslapada y cadena doble dependiendo de la humedad en el suelo y la calidad de la semilla.

### **Adaptabilidad al suelo.**

La variedad es apropiada para condiciones de suelos tipo 2,3 y 7; y para tipo 4, con disponibilidad de agua para riego. En los primeros su distribución es universal en el rango de altitudes entre los 0 y 550 msnm y en los segundos, entre las altitudes de 0 a 200 msnm.

### **Características industriales.**

Entre los meses de enero a marzo, en suelos arcillosos, la variedad ha mostrado alta pureza en sus jugos, variando de 84 a 87% con porcentajes de 13 a 16% de Pol y fibra de 10 a 13%. En aquellas condiciones donde el suelo es capaz de aportar más humedad en la época seca, las concentraciones de sacarosa tienden a elevarse hasta los meses de marzo y abril (9).

### **Bioestimulantes usados.**

#### **ETHREL 48 SL.**

Es un producto químico a base de Ethepon, el cual es rápidamente absorbido por las plantas, se descompone en etileno y otros componentes que no tienen efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas.

Nombre común: ETHEPHON.

Nombre comercial: ETHREL, CERONE, PREP, ETHREL LATEX.

Nombre químico: Ácido 2- (CLOROETIL) FOSFONICO

Formula empírica: C<sub>2</sub> H<sub>6</sub> O<sub>3</sub> CL P

Compatibilidad: Es muy inestable en presencia de compuesto alcalino; no se debe aplicar con temperaturas ambientales superiores a 40 °C, ni mezclar con otro producto a menos que sea recomendado en la etiqueta; excepto con urea.

Usos del producto: Se usa principalmente como madurante de frutas aunque en algunos cultivos tiene otro efecto.

Piña: ayuda a la inducción anticipada de flores.

Caña de azúcar: uniformiza la germinación, incrementa la germinación, el macollamiento, aumenta la biomasa y el contenido de sacarosa, lo que se refleja en una mayor producción de azúcar, inhibe la floración.

Modo de acción: Es un producto que contiene como ingrediente activo el Ethephon, al ser aplicado a la planta o a los frutos induce a la liberación anticipada de etileno (madurador natural de las plantas), lográndose así una maduración uniforme en un período de tiempo mas corto. Actúa estimulando el metabolismo de la planta y equilibrando sus funciones fisiológicas a nivel de las células (4).

### **PROFERT.**

Es un bioestimulante de origen natural a partir el alga marina (Durvillea antártica), que crece en las costa Chilenas, además con macronutrientes, micronutrientes y aminoácidos.

Origen: Alga marina Durvillea antártica.

Nombre comercial: PROFERT.

Composición: Minerales.  
Aminoácidos.  
Carbohidratos.  
Fitohormonas.  
Vitaminas.

Compatibilidad: Por ser un producto natural es compatible con cualquier fitosanitario.

Usos del producto: Se usa en una gran diversidad de cultivos como: frutales, hortalizas, caña de azúcar. Para aumentar el desarrollo vegetativo, recuperaciones de diversos estrés de la planta, logra buen desarrollo en plantaciones tardías.

Modo de acción: Estimula el metabolismo de la planta y equilibra las funciones fisiológicas a nivel de las células de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático (5).

### **Manejo del cultivo de caña.**

#### **Requerimientos climáticos y suelo.**

El ambiente en que se coloca la semilla es extremadamente importante para la germinación, tanto la preparación del suelo como la temperatura, la luminosidad y la humedad son factores del clima, importante para el desarrollo de la caña de azúcar estos factores inciden directamente con el rendimiento (18).

#### **Temperatura.**

Este factor afecta el crecimiento de la caña; en las regiones sub tropicales es responsable de importantes fluctuaciones en el desarrollo observado en la longitud y volumen de los entrenudos siendo notables las diferencias que se advierten durante los meses fríos y calientes, ocasionados por la temperatura máximas y mínimas ocurridas dentro del ciclo (18).

A temperatura abajo de 21°C el crecimiento se retarda, desarrollándose bien a una temperatura de 29 °C, y la temperatura máxima es de 30 °C. (7).

### **Luminosidad.**

Se ha establecido suficiente evidencia del efecto de la luz sobre la caña, se han realizado experimentos para determinar la sensibilidad fototrópica de la caña y sus resultados demuestran que no es un atributo continuo en la planta; que la atracción que la luz ejerce sobre la planta es efímera y restringida a estados incipientes en su desarrollo, la longitud del día es muy importante para la planta pues afecta el metabolismo e interviene directamente en la floración.

A mayor brillo solar mayor actividad fotosintética, este factor también favorece el traslado de los carbohidratos de las hojas al tallo y así se tiene que en zonas de menor luminosidad habrá menor rendimiento ya que la caña de azúcar es altamente fotosintética (28 ).

### **Precipitación.**

La distribución de las lluvias es un factor determinante en el desarrollo de la caña de azúcar, pues afecta el rendimiento final, en ellas es natural que una lluvia intensa ocurrida a fines de un mes influya en la interacción a medida que transcurre el ciclo vegetativo.

Las lluvias ligeras no registrables en pluviómetro afecta el crecimiento de la caña, por lavado parcial de los limbos de las hojas y por el aumento de la humedad relativa del aire, que reduce la velocidad de transpiración y modera la temperatura en el lugar.

Es indispensable cubrir los requerimientos del agua del cultivo para obtener buenos rendimientos, por lo que demanda 1,800 a 2,200 mm/año bien distribuidas (12).

### **Requerimientos edáficos.**

Existen en la naturaleza gran variedad de suelos en áreas con material original, clima, vegetación, topografía, etc., cada uno diferentes y presentando una historia comparable con los períodos observados en la vida del hombre.

La caña se cultiva en diversos tipos de suelo, pero responde mejor a suelos con textura franco arcillosos (Fc) profundos, ricos en materia orgánica y con buen drenaje. Además, la caña prefiere suelos con Ph neutro ligeramente alcalinos, siendo el limite inferior 5.5 y el superiores 7.5, en un rango óptimo de 6.8 a 7.2 (12).

### **Preparación del suelo.**

Dado que el sistema radicular de la caña de azúcar se desarrolla en su mayoría de 40 a 60 cm de profundidad, la preparación del terreno se realiza de manera que facilite la penetración de las raíces y expansión para el mas amplio aprovechamiento de los nutrimentos del suelo; este se realiza de acorde a la secuencia de laboreo y se busca conseguir una adecuada cama de siembra evitando la presencia de terrones grandes, que dificulta el laboreo de siembra; además, es muy importante lograr una estructura que permita mantener la humedad y facilite la aireación del suelo para proporcionar a la semilla las condiciones deseables para su desarrollo.

La preparación de suelo permite el anclaje necesario para evitar problemas de volteado o acame prematuro de los mismos al momento de la cosecha, si es renovación de cañas vieja, es muy importante considerar la eliminación total de la cepa anterior utilizando medios químicos, mecánicos o manuales para garantizar el mantenimiento del cultivo (9).

Debido a que los suelos para caña de azúcar se preparan para un período de 4 a 5 años, esta practica debe efectuarse cuidadosamente.

Para la preparación de los suelos, se ofrecen recomendaciones generales, debiendo tener en cuenta que esta área tiene sus propias características y necesidades.

Usualmente la época de preparación ocurre entre los meses de octubre y noviembre. El propósito es dejar una capa profunda y bien mullida de suelo procediendo de la siguiente manera:

Después de haber levantado la última cosecha del cultivo que ha de renovarse, se puede destruir efectivamente los rebrotes existentes.

Si existe piso de arado se realiza un paso de subsuelo. Es conveniente hacer algunas pruebas para determinar la presencia del piso de arado. Ya que de esta forma se logra mayor efectividad en dicho rompimiento al realizar esta labor durante los meses de época seca cuando el suelo esta seco.

Posteriormente se da dos paso de arado, en sentido contrario, seguido de dos pasos de rastra para mullir bien el suelo; finalmente se pasa una rastra liviana haciendo una labor de rompimiento de capilaridad del suelo y así reducir las pérdidas de humedad. En esta forma el suelo queda listo para la siembra.

Es así, como se realiza el surcado, para la siembra de la caña, en aquellos terrenos con topografía semiplana o alomada, idealmente se realiza en curva a nivel con respecto a la pendiente para evitar problemas de escorrentía que conllevan a poca infiltración y lavado de minerales causando la disminución de la fertilidad del suelo, lo que lleva a obtener baja productividad y/o pérdida de la plantaciones (7).

### **Siembra.**

Puesto que las variedades cultivadas de la caña de azúcar altamente heterocigotos no se producen tal como son, con la semilla producida en sus espigas, la caña de azúcar se propaga por trozos de tallo con una o más yemas.

Los trozos de la punta de la porción madura de los tallos germinan mas pronto y con un porcentaje más alto de germinación que los trozos de las porciones basales mas viejos.

Generalmente se usa como material de siembra, la caña madura de 8 a 10 meses de edad, la mayor parte de la semilla se corta a mano, puesto que el daño a las yemas produce malas poblaciones, a las cuales algunas veces se requiere plantar (12, 18).

### **Propagación.**

Por mucho tiempo se pensó que la caña de azúcar no producía semilla. Esto se debió a que las únicas variedades cultivada en el nuevo mundo, durante mas de 250 años era androestéril. En 1895, sin embargo, Solbwedel logró propagar Saccharum spontaneum por semilla, rompiendo así el tabú (18).

Las semillas de la caña de azúcar, en buenas condiciones de temperatura y humedad, germina en dos días.

La cariósida de la semilla tiene un pericarpio muy delgado, apenas de dos capas, que envuelve la semilla. El embrión tiene su cotiledón íntimamente adherido al endosperma, que esta muy desarrollado.

El tegumento de la semilla consta de una sola capa de células aplanadas, sobre la cual se encuentra en la capa externa del endosperma llamada capa proteica. El endosperma de la semilla de la caña de azúcar es amilácea con excepción (12).

La caña de azúcar también se propaga vegetativamente por esquejes o estacas (trozos), hay dos tipos de estacas, las estacas de punta, generalmente denominadas estacas-semilla y la estaca del tallo ya maduro, las cuales son usadas para la siembra de grandes extensiones y solo los investigadores lo realizan por medio sexual (28).

### **Tratamiento de la semilla.**

La semilla de caña de azúcar se le realizan diferentes tratamientos para evitar o contrarrestar las plagas y enfermedades, entre estos podemos mencionar:

Tratamiento con agua caliente: Con el fin de prevenir ciertas enfermedades. Este tratamiento estimula la germinación, generalmente el tratamiento de sumergir los trozos de caña en agua caliente durante 20 minutos a 52 °C también induce a la rápida germinación de todas las yemas y un crecimiento precoz de los nuevos tallos. Por lo que este tratamiento puede aumentar la producción de caña hasta en 12.40 toneladas por hectárea, ya que permite eliminar la dominancia apical.

Tratamiento con funguicida e insecticida: Este favorece la germinación, posiblemente por que impide o demora la fermentación que ocurre en las partes cortados (12).

### **Época de siembra.**

La siembra es recomendable hacerla después de una adecuada preparación del suelo de octubre a noviembre para cosechar doce o trece meses después, al fin de obtener los mayores rendimientos o peso y concentración de azúcares.

En El Salvador se recomienda realizar la siembra, si es en verano lo mas pronto posible, de haber finalizado las lluvias para aprovechar la humedad del terreno y si es con riego, aplicarlo pre- riego al fondo del surco un día antes de realizar la siembra.

La siembra se hace por esquejes de 50 cm, con 3-4 yemas, dependiendo de la variedad, las condiciones de humedad en el suelo y la preparación de la cama de siembra; si la siembra es en invierno, el tapado de la semilla deberá realizarse aplicando una capa de tierra que no exceda los 5 cm de espesor para evitar daños por exceso de humedad que lleven a mala germinación (19).

### **Método de siembra.**

Cuando la semilla que se va a sembrar es de buena calidad, recomendable la siembra con cadena sencilla, usando aproximadamente 5 toneladas de caña por manzana y si la semilla es de baja calidad se recomienda el sistema de cadena doble, utilizando de 8 a 10 toneladas de caña para sembrar una manzana (12).

### **Limpieza.**

Esta se realiza de forma manual o mecanizada y química; la primera se realiza con cuma eliminando los matones o con el tractor a través de la rastra y la segunda se recomienda realizar aplicaciones de herbicidas preemergentes y labores culturales que ayuden a mantener la plantación libre de competencia de malezas por un período suficiente para lograr una altura que permita el cierre de la caña. Además, se puede usar aplicaciones post emergentes previendo causar daños económicos en la planta, en este caso se debe considerar la edad de la plantación y la altura de las malezas a controlar y la susceptibilidad de la variedad (27).

### **Fertilización del suelo.**

La elevada exigencia de nutrientes por parte del cultivo, motiva el rápido empobrecimiento de los suelos, especialmente si este se explota como monocultivo; los niveles de fertilización están determinados por el resultado del análisis del suelo. Sin embargo, en forma general se recomienda el siguiente nitrógeno 150 – 180 libras por manzana, fósforo 100 – 120 libras por manzana, potasio 40 – 60 libras por manzana (10, 12).

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

Como rutina deben hacerse inspecciones periódicas para detectar la presencia de plagas y enfermedades y tomar las medidas correctivas del caso. Hay que prestar atención especialmente a roedores y a las larvas perforadoras del tallo. Las perforaciones del tallo limitan el almacenamiento de nutrientes y son vías para que los fitopatógenos y otros organismos secundarios penetren y causen pudrición del tallo con la consecuencia fallas en la germinación también reducen la capacidad de almacenamiento de nutrientes. Cuando se detecta la presencia de enfermedades como carbón, mosaico hay que entresacarlas (19).

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

#### **Materiales.**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica.**

El estudio se realizó en la Hacienda San José, ubicado sobre el kilómetro 144 carretera que de San Miguel conduce al Delirio, Cantón El Jute, Municipio y Departamento de San Miguel. Con coordenadas geográficas de: 13° 28' 50" latitud norte y 88° 10' 40" longitud oeste (20).

##### **3.1.2. Características climáticas.**

Las condiciones meteorológicas que caracterizan al lugar donde se realizó el estudio son: precipitación promedio anual, 1,645.7 mm; humedad relativa promedio anual 70%, temperatura promedio anual 27 °C, con una elevación de 140 metros sobre el nivel del mar, los vientos que prevalecen en la zona son: por la mañana de Norte a Noreste, por la tarde de Sur a Sudeste.

##### **3.1.3. Características edáficas.**

El estudio se instaló en el lote 10B de la hacienda San José, que presenta un suelo clasificado como Latosol arcillo rojizo; estos suelos son profundos y fuertemente desarrollados; derivados en su mayoría de materiales volcánicos no consolidados. El suelo es franco arcilloso y el subsuelo arcilloso y de colores rojizos usualmente sin piedra. El terreno donde se desarrolló el estudio presenta una pendiente de hasta de un 10%.

### **3.1.4. Duración del estudio.**

El estudio tuvo una duración de 110 días, que comprendió del 9 de Marzo hasta el 27 de Junio de 2002; período que fue dividido en dos fases:

Fase de preparación del suelo: Esta fase consistió en la limpieza y preparación del terreno, así como también; la preparación de los materiales y equipo necesario para iniciar el estudio. Tiempo comprendido entre el 9 de Marzo al 18 de Marzo de 2002 (10 días).

Fase de investigación: Esta fase tuvo una duración de 100 días, abarcando el período del 19 de Marzo al 27 de Junio de 2002. Esta fase duro desde la siembra hasta los 100 días de edad del cultivo, tomando los datos para cada una de las variables en estudio.

### **3.1.5. Unidades experimentales.**

Para la realización del ensayo se utilizaron 27 parcelas, de 7 x 7 metros (49 metros<sup>2</sup>) cada una; distribuidas aleatoriamente en 3 bloques y 9 tratamientos; utilizando un área total de 2101.40 metros<sup>2</sup>; la separación entre los bloques fue de 2.80 metros y 2.00 metro entre las parcelas.

### **3.1.6. Equipo.**

El equipo utilizado para el estudio se detalla a continuación:

2 Cumas.

2 Azadones.

1 Bomba aspersor, con capacidad de 4 galones.

1 Cinta métrica.

1 Vernier (Pie de rey).

1 Regla graduada, de 1 metro.

Libreta, lápiz, estacas.

## **Metodología experimental.**

### **Preparación del suelo.**

La preparación del suelo se realizó con maquinaria agrícola, realizando un paso de arado con el propósito de voltear el suelo, luego se realizaron dos pasos de rastra para mullir el suelo y preparar una mejor cama para la semilla y finalmente se realizó el surcado para la siembra de la caña.

### **Trazado y estaquillado.**

Esta practica consistió en realizar el trazado del área total en estudio (2101.40 m<sup>2</sup>), luego se dividió en 3 bloques dejando 2.80 metros de calle entre cada bloque, cada uno de estos bloque se subdividió en nueve sub parcelas (parcelas de 7 x 7 metros) con 2.00 metro de calle entre parcela.

### **Aleatorización de las parcelas.**

Se realizó previo a la siembra la aleatorización de las parcelas, con el objetivo de distribuir las parcelas de cada uno de los tratamientos en los diferentes bloques y evitar así los efectos que podría ocasionar la heterogeneidad del suelos.

### **Siembra.**

Se utilizó semilla de tres variedad (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172) de una longitud de 0.50 metros, la cual fue obtenida de la misma hacienda (San José), cortada un día antes de la siembra y sembrada en cadena simple a chorro seguido, a una profundidad de 0.50 metros, utilizando 0.858 toneladas/1323 m<sup>2</sup> para el estudio (4.54 ton/mz).

### **Aplicación de Bioestimulante a la semilla.**

Se preparó la mezcla de cada uno de los productos en bombas aspersoras diferentes, utilizando 100 cc/bomba de 4 galones (1.00 lt/mz) para los dos productos usados (ETHREL 48 SL y PROFERT).

Después de poner la semilla al fondo del surco, esta fue rociada uniformemente con la mezcla del producto correspondiente a la sub-parcela que se estaba sembrando.

### **Limpia.**

La limpia del terreno se realizó en forma química y manual:

Limpia química: Se realizaron cuatro: la primera antes de la siembra por encontrarse el terreno utilizado con rebrotes de caña del año anterior, utilizando Raundup Max (Líquido) en relación de 2.00 LT/mz con el propósito de eliminar los brotes que se encontraban en el terreno; la segunda a los 57 días, aplicando Hedonal a razón de 1 lt/mz y se realizó para el control de hoja ancha; la tercera aplicación de herbicida se realizó a los 70 días, con una mezcla de 200 cc de DORAC + 100 cc de Hedonal por bomba de 4 galones para eliminar malezas de hoja ancha y gramíneas; sin embargo, no dio resultado y se tuvo que hacer una nueva aplicación de 1.00 lt/mz de SENCOR 70 WP + 1.5 kg/mz de DIURON 80 WP + 1.00 lt/mz de Hedonal, a esto se le adiciono 0.50 lt de adherente, esta mezcla con el propósito de eliminar la maleza de hoja ancha y gramíneas.

Limpia manual: A los 48 días después de la siembra se realizó una limpia, utilizando cuma; la cual se hizo con el propósito de eliminar la maleza que se encontraba en el área útil de cada parcela, dejando de esta manera el cultivo libre de maleza, para evitar que el cultivo compite por nutrientes, luz y humedad.

### **Control de plagas del suelo.**

El control de plagas del suelo se realizó al momento de la siembra utilizando 2.0 kg de Jade para un área total de 2101.40 metros<sup>2</sup>, equivalente a 7 kg/mz.

### **Fertilización.**

Se realizaron dos fertilizaciones al cultivo, las cuales se describen a continuación:

La primera fertilización se realizó a la siembra; depositando el fertilizante en el fondo del surco a chorro seguido, para luego poner la semilla; utilizando 1.00 quintal de formula 30-30-10 para todas el área en estudio. Equivalente a 5.00 qq/mz.

La segunda fertilización se realizó a los 69 días después de la siembra. Aplicando sulfato de amonio al 21% de nitrógeno, a los brotes emergidos; utilizando 1.00 quintales para un área útil cultivada de 1,323m<sup>2</sup> (5 qq/mz).

### **Metodología estadística.**

#### **Factor en estudio.**

Para el presente estudio se plantearon dos factores que fueron:  
Comportamiento de tres variedades de caña de azúcar (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172) en la germinación y su desarrollo de las mismas.  
Efecto de los bioestimulantes (ETHREL 48 SL y PROFERT) en el número de brotes emergidos y el desarrollo de la planta de caña de azúcar.

### **Diseño experimental.**

Para la evaluación estadística del estudio se utilizó el diseño arreglo factorial en bloques al azar, con 9 tratamientos y 3 bloques; cada bloque contenía 9 parcelas de 7 x 7 metros cada una.

### **Modelo estadístico.**

El modelo estadístico que describe el comportamiento para cada observación del experimento se define por la expresión matemática siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \beta_k \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la K-ésima observación, afectada por el i-ésimo factor y j-ésimo factor.

$\mu$  = Media experimental.

$\alpha_i$  = Efectos del i-ésimo factor sobre la observación.

$\beta_j$  = Efectos del j-ésimo factor sobre la observación.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efectos de la interacción entre los factores i j-ésimo sobre la observación.

$\beta_k$  = Efecto del número de bloque sobre la k-ésima observación.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental promovido por el ij-ésimo factor sobre la k-ésima observación.

A continuación se detallan las fuentes de variación y los grados de libertad para el modelo estadístico antes descrito.

F. de V.		Gl.
Tratamientos	(ab - 1)	8
Bloques	(r - 1)	2
Factor A (Variedades)	(a - 1)	2
Factor B (Bioestimulantes)	(b - 1)	2
Interacción A x B	[(a - 1) (b - 1)]	4
Error	[ab - 1) (r - 1)]	16
TOTAL	(abr - 1)	26

Donde:

a = Factor Variedades de caña de azúcar.

b = Factor Bioestimulantes.

r = Bloques por tratamiento.

### **Prueba estadística.**

Para determinar cual de los tratamientos fue el mejor, se utilizó la prueba estadística de Duncan, la cual presenta el siguiente modelo estadístico:

$$L.S. = T\alpha X Sx$$

Donde:

L.S = Limite de significación.

$T\alpha$  = Valor tabular dado en la tabla de Duncan. Se obtiene con los grados de libertad del error experimental, el número de medias que separan a las dos medias que se están comparando y con el nivel de significación considerado.

$Sx$  = Error estándar de la media =  $\sqrt{\frac{S^2}{n}}$

$S^2$  = Cuadrado medio del error.

n = Número de repeticiones.

### **Tratamientos evaluados.**

T1 = Variedad CP 72-2086, sin bioestimulante.

T2 = Variedad MEX 79-431, sin bioestimulante.

T3 = Variedad PR 83-1172, sin bioestimulante.

T4 = Variedad CP 72-2086, con ETHREL 48 SL.

T5 = Variedad MEX 79-431, con ETHREL 48 SL.

T6 = Variedad PR 83-1172, con ETHREL 48 SL.

T1 = Variedad CP 72-2086, con PROFERT.

T2 = Variedad MEX 79-431, con PROFERT.

T3 = Variedad PR 83-1172, con PROFERT.

### **Variables en estudio.**

Para el estudio se evaluaron las variables: promedio de brotes emergidos, altura de planta, diámetro de la planta y población de plantas.

### **Toma de datos.**

#### **Promedio de brotes emergidos.**

El número de brotes emergidos se obtuvo del cociente del número de plantas existentes en cada una de las parcelas entre los metros lineales de la parcela. Determinado a los 30 y 45 días de la siembra.

#### **Promedio de altura de planta.**

Esta medición se realizó desde la superficie del suelo o base del suelo hasta el último labio, collar o triángulo de la hoja en la parte superior de la planta, utilizando una regla graduada de un metro. La medida se realizó en 15 plantas ubicadas en el centro de la parcela, de donde se obtuvo un promedio por parcela. realizando esta medición a los 75 y 100 días de edad del cultivo.

#### **Promedio de diámetro de la planta.**

Se midió el grosor del tallos de 15 plantas y se sacó un promedio. La medición se realizó con un Vernier (Pie de rey) a una altura de 15 centímetros de la base del suelo. Esta mediciones se realizaron a los 75 y 100 días de edad del cultivo.

**Población de plantas.**

La población de tallos es el resultado del número de tallos que se contaron en tres surcos centrales divididos entre el número de metros lineales de dichos surcos.

**Costos de producción a los 100 días.**

Para determinar esta variable se consideró los costos por cada uno de los tratamientos hasta los 100 días del cultivo, para conocer la inversión adicional que requiere cada tratamiento.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Promedio de brotes emergidos.

En los cuadros de anexo A-1 al anexo A-12 se presentan los resultados obtenidos del promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 y 45 días de edad del cultivo después de la siembra, por tratamiento, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, con su respectivo análisis de varianza y su prueba de Duncan para los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.

En los cuadros A-1 al cuadro A-5, se presentan los datos promedios de brotes emergidos tomados a los 30 días, el resumen del comportamiento de los tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, evaluado durante la investigación se presentan en el cuadro 1, cuadro 2, figura 1 y figura 2, donde se observa que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos (anexo A-3). Para determinar cual de los tratamiento fue el mejor se realizó la prueba de Duncan (anexo A-4), en donde  $T4 = 2.8286$  brotes/metro lineal, resultó similar a  $T1 = 2.6762$  brotes/metro lineal,  $T7 = 2.0572$  brotes/metro lineal y  $T5 = 1.8952$  brotes/metro lineal; diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T8 = 1.6191$  brotes/metro lineal y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) comparado con  $T6 = 1.0190$  brotes/metro lineal,  $T9 = 1.0095$  brotes/metro lineal,  $T2 = 0.8667$  brotes/metro lineal y  $T3 = 0.6476$  brotes/metro lineal;  $T1$  resultó similar a  $T7$ ,  $T5$  y  $T8$ , pero altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a  $T6$ ,  $T9$ ,  $T2$  y  $T3$ ;  $T7$  se comportó similar a  $T5$ ,  $T8$ ,  $T6$  y  $T9$ , y diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T2$  y  $T3$ ; sin embargo,  $T5$  fue similar a  $T8$ ,  $T6$ ,  $T9$  y  $T2$ , significativo ( $P < 0.05$ ) a  $T3$ ; y los demás tratamientos ( $T8$ ,  $T6$ ,  $T9$ ,  $T2$  y  $T3$ ) se comportaron estadísticamente similares entre sí. La tendencia que presentaron los tratamientos, ponen a  $T4$  y  $T1$  como los mejores tratamientos, cabe mencionar

**Cuadro 1.** Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.

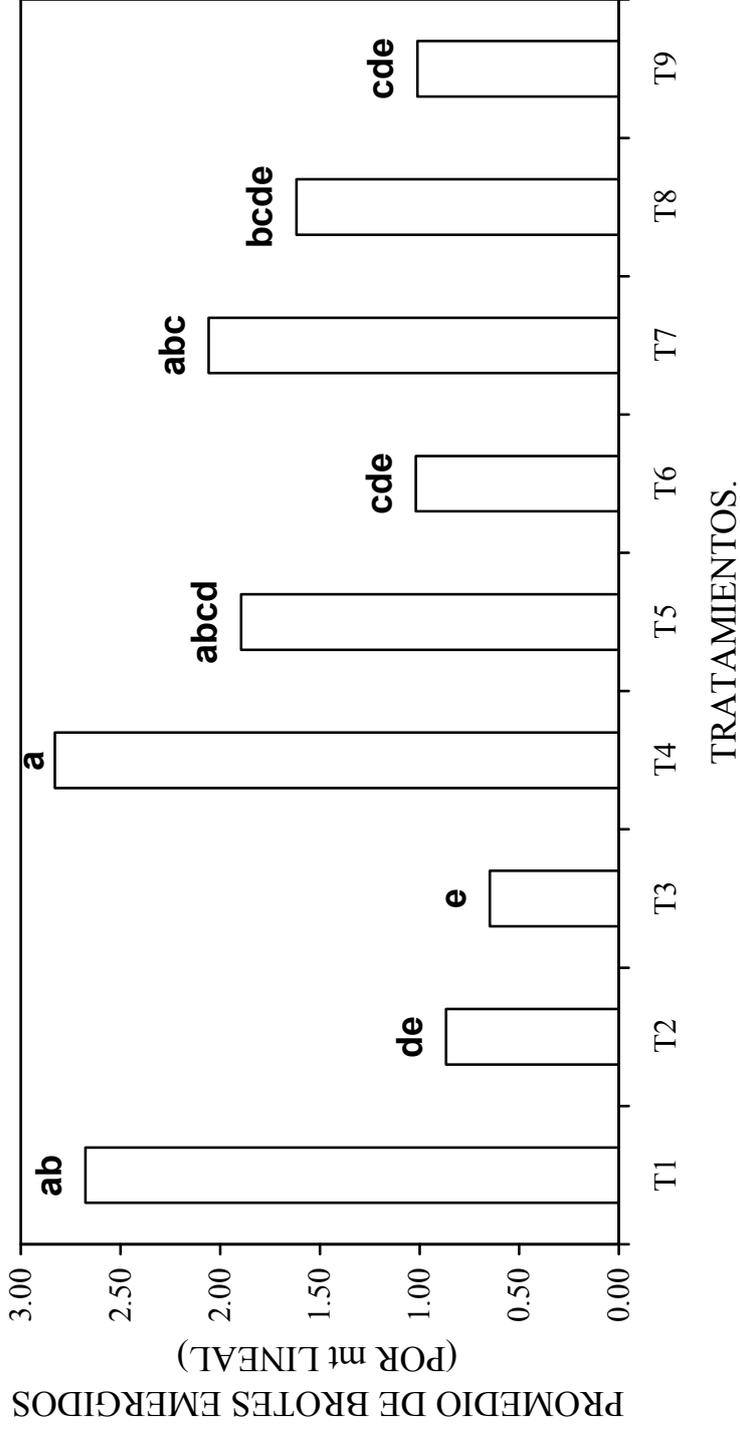
TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.6571	3.1714	3.2000	8.0285	2.6762 ab
T2(MEX 79-431)	0.8286	0.6000	1.1714	2.6000	0.8667 de
T3(PR 83-1172)	0.6000	0.6000	0.7429	1.9429	0.6476 e
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.2857	1.6286	4.5714	8.4857	2.8286 a
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	1.6571	1.3429	2.6857	5.6857	1.8952 abcd
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	0.5714	1.1143	1.3714	3.0571	1.0190 cde
T7(CP 72-2086+PROFERT)	1.8286	2.0286	2.3143	6.1715	2.0572 abc
T8(MEX 79-431+PROFERT)	1.6000	2.0286	1.2286	4.8572	1.6191 bcde
T9(PR 83-1172+PROFERT)	0.9429	0.9143	1.1714	3.0286	1.0095 cde
TOTAL	11.9714	13.4287	18.4571		
PROMEDIO	1.3302 ns	1.4921 ns	2.0508 ns		

**Cuadro 2.** Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.

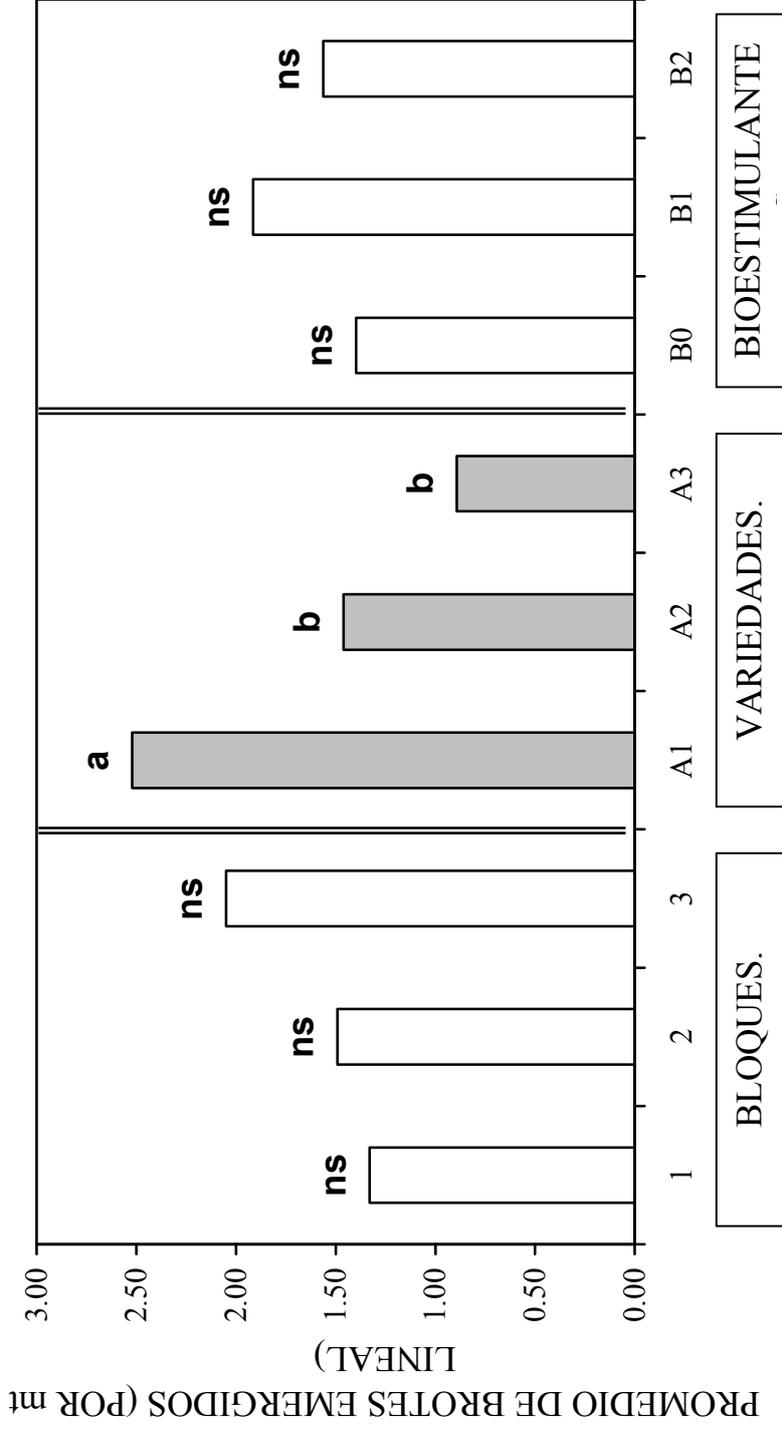
Variedades	Bioestimulante		B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
	B0=Sin bioestimulante					
A1=CP 72-2086	8.0285	8.4857	8.4857	6.1715	22.6857	2.5206 a
A2=MEX 79-431	2.6000	5.6857	5.6857	4.8572	13.1429	1.4603 b
A3=PR 83-1172	1.9429	3.0571	3.0571	3.0286	8.0286	0.8921 b
TOTAL	12.5714	17.2285	17.2285	14.0573		
PROMEDIO	1.3968 ns	1.9143 ns	1.9143 ns	1.5619 ns		

a, b = Medias con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).

ns : No significativo.



**FIG. 1.** Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 30 días después de la siembra.



**FIG. 2.** Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

que estos tratamientos corresponden a CP 72-2086, con ETHREL 48 SL y sin bioestimulante respectivamente; sin embargo, el tratamiento que presentó el menor promedio de brotes emergidos por metro lineal fue T3 que correspondió a PR 83-1172 sin bioestimulante.

Los resultados de los bloques estadísticamente fueron no significativos (anexo A-3), sin embargo aritméticamente el bloque 3 = 2.0508 brotes/metro lineal se comportó superior al bloque 2 = 1.4921 brotes/metro lineal y al bloque 1 = 1.3302 brotes/metro lineal respectivamente (cuadro 1 y figura 2). Este comportamiento se atribuye a la presencia de fósforo en el suelo, ya que es un elemento que ayuda a estimular el crecimiento de las raíces mejorando la absorción de nutrientes de las plantas; esta información es respaldada por Humber (18) al manifestar que el fósforo es el elemento que estimula el desarrollo de las raíces; por lo que se debe tomar en cuenta al momento de colocar la semilla en el suelo exista un nivel de fósforo adecuado para una buena germinación. Este mismo autor cita a Lee y Willer quien observó que durante el primer mes de sembrada la semilla, la planta germinada se alimenta casi por completo de las raíces desarrolladas en el anillo de los trozo de caña sembrados.

En el factor A(variedades de caña), se evaluaron tres variedades de caña de azúcar (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172), las cuales estadísticamente fueron altamente significativos (anexo A-3), para determinar cual de las variedades presentó mayor número de brotes emergidos por metro lineal se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-5), en donde A1 = 2.5206 brotes/metro lineal se comportó superior ( $P < 0.01$ ) a las variedades A2 = 1.4603 brotes/metro lineal y A3 = 0.8921 brotes/metro; y éstas (A2, A3) fueron similares entre sí respectivamente. De acuerdo a estos datos la variedad CP 72-2086 resultó con mayor poder germinativo, en las condiciones en que se desarrollo el estudio, al compararla con MEX 79-431 y PR 83-1172 las cuales presentaron un

comportamiento similar en germinación, lo que no es compartido por la COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (9) quien manifiesta que en condiciones de pre-riego al fondo del surco la variedad PR 83-1172 tiene mejor poder germinativo, seguido por MEX 79-431 y por ultimo CP 72-2086, este comportamiento se atribuye al número de yemas por metro lineal, ya que presenta entre nudos más cortos y la genética propiamente de cada variedad, estos resultados difieren a los nuestro, lo que se atribuye a la capacidad de adaptación de las variedades a la zona.

Para el factor B(bioestimulantes) se evaluaron dos productos (ETHREL 48 SL y PROFERT), los cuales estadísticamente fueron similares entre sí (anexo A-3); sin embargo, aritméticamente  $B1 = 1.9143$  brotes/metro lineal se comportó superior a  $B2 = 1.5619$  brotes/metro lineal y  $B0 = 1.3968$  brotes/metro lineal con diferencias de  $0.3524$  brotes/metro lineal,  $0.5175$  brotes/metro lineal respectivamente. Aunque las diferencias obtenidas fueron no significativas se puede apreciar diferencias bien marcadas de los bioestimulantes sobre el tratamiento testigo. Díaz, J. C., González, F. T. (14) en experimento realizado en el Centro de Investigación de la caña de azúcar de San Nicolás, Cuba, en condiciones controladas, investigo el ETHREL utilizando dos métodos de aplicación (inmersión y rociado), obteniendo mejor promedio de brotes germinado (diferencias al 95%) al tratar la semilla por inmersión que el rociado con una bomba de mochila aspersora.

Para la interacción de los factores AxB (variedades x bioestimulantes), al realizar el análisis estadístico, se demostró que no existieron diferencia significativas y la diferencias encontradas fueron aritméticas, lo que demuestra que estadísticamente no existió relación entre las variedades evaluadas y los bioestimulantes. Lo que nos indica que el factor bioestimulante no esta relacionado estadísticamente con las variedades en estudio.

Los datos correspondientes al promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) tomados a los 45 días, se presentan en los cuadros A-6 al cuadro A-12, el resumen de esta información (tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores) se presentan en cuadro 3, cuadro 4, figura 3 y figura 4, sin embargo, en el cuadro A-8 se puede observar que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos. Para determinar cual de los tratamientos fue el mejor se realizó la prueba de Duncan (anexo A-9) en donde  $T4 = 3.2286$  brotes/metro lineal, resultó similar a  $T1 = 3.0191$  brotes/metro lineal y  $T8 = 2.6381$  brotes/metro lineal, diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T7 = 2.2953$  brotes/metro lineal y  $T5 = 2.2667$  brotes/metro lineal y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a  $T2 = 1.7619$  brotes/metro lineal,  $T9 = 1.4286$  brotes/metro lineal,  $T6 = 1.2000$  brotes/metro lineal y  $T3 = 1.1619$  brotes/metro lineal;  $T1$  resultó similar a  $T8$ ,  $T7$  y  $T5$ , y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a  $T2$ ,  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$ ;  $T8$  se comportó similar a  $T7$  y  $T5$ , diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T2$  y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$ ;  $T7$  se comportó similar a  $T5$  y  $T2$ , diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$ ;  $T5$  se comportó similar a  $T2$  y diferente ( $P < 0.05$ ) a  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$ ; sin embargo, los demás tratamientos ( $T2$ ,  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$ ) se comportaron estadísticamente similares entre sí. El  $T4$ ,  $T1$  y  $T8$  se comportaron similares, superando a los demás tratamientos, estos tratamientos corresponden a CP 72-2086 con ETHREL 48 SL, CP 72-2086 y MEX 79-431 con PROFERT, manteniendo de esta forma la misma tendencia de la medición realizada a los 30 días, de igual forma para los tratamientos que se comportaron con el menor promedio de brotes emergidos por metro lineal que fueron  $T9$ ,  $T6$  y  $T3$  los que corresponden a PR 83-1172 con PROFERT, ETHREL 48 SL y sin bioestimulante.

Los resultados de los bloques estadísticamente fueron significativos (anexo A-8) al 95%, para determinar cual de los bloques fue el mejor se aplicó la

**Cuadro 3.** Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.

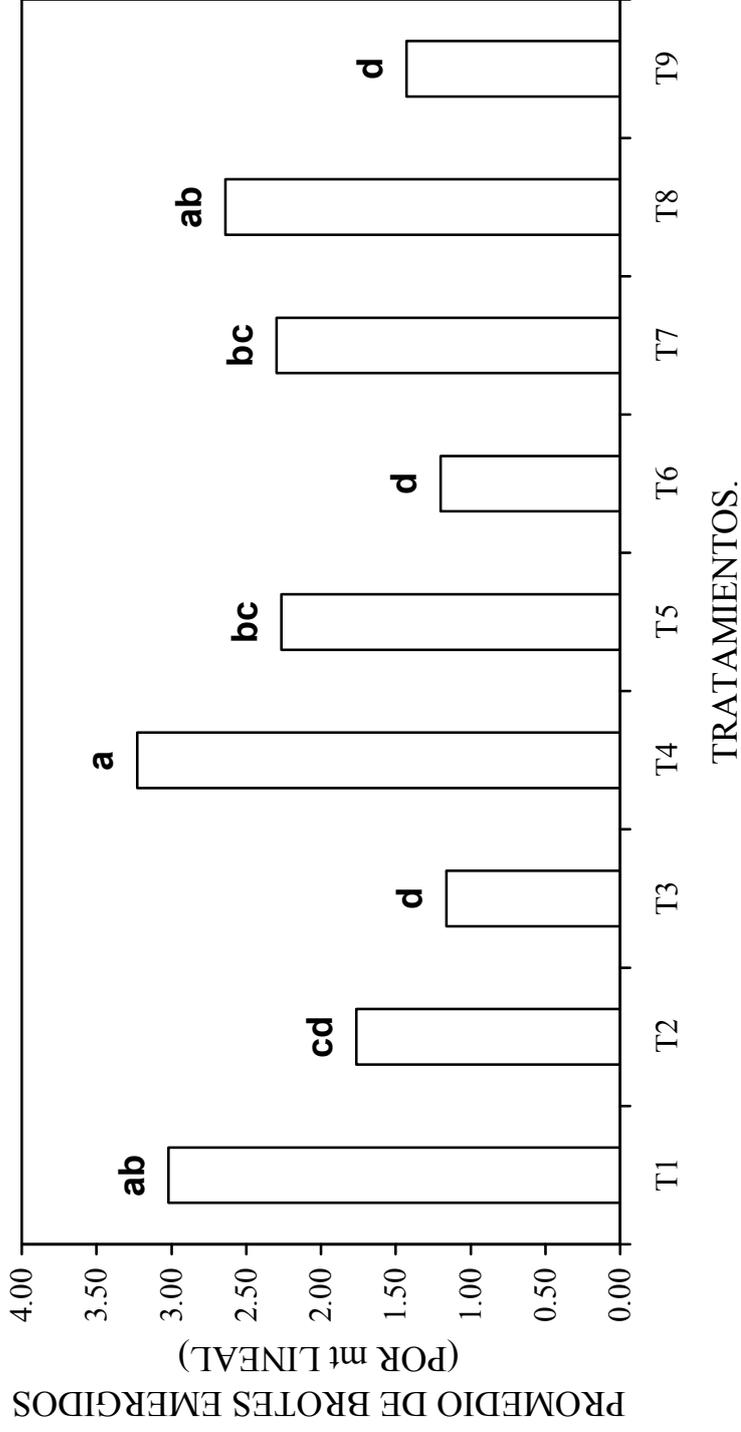
TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	2.3429	3.2286	3.4857	9.0572	3.0191 ab
T2(MEX 79-431)	1.6000	1.6571	2.0286	5.2857	1.7619 cd
T3(PR 83-1172)	1.2571	0.9143	1.3143	3.4857	1.1619 d
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.6000	2.4857	4.6000	9.6857	3.2286 a
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	2.1143	1.7714	2.9143	6.8000	2.2667 bc
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	0.7714	1.1714	1.6571	3.5999	1.2000 d
T7(CP 72-2086+PROFERT)	2.2286	2.3143	2.3429	6.8858	2.2953 bc
T8(MEX 79-431+PROFERT)	2.5714	2.8000	2.5429	7.9143	2.6381 ab
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.6857	1.2000	1.4000	4.2857	1.4286 d
TOTAL	17.1714	17.5428	22.2858		
PROMEDIO	1.9079 b	1.9492 b	2.4762 a		

**Cuadro 4.** Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.

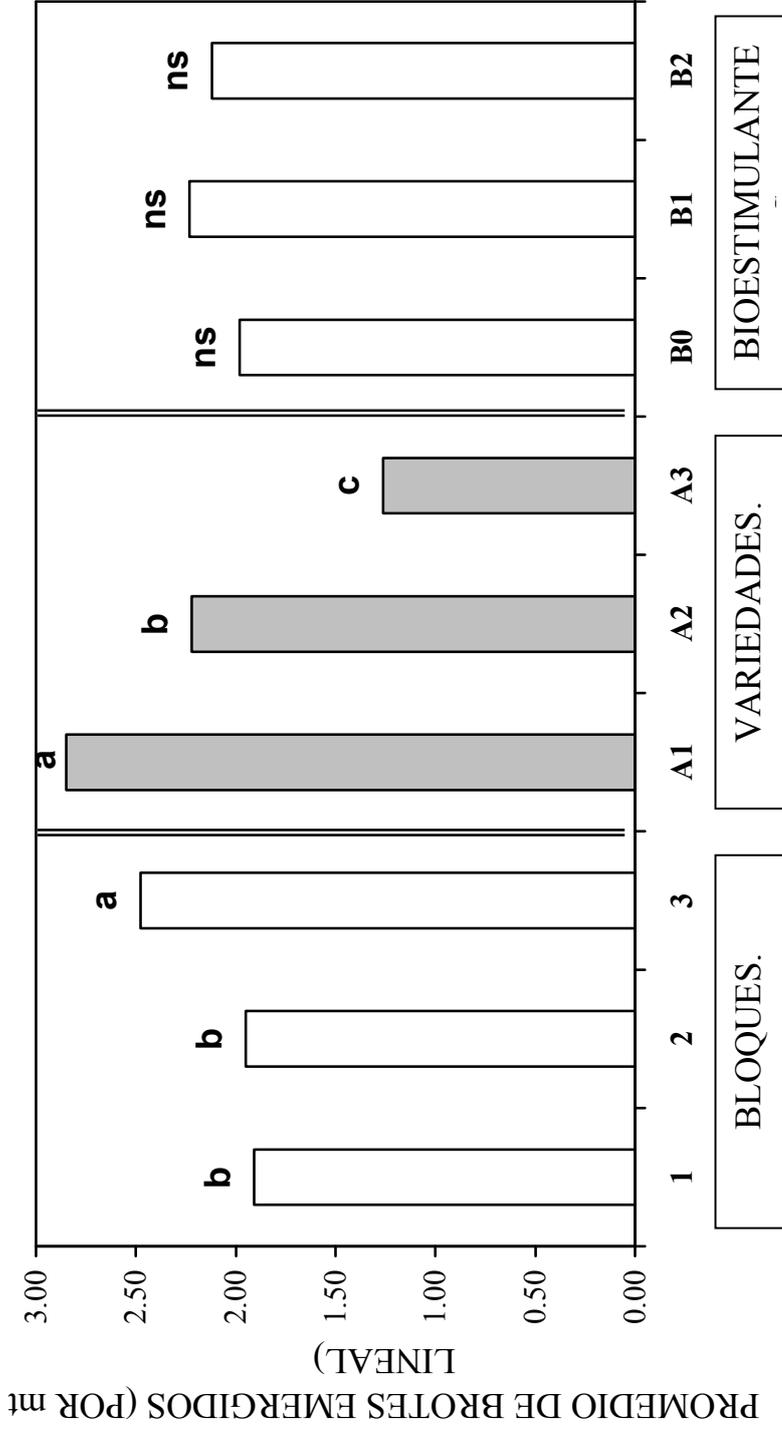
Variedades	B0=Sin bioestimulante		B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
	B0=Sin bioestimulante	B0=Sin bioestimulante				
A1=CP 72-2086	9.0572	9.6857	9.6857	6.8858	25.6287	2.8476 a
A2=MEX 79-431	5.2857	6.8000	6.8000	7.9143	20.0000	2.2222 b
A3=PR 83-1172	3.4857	3.5999	3.5999	4.2857	11.3713	1.2635 c
TOTAL	17.8286	20.0856	20.0856	19.0858		
PROMEDIO	1.9810 ns	2.2317 ns	2.2317 ns	2.1206 ns		

a, b, c = Medias con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).

ns : No significativo.



**FIG. 3.** Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 45 días después de la siembra.



**FIG. 4.** Promedios de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

prueba de Duncan (anexo A-10), donde se encontró que el bloque 3 = 2.4762 brotes/metro lineal fue mejor ( $P < 0.05$ ) que el bloque 2 = 1.9492 brotes/metro lineal y bloque 1 = 1.9079 brotes/metro lineal; el bloque 2 y bloque 1 resultaron similares entre sí respectivamente. El bloque 3 estadísticamente presentó mejor comportamiento que el bloque 2 y bloque 1, el cual se venía manifestando desde los 30 días, expresándose a los 45 días con diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ), lo que se atribuyen a la proporción de fósforo en dicho bloque (anexo A-33), el cual ayuda al desarrollo de las raíces, propiciando una mayor absorción de nutrición y como consecuencia un incremento en el número de plantas germinadas y mejor desarrollo de estas, otro aspecto que pudo incidir fue la cantidad de materia orgánica presente en dicho bloque 3(4.47%) no así para el bloque 2(2.81) y el bloque 1(2.20), que fue menor, lo cual guarda relación con la tendencia de el promedio de plantas germinadas. Reilly (24) manifiesta que la materia orgánica alberga la mayoría de la vida del suelo por que provee un sustrato de nutrientes para los seres vivos, lo que ayuda a la textura del suelo, permitiendo mayor desarrollo radicular y por ende conservando la humedad, además pone los nutriente en suspensión para una mayor absorción de las plantas.

Para el factor A(variedades de caña), estadísticamente fueron altamente significativos (anexo A-8) al 99%, para determinar cual de las variedades presentó mayor número de brotes emergidos a los 45 días se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-11), en donde A1 = 2.8476 brotes/metro lineal se comportó superior ( $P < 0.01$ ) a las variedades A2 = 2.2222 brotes/metro lineal y A3 = 1.2635 brotes/metro lineal; y A2 fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a A3 respectivamente. Para nuestro estudio la variedad CP 72-2086 se comportó mejor que las demás variedades; la COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (9) reporta que dicha variedad posee 8 yemas por metro lineal y tiene un poder germinativo de 2.81 brotes/metro lineal, la MEX 79-431 tiene un poder

germinativo de 5.25 brotes/metro lineal, de 12 yemas por metro lineal que se siembran y la PR 83-1172 tiene un poder germinativo de 4.87 plantas/metro lineal, de 10 yemas por metro lineal que se colocan a la siembra. En general dichas variedades poseen un poder germinativo de 35.1%, 43.8% y 48.7% para dichas variedades (CP 72-2086, MEX 79-431 y PR 83-1172) respectivamente, siendo la variedad PR 83-1172 la que genéticamente presenta un mayor poder germinativo.

Para el factor B(bioestimulantes), estadísticamente fueron similares entre sí (anexo A-8), sin embargo, aritméticamente  $B1 = 2.2317$  brotes/metro lineal se comportó superior a  $B2 = 2.1206$  brotes/metro lineal y  $B0 = 1.9810$  brotes/metro con diferencias de 0.1111 brotes/metro lineal, 0.2507 brotes/metro lineal respectivamente. Este factor presentó el mismo comportamiento de los 30 días, donde B1 fue mejor que los demás, lo que indica que este producto (ETHREL 48 SL) aritméticamente presentó buena consistencia durante el estudio. Esta información se ve respaldada por Alfaro, R. (1) que en experimento realizado en invernadero de DIECA en Grecia, Provincia de Alajuela, a 999 msnm; evaluaron 5 productos comerciales (ETHREL 48 SL, BIOZIME TS, PROGIBB 4 SL, FINISH 54SC, PENAC y Agua de testigo) utilizados como estimulantes para la germinación de la caña de azúcar, entre los cuales no encontraron diferencias estadísticas, lo que tiene similitud con nuestro estudio.

Al analizar estadísticamente la interacción de los factores AxB(variedades x bioestimulantes), se demostró que existen diferencia estadísticas significativas al 95%, por lo que se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-12) demostrándose que  $A1B1 = 9.7857$  brotes/metro lineal, resultó similar a  $A1B0 = 9.0572$  brotes/metro lineal, y diferente ( $P < 0.01$ ) a  $A2B2 = 7.9143$  brotes/metro lineal,  $A1B2 = 6.8858$  brotes/metro lineal,  $A2B1 = 6.8000$  brotes/metro lineal,  $A2B0 = 5.2857$  brotes/metro lineal,  $A3B2 = 4.2857$  brotes/metro lineal,  $A3B1 = 3.5999$

brotos/metro lineal y A3B0 = 3.4857 brotes/metro lineal; sin embargo, A1B0 fue superior ( $P < 0.01$ ) a A2B2, A1B2, A2B1, A2B0, A3B2, A3B1 y A3B0; no así A2B2 que es diferente ( $P < 0.05$ ) a A1B2, A2B1 y superior ( $P < 0.01$ ) a A2B0, A3B2, A3B1 y A3B0; A1B2 fue similar a A2B1 y diferente ( $P < 0.01$ ) a A2B0, A3B2, A3B1 y A3B0; A2B1 fue superior ( $P < 0.01$ ) a A2B0, A3B2, A3B1 y A3B0; A2B0 fue diferente ( $P < 0.05$ ) a A3B2 y superior ( $P < 0.01$ ) a , A3B1 y A3B0; A3B2 fue similar a A3B1 y superior ( $P < 0.05$ ) a A3B0 y estos (A3B1 y A3B0) fueron similares entre sí. Lo que demuestra que los dos factores (AxB) evaluado tiene relación, presentando mejores resultados la combinación A1B1(CP 72-2086 con ETHREL 48 SL).

#### **4.2. Promedio de altura de planta.**

Los datos de esta variable se tomaron desde el nivel del suelo hasta el último labio, collar o triangulo de la hoja en la parte superior de la planta, basado en la metodología presentada por Kuijper (1952) citado por San José (25).

Los resultados obtenidos del promedio de altura de planta (cm) a los 75 días y 100 días de edad del cultivo después de la siembra, se presentan en el cuadros de anexo A-13 al anexo A-19 por tratamiento, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, con su respectivo análisis de varianza y la respectiva prueba de Duncan para los bloques que presentaron diferencias estadísticas significativas.

En los cuadros A-13 al cuadro A-16, se presentan los datos promedios de altura de planta (cm), tomados a los 75 días de siembra del cultivo, el resumen del comportamiento de los tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, evaluado durante la investigación se presentan en el cuadro 5, cuadro 6, figura 5 y figura 6, en donde se puede observar que no existieron diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos (anexo A-15). Ya que

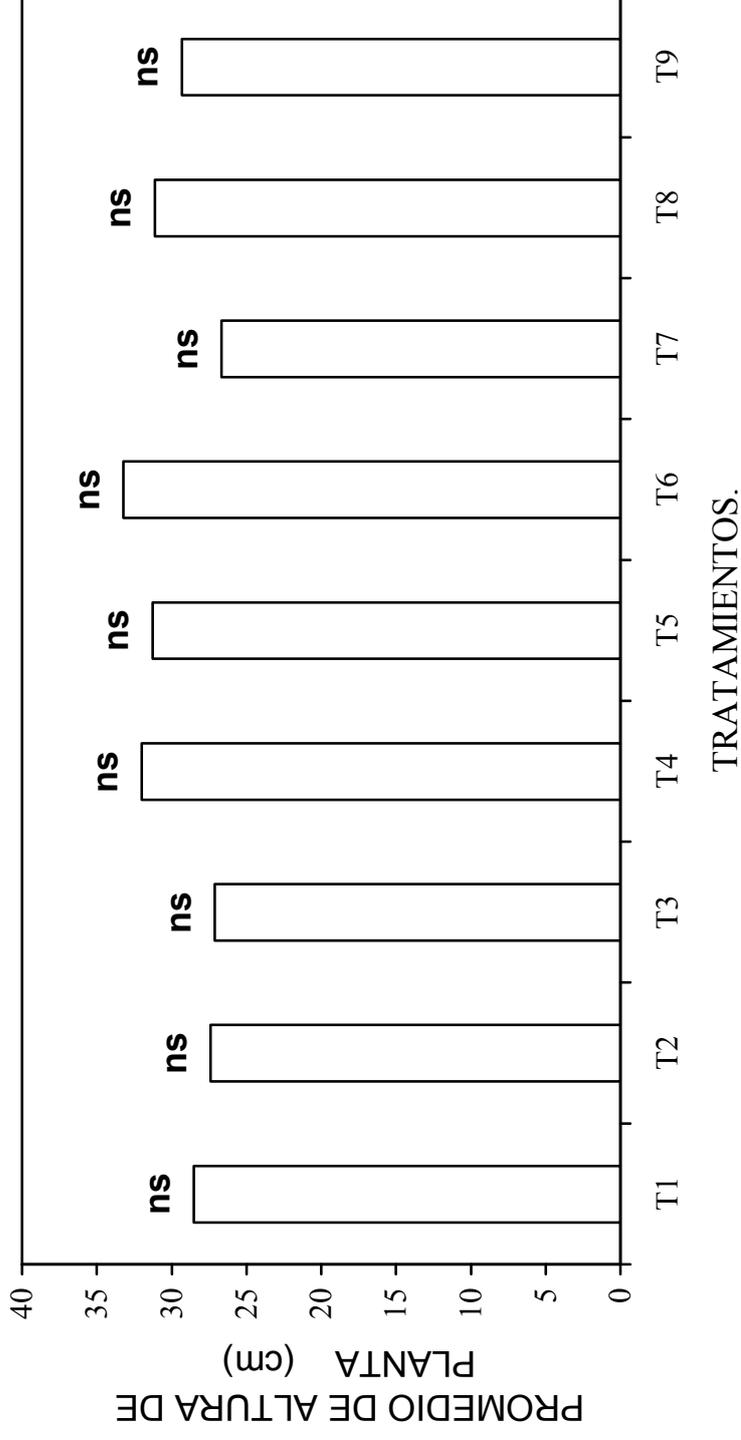
**Cuadro 5.** Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	22.4667	28.6000	34.4667	85.5334	28.5111 ns
T2(MEX 79-431)	24.4000	26.0667	31.7000	82.1667	27.3889 ns
T3(PR 83-1172)	26.2000	28.7667	26.4333	81.4000	27.1333 ns
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	30.4667	23.6333	41.9667	96.0667	32.0222 ns
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	26.6000	33.2333	33.9667	93.8000	31.2667 ns
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	27.4333	36.2667	36.0000	99.7000	33.2333 ns
T7(CP 72-2086+PROFERT)	26.4333	25.5667	28.0333	80.0333	26.6778 ns
T8(MEX 79-431+PROFERT)	34.6667	27.3333	31.4000	93.4000	31.1333 ns
T9(PR 83-1172+PROFERT)	27.8000	22.9333	37.2200	87.9533	29.3178 ns
TOTAL	246.4667	252.4000	301.1867		
PROMEDIO	27.3852 b	28.0444 b	33.4652 a		

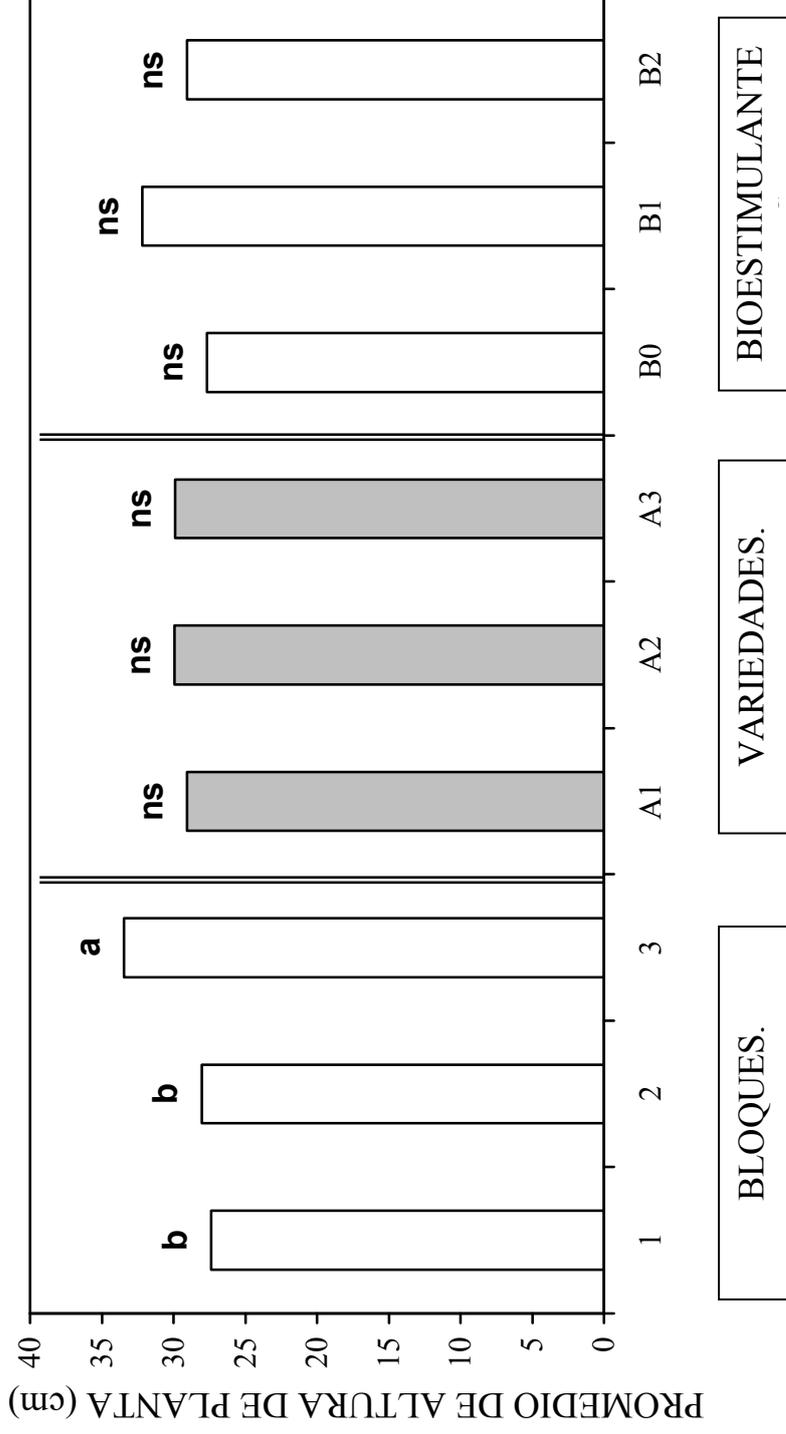
**Cuadro 6.** Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	82.1667	93.8000	93.4000	269.3667	29.9296 ns
A3=PR 83-1172	81.4000	99.7000	87.9533	269.0533	29.8948 ns
TOTAL	249.1001	289.5667	261.3866		
PROMEDIO	27.6778 ns	32.1741 ns	29.0430 ns		

a, b = Medias con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).  
 ns : No significativo.



**FIG. 5.** Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.



**FIG. 6.** Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

las diferencias existentes fueron aritméticas, presentándose en forma descendiente de la siguiente forma T6 = 33.2333 cm, T4 = 32.0222 cm, T5 = 31.2667 cm, T8 = 31.1333 cm, T9 = 29.3178 cm, T1 = 28.5111 cm, T2 = 27.3889 cm, T3 = 27.1333 cm y T7 = 26.6778 cm. La tendencia presente en los tratamientos, ubica a T6, T4 y T5 aritméticamente superior a los demás tratamientos, cabe mencionar que dichos tratamientos corresponden a las tres variedades con el bioestimulante ETHREL 48 SL, lo que indica que dicho producto presentó un efecto en el crecimiento de la caña de azúcar, la cual es mínima y solo se muestran aritméticamente. Esto se puede atribuir a las hormonas de crecimiento, específicamente auxina que actúa sobre los procesos fisiológicos más importantes del crecimiento y desarrollo de la planta. Bocanegra (6) manifiesta que el ETHREL 48 SL está compuesto por Ethephon, que es un compuesto rápidamente absorbido por la planta y se descompone en etileno y otros compuestos, dentro de los cuales se encuentra la hormona auxina.

Al analizar estadísticamente los bloques, se comprobó que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), para determinar cuál de los bloques presentó mayor altura de las plantas se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-16), en donde el bloque 3 = 33.4652 cm se comportó superior ( $P < 0.05$ ) al bloque 2 = 28.0444 cm y bloque 1 = 27.3852 cm; y estos (bloque 2 y bloque 1) fueron similares entre ellos respectivamente. Esta superioridad se atribuye a la fertilidad del suelo (Anexo A- análisis), ya que el bloque 3 presenta una mayor presencia de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, que los demás bloques, por lo que las plantas pudieron absorber mayor cantidad de nutrientes para un mejor crecimiento; esto es compartido por Humber (18) al manifestar que el fósforo es el elemento que estimula el desarrollo de las raíces; por lo que se debe tomar en cuenta que al momento de colocar la semilla en el suelo debe existir un nivel de fósforo adecuado para una buena germinación. Este mismo autor cita a Lee y

Willer quien observo que durante el primer mes de la siembra la planta germinada se alimenta casi por completo de las raíces desarrolladas del anillo de los trozo de caña sembrados. Sin embargo, Reilly (24) manifiesta que el fósforo es el elemento encargado del desarrollo de las raíces, sin embargo los nitratos juegan un papel importante para el crecimientos de las plantas, pero es importante la presencia de materia orgánica la cual debe existir en un rango de 0.5 a 10%, ya que actúa como almacén para los alimentos de la plantas y mejora la compactación del suelo.

Al analizar estadísticamente el factor A(variedades de caña), estas resultaron similares entre sí (anexo A-15) y las diferencias encontradas fueron aritméticas, presentando mayor altura  $A_2 = 29.9296$  cm,  $A_3 = 29.8948$  cm y  $A_1 = 29.0704$  cm respectivamente. Observándose un comportamiento similar en el desarrollo vegetativo de las tres variedades. De acuerdo a el COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (9) las tres variedades presentan un comportamiento similar respecto al crecimiento durante los primeros meses, lo que es atribuible al invierno por manejar el cultivo sin riego y un lento desarrollo durante los dos primeros meses.

Para el factor B(bioestimulantes) se evaluaron los productos ETHREL 48 SL y PROFERT, con un testigo, las cuales estadísticamente fueron similares entre sí (anexo A-15), sin embargo, aritméticamente  $B_1 = 32.1741$  cm se comporto mejor a  $B_2 = 29.0430$  cm y  $B_0 = 27.6778$  cm con diferencias de 3.1311 cm y 4.4963 cm respectivamente. Aunque las diferencias obtenidas fueron no significativas se puede apreciar diferencias bien marcadas del bioestimulantes ETHREL 48 SL sobre los tratamientos con PROFERT y los testigos. Días, J. C. y Gonzáles, F. (14) en un estudio realizado en Villa Clara, Cuba, encontraron que al aplicar ETHREL 48 SL (Ethephon) a la caña de azúcar por inmersión y rociado, existen diferencias significativas al 5%. Al tratar la

semilla en forma de rociado con dicho producto. Lo que para nuestro estudio no se presentaron tales diferencias estadísticas y las diferencias encontradas fueron únicamente aritméticas. Bocanegra (6) manifiesta que el ETHREL 48 SL es un compuesto rápidamente absorbido por las planta y se descompone en etileno y otros compuestos, dentro de los cuales se encuentra la hormona auxina que una hormona del crecimiento en las plantas.

Para la interacción de los factores AxB (variedades x bioestimulantes), al analizarlos estadísticamente, se demostró que no existieron ninguna relación entre los dos factores en estudio, ya que estadísticamente no existieron diferencias entre la interacciones estudiadas.

La segunda toma de datos para la altura de la planta se realizó a los 100 días, los cuales se presentan en los cuadro A-17 al cuadro A-19, el resumen de esta información (tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores) se presenta en el cuadro 7, cuadro 8, figura 7 y figura 8. Los resultados estadísticos se pueden observar en el cuadro A-19, donde no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Observando diferencias aritméticas, en donde T4 = 63.2667 cm aritméticamente fue superior a T8 = 62.1556 cm, T1 = 60.6222 cm, T7 = 60.3333 cm, T6 = 59.8667 cm, T5 = 58.7778 cm, T9 = 58.5333 cm, T3 = 52.6667 cm y T2 = 49.5778 cm respectivamente. Presentando la misma tendencia encontrada a los 75 días en los tratamientos.

El análisis estadístico de los bloques fue no significativo, presentando diferencias aritméticas el bloque 3 = 61.4815 cm mayor que el bloque 1 = 57.1778 cm y bloque 2 = 56.6074 cm respectivamente. La misma tendencia se presentó en la medición a los 75 días, a diferencias que estas fueron estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), sin embargo a los 100 días los bloque presentaron una mayor similitud, lo que se puede atribuir a la materia orgánica y

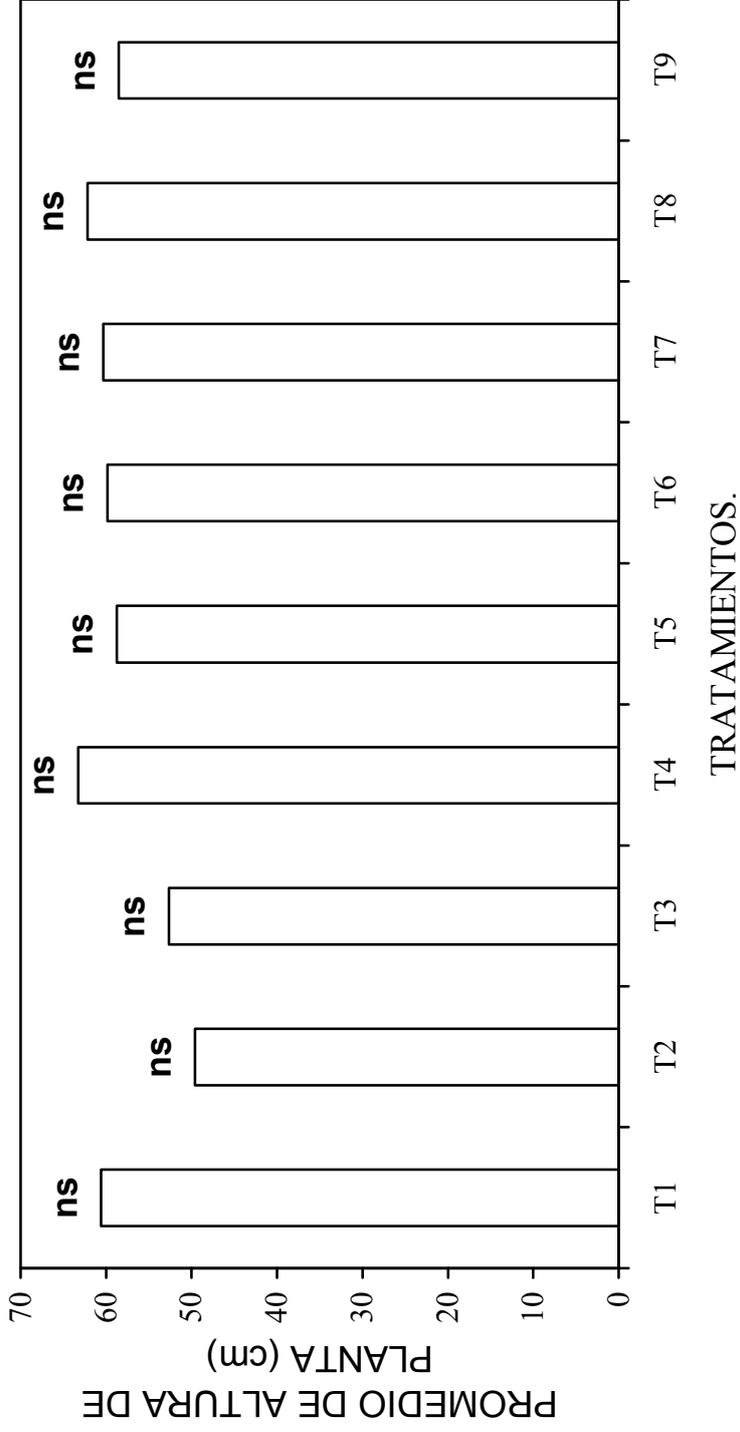
**Cuadro 7.** Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	50.2667	62.8667	68.7333	181.8667	60.6222 ns
T2(MEX 79-431)	44.2000	42.0667	62.4667	148.7334	49.5778 ns
T3(PR 83-1172)	59.0000	51.2667	47.7333	158.0000	52.6667 ns
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	60.0667	44.1333	85.6000	189.8000	63.2667 ns
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	60.0667	58.1333	58.1333	176.3333	58.7778 ns
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	53.6667	67.8000	58.1333	179.6000	59.8667 ns
T7(CP 72-2086+PROFERT)	57.7333	69.3333	53.9333	180.9999	60.3333 ns
T8(MEX 79-431+PROFERT)	68.2667	58.8667	59.3333	186.4667	62.1556 ns
T9(PR 83-1172+PROFERT)	61.3333	55.0000	59.2667	175.6000	58.5333 ns
TOTAL	514.6001	509.4667	553.3332		
PROMEDIO	57.1778 ns	56.6074 ns	61.4815 ns		

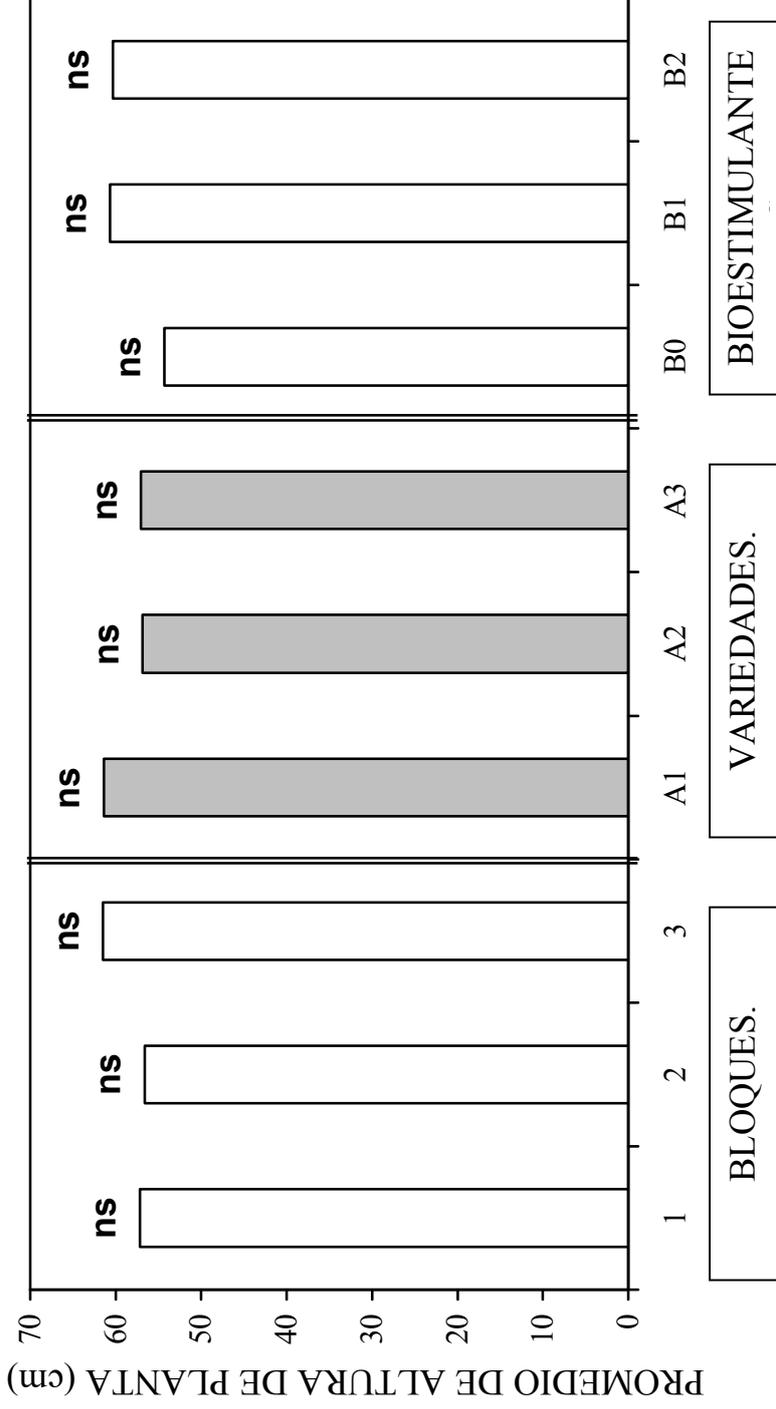
**Cuadro 8.** Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	148.7334	176.3333	186.4667	511.5334	56.8370 ns
A3=PR 83-1172	158.0000	179.6000	175.6000	513.2000	57.0222 ns
TOTAL	488.6001	545.7333	543.0666		
PROMEDIO	54.2889 ns	60.6370 ns	60.3407 ns		

ns : No significativo.



**FIG. 7.** Promedios de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.



**FIG. 8.** Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

la presencia de nitrógeno en el suelo, ya que las plantas se encuentra en la etapa de desarrollo, en donde las necesidades nutricionales son mayores en nitrógeno y la planta deja de utilizar el fósforo por ser un elemento que ayuda al desarrollo de las raíces y no directamente al crecimiento, además, la fertilización realizada pudo incidir en mejorar el crecimiento de los bloques 1 y bloques 2, evitando así la diferencias estadísticas.

El promedio de altura de planta presentado por las variedades en estudio (factor A), estadísticamente fueron no significativos (anexo A-19), sin embargo, aritméticamente  $A1 = 61.4074$  cm fue mayor que  $A3 = 57.0222$  cm y  $A2 = 56.8370$  cm respectivamente. Comportándose aritméticamente mejor la variedad CP 72-2086 lo que se debe al comportamiento de variedad temprana, lo que hace presentar un crecimiento más rápido a las demás.

Para el factor B(bioestimulantes), estadísticamente fueron similares entre sí (anexo A-19), sin embargo, aritméticamente  $B1 = 60.6370$  cm se comportó superior a  $B2 = 60.3407$  cm y  $B0 = 54.2889$  cm, con diferencias de 0.2963 cm y 6.3481 cm respectivamente. Observándose la misma tendencia que presentaron en los 75 días, lo que se atribuye al efecto hormonal que contiene el ETHREL 48 SL.

Al analizar estadísticamente la interacción de los factores AxB(variedades x bioestimulantes), se demostró que no existieron diferencia estadísticas significativas entre las interacciones de los dos factores en estudio.

#### **4.3. Promedio de diámetro de la planta.**

La medición de esta variable se realizó utilizando un Bernier (pie de rey), la cual se tomo a una altura de 15 cm que correspondía a la mitad del promedio de altura que presentaban las plantas a los 75 días de edad del cultivo después de la siembra. En los cuadros de anexo A-20 al anexo A-23 se presentan los

resultados obtenidos del diámetro de la planta (cm) a los 75 días, por tratamiento, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, con su respectivo análisis de varianza y prueba de Duncan para los bloques que presentaron diferencias estadísticas significativas.

En el cuadros A-22 se presentan el análisis estadístico del promedio de diámetro de las plantas, el resumen del comportamiento de los tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, evaluado durante la investigación se presentan en el cuadro 9, cuadro 10, figura 9 y figura 10, en donde se puede observar que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y las diferencias fueron aritméticas siendo T4 = 1.5345 cm, el tratamiento que presento las plantas más gruesas, seguido por T1 = 1.4467 cm, T3 = 1.4253 cm, T6 = 1.4229 cm, T7 = 1.3620 cm, T5 = 1.3609 cm, T8 = 1.3433 cm, T9 = 1.3276 cm y T2 = 1.2787 cm. La tendencia que presentaron los tratamientos, ponen a T4 como el mejor tratamiento, cabe mencionar que estos tratamientos corresponden a CP 72-2086 con ETHREL 48 SL respectivamente, sin embargo, el tratamiento que presentó las plantas más delgadas fue T2 que correspondió a MEX 79-431 sin bioestimulante.

El análisis estadístico de los bloques (anexo A-3), demostró que presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre ellos. Para conocer cual de los bloques presento las plantas más gruesas se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-23), resultando que el bloque 3 = 1.5210 cm se comporto superior ( $P < 0.01$ ) al bloque 2 = 1.3479 cm y bloque 1 = 1.2984 cm respectivamente. Este comportamiento se atribuye a la presencia de fósforo en el suelo, ya que es un elemento que ayuda a estimular el crecimiento de las raíces mejorando la absorción de los nutrientes de las plantas; esta información es respaldada por Humber (18) al manifestar que el fósforo es el elemento que estimula el desarrollo de las raíces; por lo que, se debe tomar en cuenta que al

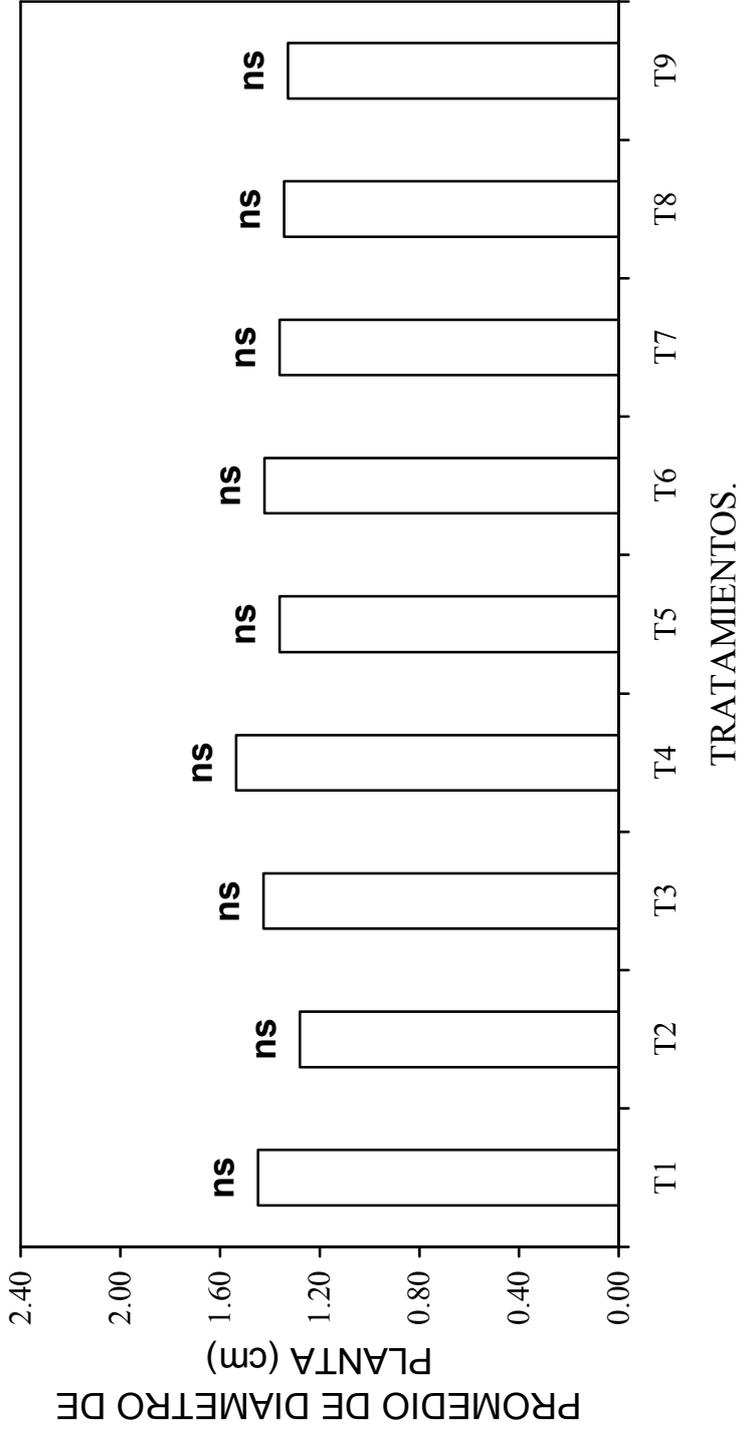
**Cuadro 9.** Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.3040	1.2607	1.7753	4.3400	1.4467 ns
T2(MEX 79-431)	1.1360	1.2853	1.4147	3.8360	1.2787 ns
T3(PR 83-1172)	1.3833	1.4807	1.4120	4.2760	1.4253 ns
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	1.3447	1.4120	1.8467	4.6034	1.5345 ns
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	1.3107	1.3247	1.4473	4.0827	1.3609 ns
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	1.1527	1.6660	1.4500	4.2687	1.4229 ns
T7(CP 72-2086+PROFERT)	1.3420	1.2093	1.5347	4.0860	1.3620 ns
T8(MEX 79-431+PROFERT)	1.4473	1.1780	1.4047	4.0300	1.3433 ns
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.2647	1.3147	1.4033	3.9827	1.3276 ns
TOTAL	11.6854	12.1314	13.6887		
PROMEDIO	1.2984 b	1.3479 b	1.5210 a		

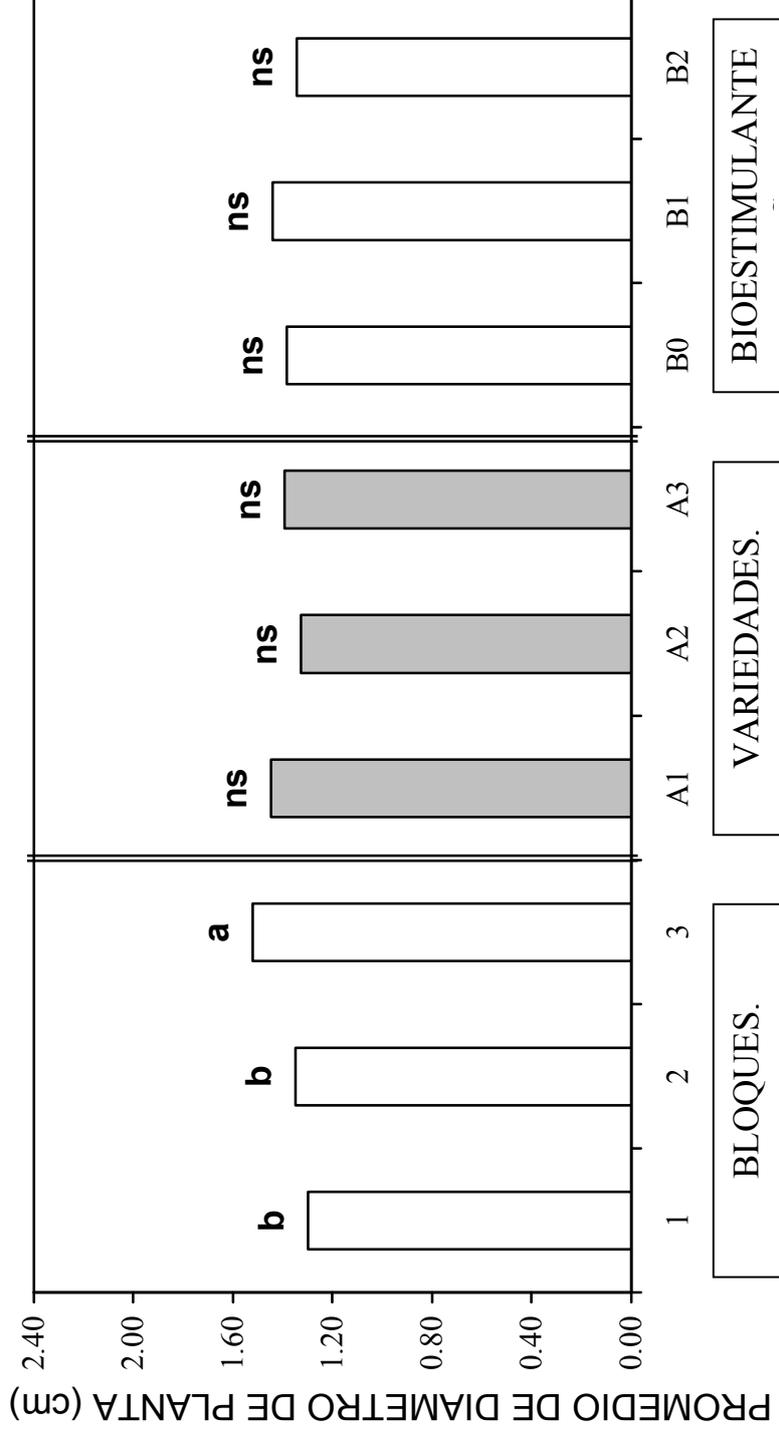
**Cuadro 10.** Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A1=CP 72-2086	4.3400	4.6034	4.0860	13.0294	1.4477 ns
A2=MEX 79-431	3.8360	4.0827	4.0300	11.9487	1.3276 ns
A3=PR 83-1172	4.2760	4.2687	3.9827	12.5274	1.3919 ns
TOTAL	12.4520	12.9548	12.0987		
PROMEDIO	1.3836 ns	1.4394 ns	1.3443 ns		

a, b = Medias con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).  
 ns : No significativo.



**FIG. 9.** Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.



**FIG. 10.** Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

momento de colocar la semilla en el suelo debe existir un nivel de fósforo adecuado para una buena germinación; además, la presencia de nitrógeno y materia orgánica en el bloque 3 es relativamente más alta que los demás bloques.

Para las variedades de caña (factor A) estadísticamente fueron no significativa (anexo A-22), y las diferencias existentes fueron aritméticas, resultando  $A1 = 1.4477$  cm mayor aritméticamente que  $A3 = 1.3919$  cm y  $A2 = 1.3276$  cm. La COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (9) reporta que la variedad CP 72-2086 presenta un diámetro de tallo de 25-30 mm, la MEX 79-431 es de 26-32 mm y la PR 83-1172 de 27 mm lo que indica que las tres variedades de caña utilizadas en el estudio oscilan en el mismo rango por lo que es justificable la similitud encontrada.

Para los bioestimulantes (factor B) estadísticamente fueron no significativos (anexo A-22), sin embargo, aritméticamente  $B1 = 1.4394$  cm fue mayor que  $B0 = 1.3836$  cm y  $B2 = 1.3443$  cm. Los tratamientos a los cuales se le aplicó ETHREL presentaron plantas más gruesas aritméticamente que los demás tratamientos en estudio lo que es atribuible a las hormonas de crecimiento que contiene el producto, tal como lo reporta Bocanegra (6) el ETHREL 48 SL se descompone en etileno y otros compuestos, dentro de los cuales se encuentra la hormona auxina que es una hormona del crecimiento en las plantas. Además, esta se reorienta en el crecimiento celular que es en el sentido radial. Esto da por resultado que las células en lugar de tener una forma rectangular sean isodiamétricas, lo que conlleva a un desarrollo más grueso del tallo.

La interacción de las variedades x bioestimulantes (AxB), estadísticamente resultaron similares, lo que indica que los bioestimulantes no presentaron ningún efecto sobre las variedades en estudio.

La segunda medición se realizó a los 100 días de edad del cultivo después de la siembra, la cual se tomó a una altura de 15 cm que correspondía a la misma

altura que se tomo a los 75 días. En los cuadros de anexo A-24 al anexo A-26 se presentan los resultados obtenidos del diámetro de la planta (cm) a los 100 días, por tratamiento, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, con su respectivo análisis de varianza.

El resumen de esta información se presenta en los cuadro 11, cuadro 12, figura 11 y figura 12. En el cuadro A-26 se puede observar que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sin embargo, existieron diferencias aritméticas, en donde  $T6 = 2.2605$  cm aritméticamente fue mayor a  $T4 = 2.2429$  cm,  $T7 = 2.2031$  cm,  $T1 = 2.1611$  cm,  $T3 = 2.1529$  cm,  $T5 = 2.1460$  cm,  $T8 = 2.0800$  cm,  $T2 = 2.0449$  cm y  $T9 = 1.8273$  cm.

En cuanto a los resultados de los bloques, fueron no significativos (anexo A-26), sin embargo, aritméticamente bloque 1 = 2.1765 cm fue mejor que el bloque 2 = 2.1698 cm y bloque 3 = 2.0266 cm. Por lo que se puede observar que las diferencias encontradas a los 75 días tendieron a homogenizarse.

El factor A(variedades de caña), resulto similares entre sí, y las diferencias fueron aritméticas, resultando  $A1 = 2.2024$  cm aritméticamente mejor que  $A2 = 2.0903$  cm y  $A3 = 2.0802$  cm. Por lo que en diámetro de tallo las tres variedades de caña presentaron el mismo comportamiento.

Para el factor B (bioestimulantes), resultaron similares entre sí, y las diferencias fueron aritméticas, siendo superior  $B1 = 2.2165$  cm que  $B0 = 2.1196$  cm y  $B2 = 2.0368$  cm. Para los bioestimulantes el ETHREL 48 SL aritméticamente mostró una predominancia sobre el testigo y el PROFERT que se le atribuye a las hormonas que contiene dicho producto.

La interacción de los factor AxB(variedades x bioestimulantes), demostró que no existen diferencias estadísticas significativas y los factores evaluados no tienen incidencia uno con el otro.

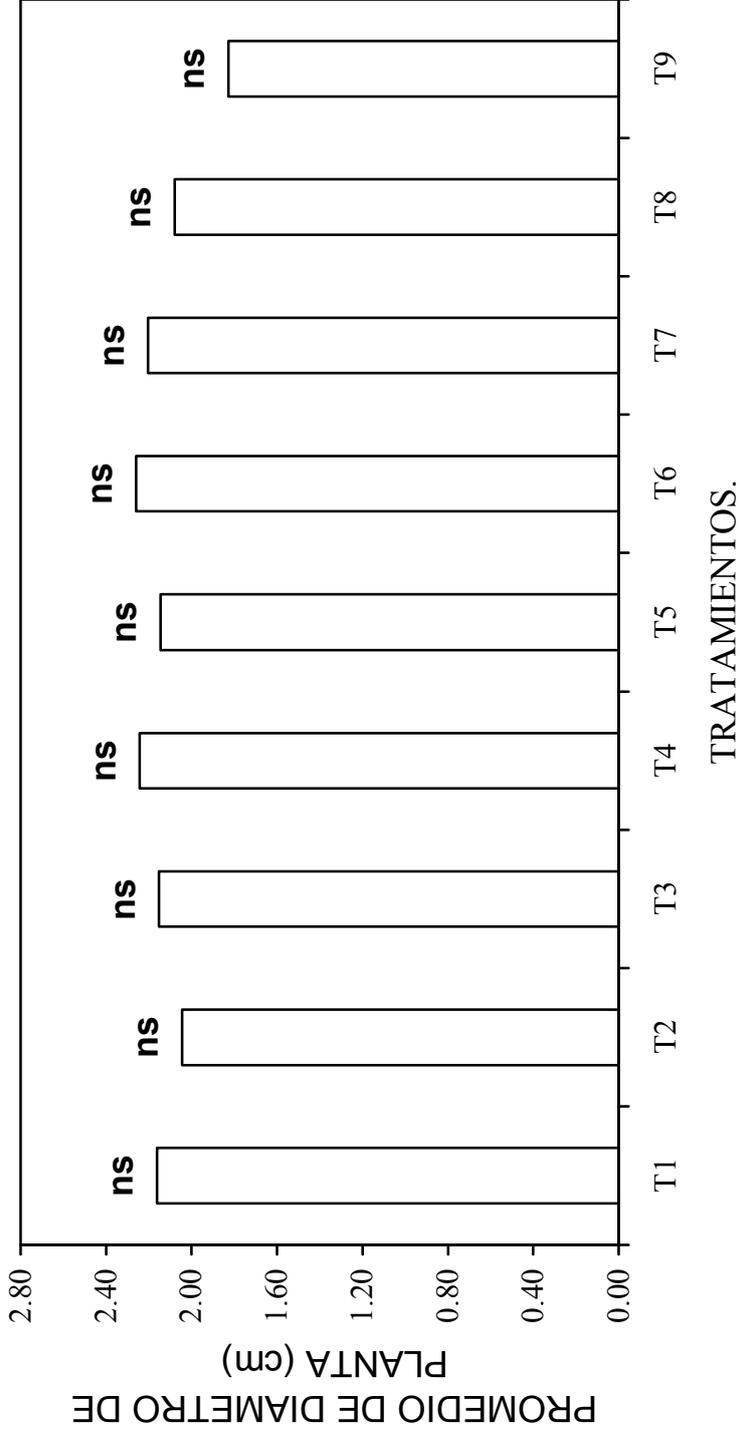
**Cuadro 11.** Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.9600	2.4533	2.0700	6.4833	2.1611 ns
T2(MEX 79-431)	2.3100	1.9180	1.9067	6.1347	2.0449 ns
T3(PR 83-1172)	2.3100	2.3753	1.7733	6.4586	2.1529 ns
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.2187	2.1967	2.3133	6.7287	2.2429 ns
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	2.2407	2.0453	2.1520	6.4380	2.1460 ns
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	1.9847	2.5267	2.2700	6.7814	2.2605 ns
T7(CP 72-2086+PROFERT)	2.2340	2.2213	2.1540	6.6093	2.2031 ns
T8(MEX 79-431+PROFERT)	2.4900	1.9833	1.7667	6.2400	2.0800 ns
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.8400	1.8087	1.8333	5.4820	1.8273 ns
TOTAL	19.5881	19.5286	18.2393		
PROMEDIO	2.1765 ns	2.1698 ns	2.0266 ns		

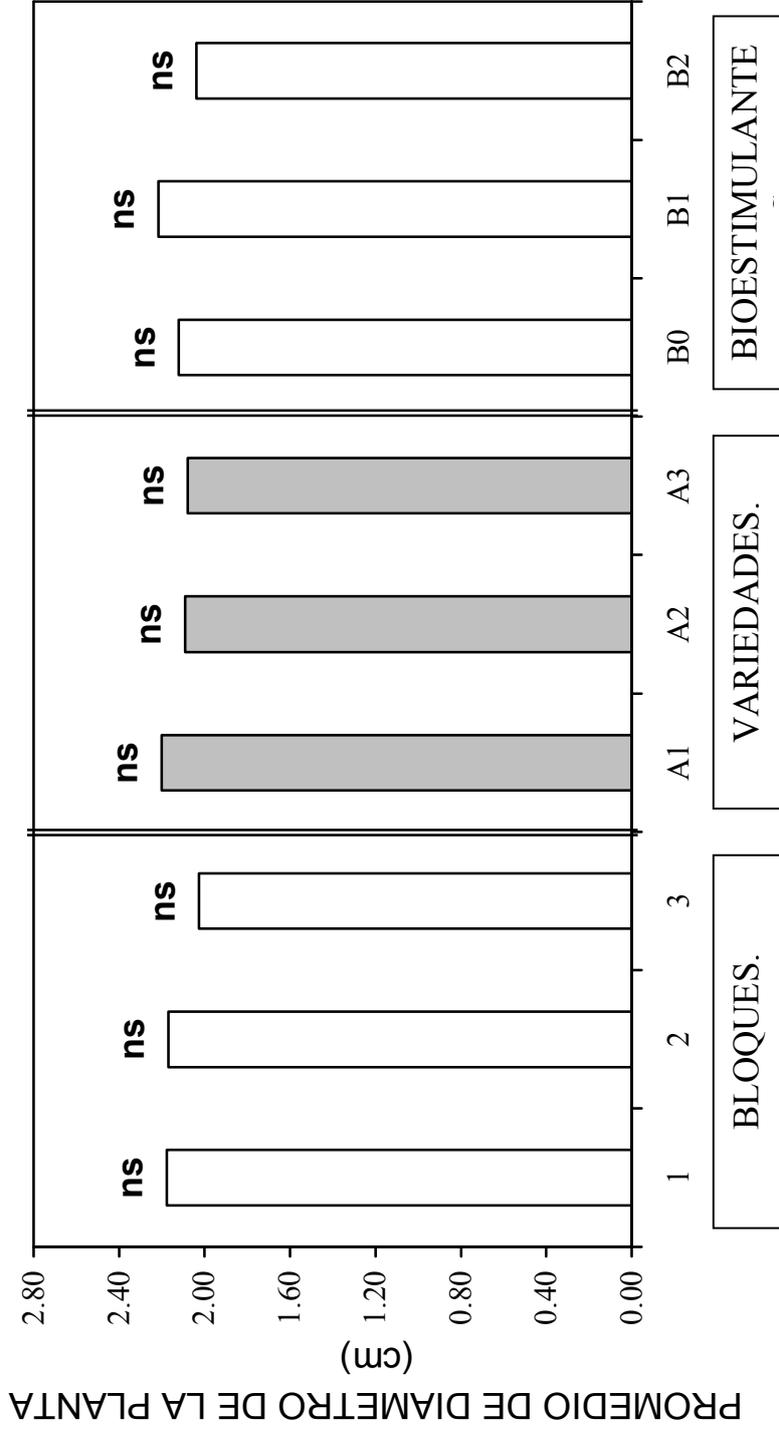
**Cuadro 12.** Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	6.1347	6.4380	6.2400	18.8127	2.0903 ns
A3=PR 83-1172	6.4586	6.7814	5.4820	18.7220	2.0802 ns
TOTAL	19.0766	19.9481	18.3313		
PROMEDIO	2.1196 ns	2.2165 ns	2.0368 ns		

ns : No significativo.



**FIG. 11.** Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.



**FIG. 12.** Promedios de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

#### **4.4. Población de plantas.**

Los datos de esta variable se tomaron contando el número de plantas que existía en 3 metros lineales y dividiéndolos entre 3, para sacar el número de plantas por metro lineal; el cual, se realizó a los 100 días de edad del cultivo. En los cuadros de anexo A-27 al anexo A-31 se presentan los resultados obtenidos de la población de plantas (por metro lineal), por tratamiento, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, con su respectivo análisis de varianza y la respectiva prueba de Duncan para los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.

El resumen del comportamiento de los tratamientos, bloques, factores e interacción de los factores en estudio, evaluado durante la investigación se presentan en el cuadro 13, cuadro 14, figura 13 y figura 14, en donde se puede observar que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos (anexo A-29). Para determinar cual de los tratamiento fue el mejor se realizó la prueba de Duncan (anexo A-30) en donde T4 = 16.4444 cm, resultó similar a T1 = 14.5556 cm, T8 = 14.0000 cm, T7 = 13.8889 cm y T5 = 11.7778 cm; y altamente significativo ( $P < 0.01$ ) a T6 = 8.3333 cm, T3 = 8.1111 cm, T9 = 8.1111 cm y T2 = 7.6667 cm; T1 resulto similar a T8, T7 y T5, pero significativo ( $P < 0.05$ ) a T6, T3, T9 y T2; T8 se comportó similar a T7 y T5, y diferente ( $P < 0.05$ ) a T6, T3, T9 y T2; sin embargo, T7 fue similar a T5 y significativo ( $P < 0.05$ ) a T6, T3, T9 Y T2; y los demás tratamientos (T5, T6, T3, T9 y T2) se comportaron estadísticamente similares entre sí. Los tratamientos que presentaron mayor población de planta fueron T4, T1, T8 y T7, los cuales corresponden a la variedad CP 72-2086 con los bioestimulante y la variedad MEX 79-431 con PROFERT. Gomes Álvarez (1976) citado por Rodriguez (25) estima una población de 18 tallos por metro lineal como una cantidad normal en la siembra de caña de azúcar, a los 3 meses a una distancia entre surco de 1.50

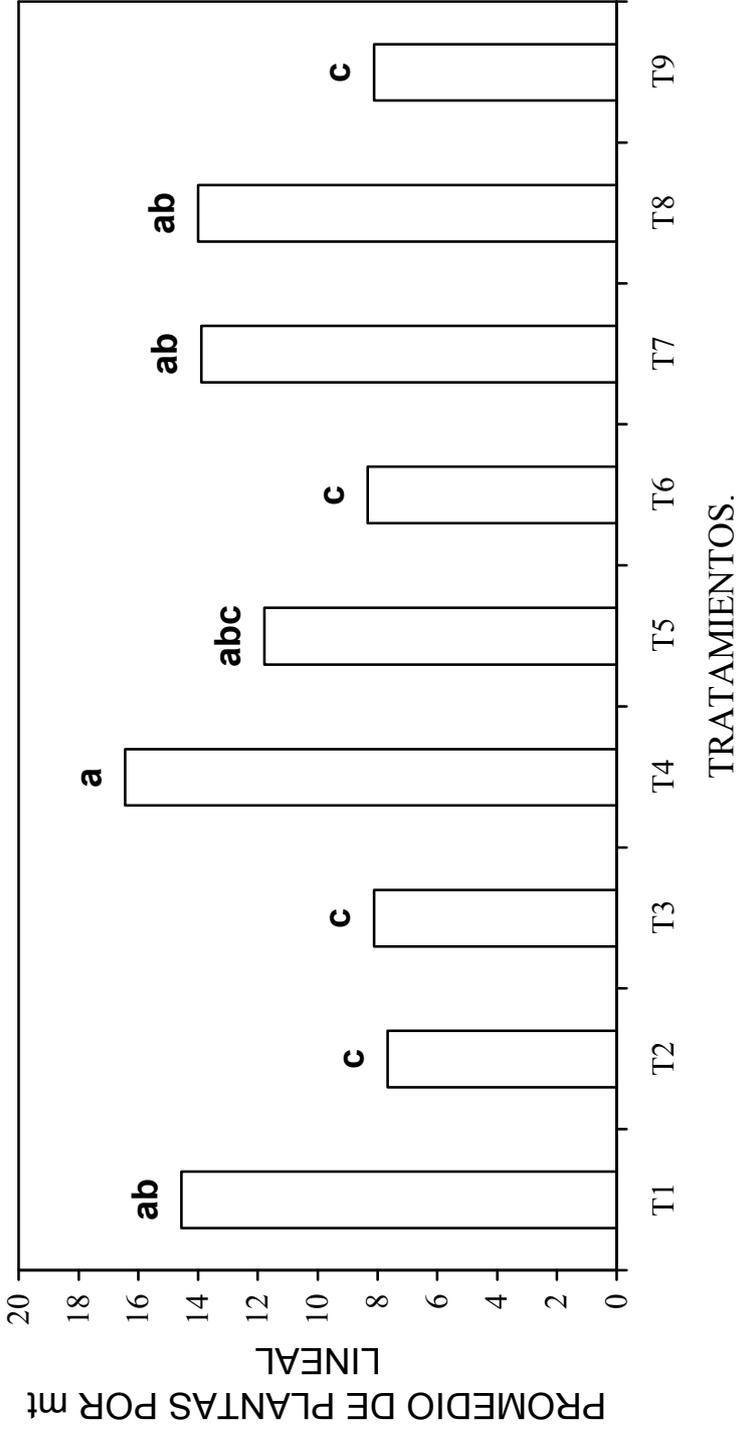
**Cuadro 13.** Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	17.6667	12.6667	13.3333	43.6667	14.5556 ab
T2(MEX 79-431)	7.6667	6.6667	8.6667	23.0001	7.6667 c
T3(PR 83-1172)	8.3333	6.6667	9.3333	24.3333	8.1111 c
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	19.3333	10.3333	19.6667	49.3333	16.4444 a
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	10.0000	11.0000	14.3333	35.3333	11.7778 abc
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	4.0000	11.0000	10.0000	25.0000	8.3333 c
T7(CP 72-2086+PROFERT)	15.6667	12.6667	13.3333	41.6667	13.8889 ab
T8(MEX 79-431+PROFERT)	15.6667	13.0000	13.3333	42.0000	14.0000 ab
T9(PR 83-1172+PROFERT)	4.6667	8.6667	11.0000	24.3334	8.1111 c
TOTAL	103.0001	92.6668	112.9999		
PROMEDIO	11.4445 ns	10.2963 ns	12.5555 ns		

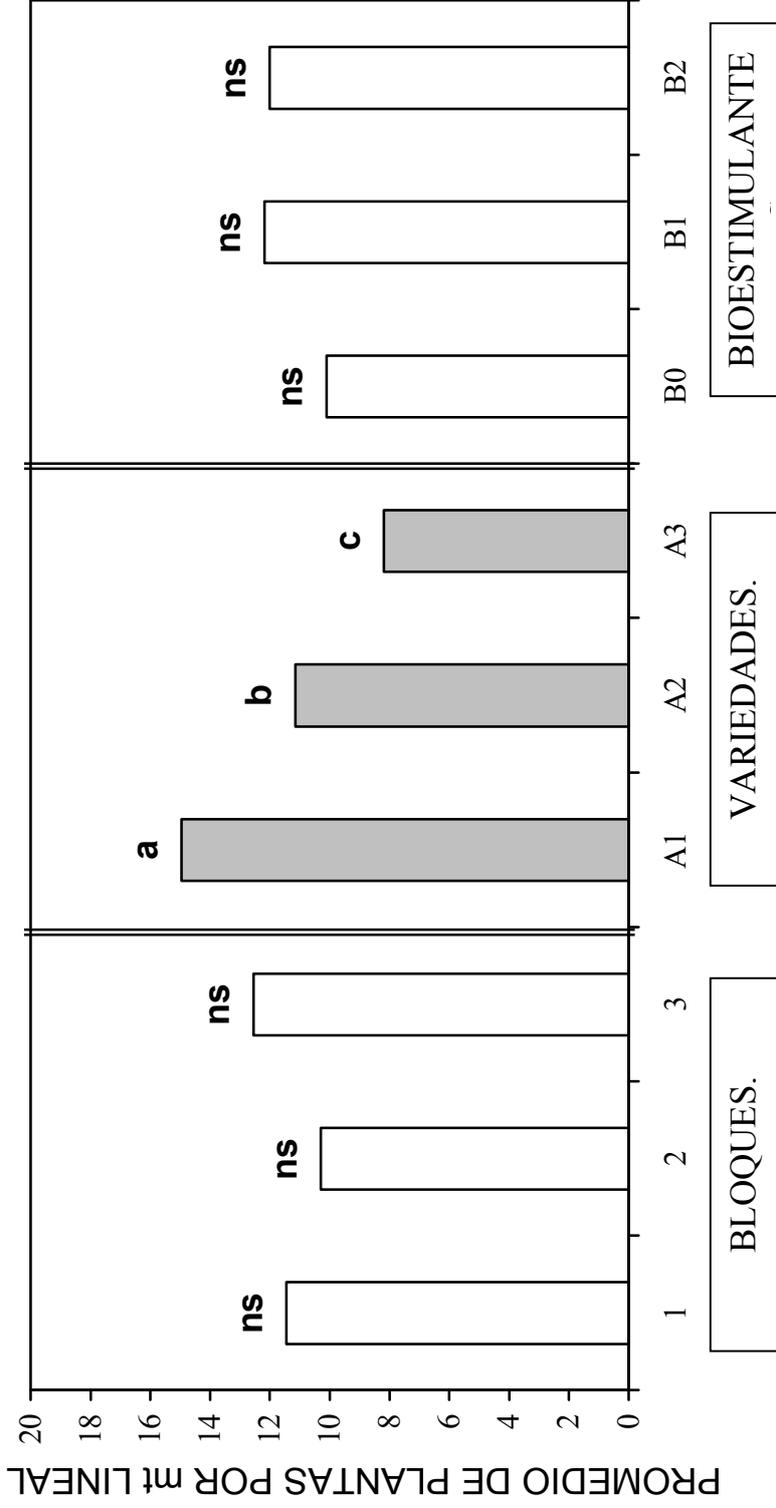
**Cuadro 14.** Interacción de los factores para el promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL <sub>48SL</sub>	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A1=CP 72-2086		43.6667	49.3333	41.6667	134.6667	14.9630 a
A2=MEX 79-431		23.0001	35.3333	42.0000	100.3334	11.1482 b
A3=PR 83-1172		24.3333	25.0000	24.3334	73.6667	8.1852 c
TOTAL		91.0001	109.6666	108.0001		
PROMEDIO		10.1111 ns	12.1852 ns	12.0000 ns		

a, b, c = Medias con diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ ).  
 ns : No significativo.



**FIG. 13.** Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.



**FIG. 14.** Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra, para los bloques y los dos factores en estudio.

metros, para el presente estudio se obtuvo una población menor, la cual oscilo entre 8 a 16 a un distanciamiento de 1.40 metros a los 100 días.

Al analizar estadísticamente los resultados de los bloque (anexo A-29) se comprobó que no existieron diferencias estadísticas significativas, sin embargo aritméticamente el bloque 3 = 12.5555 cm se comportó superior al bloque 1 = 11.4445 cm y al bloque 2 = 10.2963 cm. Lo que indica que la fertilidad del suelo (anexo A- ) no incidió para el promedio de plantas por metro lineal y esta variable estuvo sujeta a la capacidad genética de cada una de las variedades.

Las variedades de caña (factor A) estadísticamente fueron altamente significativos (anexo A-29), para determinar cual de las variedades presentó mayor promedio de plantas por metro lineal a los 100 días se aplicó la prueba de Duncan (anexo A-31), en donde A1 = 14.9630 cm fue superior ( $P < 0.01$ ) a A2 = 11.1482 cm y A3 = 8.1852 cm., resultando la variedad CP 72-2086 mejor que la variedad MEX 79-431 y esta mejor que PR 83-1172; sin embargo, la COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (9) reporta la variedad CP 72-2086 con menor porcentaje de germinación (35.1%) superada por la MEX 79-431 con 43.8% y esta superada por la PR 83-1172 con 48.7, en condiciones de pre-riego. Esto indica que la variedad que presento una mejor respuesta a las condiciones de estudio realizadas fue la CP 72-2086 para esta variable.

Para los bioestimulantes (factor B) estadísticamente fueron similares entre sí (anexo A-29), sin embargo, aritméticamente B1 = 12.1852 cm supero a B2 = 12.0000 cm y B0 = 10.1111 cm con diferencias de 0.1852 cm y 2.0741 cm respectivamente. Esto indica que los bioestimulantes no presentan efecto sobre la población de plantas, por lo que las diferencias encontradas no retribuyen los gastos de los productos.

La interacción de las variedades x bioestimulantes (factores Ax B), estadísticamente se demostró que no existieron diferencia estadísticas y la

diferencias encontradas fueron aritméticas, lo que demuestra que los factores evaluados no tienen relación o no incide entre sí.

#### **4.5. Costos de producción a los 100 días.**

En el cuadro 15, se presentan los costos a los 100 días de edad del cultivo, para cada uno de los tratamientos, donde los tratamiento T4(¢132.23), T5(¢132.23) y T6(¢132.23) presentaron el mayor costo de producción a los 100 días, debido al costo adicional por la compra del ETHREL 48 SL, el agua para regar y la mano de obra; seguido por T7(¢127.43), T8(¢127.43) y T9(¢127.43) por ser más barato el PROFERT y T1(¢124.93), T2(¢124.93) y T3(¢124.93) que fueron los tratamientos con menor costo a los 100 días. Esta tendencia se presenta por el uso de los bioestimulantes ya que el ETHREL 48 SL es más caro que el PROFERT, por lo que se presentan diferencias de ¢ 7.30 entre los tratamientos que se les aplicó ETHREL 48 SL al testigo y ¢ 2.50 entre el PROFERT y el testigo.

La semilla utilizada fue adquirida al mismo precio ambas variedades, para la fertilización se aplicaron dos fertilizaciones la primera con formula 30-30-10 y la segunda con sulfato de amonio y se aplicó Jade para el control de plagas del suelo.

**Cuadro 15.** Análisis de costos por tratamiento a los 100 días de estudio.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Semilla	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00	¢25.00
Fertilizante	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88	¢23.88
Insecticida	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80	¢2.80
Herbicida	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15	¢12.15
Sin Bioestimulante	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ETHREL 48 SL	-	-	-	¢6.30	¢6.30	¢6.30	-	-	-
PROFERT	-	-	-	-	-	-	¢1.50	¢1.50	¢1.50
Preparación de suelo	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77	¢27.77
Mano de obra	¢33.33	¢33.33	¢33.33	¢34.33	¢34.33	¢34.33	¢34.33	¢34.33	¢34.33
Costos total	¢124.93	¢124.93	¢124.93	¢132.23	¢132.23	¢132.23	¢127.43	¢127.43	¢127.43

## 5. CONCLUSIONES.

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Bajo las condiciones en que se desarrolló el estudio T4, T1 y T7 (variedad CP 72-2086 con ETHREL 48 SL, sin bioestimulante y con PROFERT) fueron mejores que los demás tratamientos (MEX 79-431 y PR 83-1172 con ETHREL 48 SL, PROFERT y sin bioestimulante), para la variable promedio de brotes emergidos.
2. Para las variables altura y diámetro de planta, los tratamientos en estudio no presentaron diferencias estadísticas significativas, ya que el desarrollo fue similar en los diferentes niveles de los factores en estudio; variedades, bioestimulantes y el control (sin bioestimulante).
3. Para la variable población de plantas, los tratamientos T4 (variedad CP 72-2086 con ETHREL 48 SL), estadísticamente ( $P < 0.01$ ), fue mejor que los demás tratamientos en estudio.
4. Los bioestimulantes utilizados (ETHREL 48 SL y PROFERT) no presentaron diferencias estadísticas, aunque aritméticamente, el ETHREL 48 SL presentó mejor resultado que el PROFERT y el control (sin bioestimulante), para la variable población de plantas.

## **6. RECOMENDACIONES.**

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. Para las condiciones en que se desarrolló el estudio se debe utilizar la variedad CP 72-2086 con ETHREL 48 SL por presentar mayor promedio de brote emergidos y población de plantas.
2. Hacer investigaciones aplicando ETHREL 48 SL, 15 a 20 días antes de cortar el material de siembra.
3. Evaluar el uso de bioestimulantes por inmersión del material de siembra.
4. Hacer investigaciones aplicando ETHREL 48 SL en otras variedades cultivadas en la zona.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

1. ALFARO, R. 2000. Evaluación de diferentes productos bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de la caña de azúcar. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA). 2-5 pág.
2. ARCENEAUZ, G. 1948. Some practical means of improving of sugar cane. Louisiana. 26, 34 pág.
3. ASOCIACIÓN AZUCARERA. 2001. Panorama azucarero. 2° Ed. El Salvador. 9, 10 pág.
4. AVENTIS CROPSCIENCE. (sf). Ethrel, UNA APLICACIÓN DE Ethrel y controla la floración. 1-4 pag.
5. BASF. sf. Profert, fertilizante especiales, 2 pág.
6. BOCANEGRA, J. 1990. Folleto. Acción del Ethrel y uso practico en la caña de azúcar. 1-4 pág..
7. CENTA. 1984. Documento técnico sobre aspecto agronómicos. San Andrés, La Libertad. El Salvador. 5-7 pág.
8. CENTA. 1981. Documento técnico sobre caña de azúcar (Saccharum officinarum). San Andrés, La Libertad. El Salvador. 30-37 pág.

9. COMPAÑÍA AZUCARERA SALVADOREÑA (CASSA). 2000. Caña de azúcar, manual de variedades. Central Izalco. 25-27, 48-51, 52-55 pág.
10. CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. H. 1976. Métodos de análisis para suelos, plantas y agua. Trillas, México. 13 pág.
11. CHAVES, M. 2000. El Fósforo y la caña de azúcar. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA). 12-22 pág.
12. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS. 2000. El cultivo de la caña de azúcar. Producción Agrícola II, Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 2-5, 7, 9, 21-22, 15-16 pág.
13. DEVLIN, R. M. 1976. Fisiología vegetal. 3° Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 436 pág.
14. DIAZ, F. C. y GONZALAZ, T. F. 1992. Efecto del tratamiento de semilla de caña con Etephon en la germinación, la población y producción de la caña de azúcar. Cuba. 4-6 pág.
15. ECUAQUIMICA. Guía técnica, ETHREL 48 SL.  
<http://www.ecuaquimica.con.ec/guias/ethrel.htm> 1,2 pag.

16. EVANS, H. 1939. Some data on the effect of late heavy dressing of nitrogenous fertilizer on the growth and metabolism of sugar cane. Sugar Cane Research. 9, 10 pág.
17. FERTICA. sf. Guía técnica de fertilización. 1 pág.
18. HUMBERT, R. P. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. México. Compañía Editorial Continental 9, 105, 109,-113, 201 pág.
19. INGENIO CENTRAL IZALCO. 1991. Catalogo de variedades de caña de azúcar. Departamento Agrícola. 41-42, 10 pág.
20. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (SAL). sf. Diccionario geográfico de El Salvador; Tomo II, L-2 San Salvador, El Salvador.
21. LEE, P. 1988. Uso rentable del fertilizante. Resultados agrícolas en América. 15, 16, 20 pág.
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1986. Estudio agronómico de la caña de azúcar en El Salvador. Dirección general de Economía Agropecuaria. San Salvador, El Salvador. 1,3 pág.
23. OCÉANO/CENTRUM. 1999. Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería. OCÉANO. Barcelona, España. 425-435 pág.

24. REILLY, J. P. 2002. Guía salud de suelo. Manual para el cuidado de la salud de suelo. Universidad de Cornell y Zamorano, Grupo de trabajo sobre suelo, Tegucigalpa, Honduras. 35 pág.
25. RODRÍGUEZ, C. A. 1978. Efecto del intervalo de riego, lamina acumulada y niveles de fertilización con nitrógeno sobre el crecimiento de la caña de azúcar. Mérida, Venezuela. 107 pág.
26. RODRIGUEZ DEL ANGEL, J. M. 1991. Métodos de investigación pecuaria. México. Trillas 111-114 pág.
27. SANCHEZ, N. F. 1992. Materia prima, caña de azúcar 2° Ed. México. 20-51,166,201-224 pág.
28. SUVIROS, R. F. 2000. El cultivo de la caña de azúcar. EUNED. Costa Rica. 4,19-20-29,39-40,279 pág.
29. VEGA, J. 1998. Ethrel como inhibidor y/o reductor de la floración de la caña de azúcar en el ingenio San Antonio, Nicaragua. 2-5 pág.
30. VERRET, J. A. 1926. A review of our present fertilizer practices compared with those of ten years or more ago. Hawaiian. 30, 52, 65 pág.

## **8. ANEXOS.**

**Cuadro A-1.** Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.6571	3.1714	3.2000	8.0285	2.6762
T2(MEX 79-431)	0.8286	0.6000	1.1714	2.6000	0.8667
T3(PR 83-1172)	0.6000	0.6000	0.7429	1.9429	0.6476
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.2857	1.6286	4.5714	8.4857	2.8286
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	1.6571	1.3429	2.6857	5.6857	1.8952
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	0.5714	1.1143	1.3714	3.0571	1.0190
T7(CP 72-2086+PROFERT)	1.8286	2.0286	2.3143	6.1715	2.0572
T8(MEX 79-431+PROFERT)	1.6000	2.0286	1.2286	4.8572	1.6191
T9(PR 83-1172+PROFERT)	0.9429	0.9143	1.1714	3.0286	1.0095
TOTAL	11.9714	13.4287	18.4571		
PROMEDIO	1.3302	1.4921	2.0508		

**Cuadro A-2.** Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.

Bioestimulante Variedades	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	2.6000	5.6857	4.8572	13.1429	1.4603
A3=PR 83-1172	1.9429	3.0571	3.0286	8.0286	0.8921
TOTAL	12.5714	17.2285	14.0573		
PROMEDIO	1.3968	1.9143	1.5619		

**Cuadro A-3.** Análisis de varianza para los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	15.2690	1.9086	5.32 **	2.59	3.89
Bloques	2	2.5731	1.2865	3.59 ns	3.63	6.23
A(Variedades)	2	12.2982	6.1491	17.15 **	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	1.2575	0.6288	1.75 ns	3.63	6.23
AxB	4	1.7132	0.4283	1.19 ns	3.01	4.77
Error	16	5.7359	0.3585			
Total	26	23.5779				

\*\* : Diferencia estadística significativo (P&lt;0.01).

ns : No significativo.

**CUADRO A-4.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 30 días después de la siembra.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

T4 = 2.8286  
 T1 = 2.6762  
 T7 = 2.0572  
 T5 = 1.8952  
 T8 = 1.6191  
 T6 = 1.0190  
 T9 = 1.0095  
 T2 = 0.8667  
 T3 = 0.6476

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.3585}{3}} = 1.0364$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.3585}{3}} = 1.4280$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	T4 2.8286	T1 2.6762	T7 2.0572	T5 1.8952	T8 1.6191	T6 1.0190	T9 1.0095	T2 0.8667	T3 0.6476
Posición relativa de media	-	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de R 5%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.12	1.13	1.14
Valores de R 1%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.11	1.13	1.14	1.15
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	1.0364	1.0882	1.1193	1.1401	1.1608	1.1608	1.1712	1.1815
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	1.4280	1.4994	1.5422	1.5708	1.5851	1.6136	1.6279	1.6422



**CUADRO A-5.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 30 días después de la siembra, para las variedades.

1. Medias de cada variedades ordenadas de mayor a menor.

$$\begin{aligned} A1 &= 2.5206 \\ A2 &= 1.4603 \\ A3 &= 0.8921 \end{aligned}$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$\begin{aligned} DMS &= t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}} \\ DMS 5\% &= 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.3585}{9}} = 0.5984 \\ DMS 1\% &= 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.3585}{9}} = 0.8245 \end{aligned}$$

3. Calculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	A1 2.5206	A2 1.4603	A3 0.8921
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.5984	0.6283
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	0.8245	0.8657

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	A1 2.5206	A2 1.4603	A3 0.8921
A1 = 2.5206	-	1.0603 **	1.6285 **
A2 = 1.4603	-	-	0.5682 ns
A3 = 0.8921	-	-	-

**Cuadro A-6.** Promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	2.3429	3.2286	3.4857	9.0572	3.0191
T2(MEX 79-431)	1.6000	1.6571	2.0286	5.2857	1.7619
T3(PR 83-1172)	1.2571	0.9143	1.3143	3.4857	1.1619
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.6000	2.4857	4.6000	9.6857	3.2286
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	2.1143	1.7714	2.9143	6.8000	2.2667
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	0.7714	1.1714	1.6571	3.5999	1.2000
T7(CP 72-2086+PROFERT)	2.2286	2.3143	2.3429	6.8858	2.2953
T8(MEX 79-431+PROFERT)	2.5714	2.8000	2.5429	7.9143	2.6381
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.6857	1.2000	1.4000	4.2857	1.4286
TOTAL	17.1714	17.5428	22.2858		
PROMEDIO	1.9079	1.9492	2.4762		

**Cuadro A-7.** Interacción de los factores sobre los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A1=CP 72-2086		9.0572	9.6857	6.8858	25.6287	2.8476
A2=MEX 79-431		5.2857	6.8000	7.9143	20.0000	2.2222
A3=PR 83-1172		3.4857	3.5999	4.2857	11.3713	1.2635
TOTAL		17.8286	20.0856	19.0858		
PROMEDIO		1.9810	2.2317	2.1206		

**Cuadro A-8.** Análisis de varianza para los promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	14.1838	1.7730	8.90 **	2.59	3.89
Bloques	2	1.8071	0.9035	4.53 *	3.63	6.23
A(Variedades)	2	11.4596	5.7298	28.75 **	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	0.2842	0.1421	0.71 ns	3.63	6.23
AxB	4	2.4399	0.6100	3.06 *	3.01	4.77
Error	16	3.1888	0.1993			
Total	26	19.1797				

\*\* : Diferencia estadística significativo (P&lt;0.01).

\* : Diferencia estadística significativo (P&lt;0.05).

ns : No significativo.

**CUADRO A-9.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) por tratamiento a los 45 días después de la siembra.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

T4 = 3.2286  
 T1 = 3.0191  
 T8 = 2.6381  
 T7 = 2.2953  
 T5 = 2.2667  
 T2 = 1.7619  
 T9 = 1.4286  
 T6 = 1.2000  
 T3 = 1.1619

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{3}} = 0.7728$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{3}} = 1.0647$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	T4 3.2286	T1 3.0191	T8 2.6381	T7 2.2953	T5 2.2667	T2 1.7619	T9 1.4286	T6 1.2000	T3 1.1619
Posición relativa de media	-	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de R 5%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.12	1.13	1.14
Valores de R 1%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.11	1.13	1.14	1.15
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.7728	0.8114	0.8346	0.8500	0.8655	0.8655	0.8732	0.8809
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	1.0647	1.1180	1.1499	1.1712	1.1819	1.2031	1.2138	1.2244



**CUADRO A-10.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para los bloques.

1. Medias de cada bloque ordenadas de mayor a menor.

Bloque 3 = 2.4762

Bloque 2 = 1.9492

Bloque 1 = 1.9079

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{9}} = 0.4462$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{9}} = 0.6147$$

3. Calculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	Bloque 3 2.4762	Bloque 2 1.9492	Bloque 1 1.9079
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.4462	0.4685
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	0.6147	0.6455

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	Bloque 3 2.4762	Bloque 2 1.9492	Bloque 1 1.9079
Bloque 3 = 2.4762	-	0.5270 *	0.5683 *
Bloque 2 = 1.9492	-	-	0.0413 ns
Bloque 1 = 1.9079	-	-	-

**CUADRO A-11.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para las variedades.

1. Medias de cada variedad ordenadas de mayor a menor.

$$A1 = 2.8476$$

$$A2 = 2.2222$$

$$A3 = 1.2635$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{9}} = 0.4462$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{9}} = 0.6147$$

3. Calculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	A1 2.8476	A2 2.2222	A3 1.2635
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.4462	0.4685
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	0.6147	0.6455

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	A1 2.8476	A2 2.2222	A3 1.2635
A1 = 2.8476	-	0.6254 **	1.5841 **
A2 = 2.2222	-	-	0.9587 **
A3 = 1.2635	-	-	-

**CUADRO A-12.** Prueba de Duncan para promedio de yemas germinadas (brotes emergidos por metro lineal) a los 45 días después de la siembra, para la interacciones.

1. Medias de las interacciones ordenadas de mayor a menor.

A1B1 = 9.7857  
 A1B0 = 9.0572  
 A2B2 = 7.9143  
 A1B2 = 6.8858  
 A2B1 = 6.8000  
 A2B0 = 5.2857  
 A3B2 = 4.2857  
 A3B1 = 3.5999  
 A3B0 = 3.4857

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{3}} = 0.7728$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.1993}{3}} = 1.0647$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	A1B1 9.7857	A1B0 9.0572	A2B2 7.9143	A1B2 6.8858	A2B1 6.8000	A2B0 5.2857	A3B2 4.2857	A3B1 3.5999	A3B0 3.4857
Posición relativa de media	-	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de R 5%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.12	1.13	1.14
Valores de R 1%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.11	1.13	1.14	1.15
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.7728	0.8114	0.8346	0.8500	0.8655	0.8655	0.8732	0.8809
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	1.0647	1.1180	1.1499	1.1712	1.1819	1.2031	1.2138	1.2244



**Cuadro A-13.** Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	22.4667	28.6000	34.4667	85.5334	28.5111
T2(MEX 79-431)	24.4000	26.0667	31.7000	82.1667	27.3889
T3(PR 83-1172)	26.2000	28.7667	26.4333	81.4000	27.1333
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	30.4667	23.6333	41.9667	96.0667	32.0222
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	26.6000	33.2333	33.9667	93.8000	31.2667
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	27.4333	36.2667	36.0000	99.7000	33.2333
T7(CP 72-2086+PROFERT)	26.4333	25.5667	28.0333	80.0333	26.6778
T8(MEX 79-431+PROFERT)	34.6667	27.3333	31.4000	93.4000	31.1333
T9(PR 83-1172+PROFERT)	27.8000	22.9333	37.2200	87.9533	29.3178
TOTAL	246.4667	252.4000	301.1867		
PROMEDIO	27.3852	28.0444	33.4652		

**Cuadro A-14.** Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	82.1667	93.8000	93.4000	269.3667	29.9296	
A3=PR 83-1172	81.4000	99.7000	87.9533	269.0533	29.8948	
TOTAL	249.1001	289.5667	261.3866			
PROMEDIO	27.6778	32.1741	29.0430			

**Cuadro A-15.** Análisis de varianza para la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	134.8991	16.8624	0.91 ns	2.59	3.89
Bloques	2	200.3565	100.1782	5.42 *	3.63	6.23
A(Variedades)	2	4.2577	2.1288	0.12 ns	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	95.6527	47.8263	2.59 ns	3.63	6.23
AxB	4	34.9888	8.7472	0.47 ns	3.01	4.77
Error	16	295.7079	18.4817			
Total	26	630.9634				

\* : Diferencia estadística significativa (P&lt;0.05).

ns : No significativo.

**CUADRO A-16.** Prueba de Duncan para promedio de altura de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

Bloque 3 = 33.4652

Bloque 2 = 28.0444

Bloque 1 = 27.3852

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \times \sqrt{\frac{2 \times 18.4817}{9}} = 4.2964$$

$$DMS 1\% = 2.921 \times \sqrt{\frac{2 \times 18.4817}{9}} = 5.9197$$

3. Calculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	Bloque 3 33.4652	Bloque 2 28.0444	Bloque 1 27.3852
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	4.2964	4.5112
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	5.9197	6.2156

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	Bloque 3 33.4652	Bloque 2 28.0444	Bloque 1 27.3852
Bloque 3 = 33.4652	-	5.4208 *	6.0800 *
Bloque 2 = 28.0444	-	-	0.6592 ns
Bloque 1 = 27.3852	-	-	-

**Cuadro A-17.** Promedio de altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	50.2667	62.8667	68.7333	181.8667	60.6222
T2(MEX 79-431)	44.2000	42.0667	62.4667	148.7334	49.5778
T3(PR 83-1172)	59.0000	51.2667	47.7333	158.0000	52.6667
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	60.0667	44.1333	85.6000	189.8000	63.2667
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	60.0667	58.1333	58.1333	176.3333	58.7778
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	53.6667	67.8000	58.1333	179.6000	59.8667
T7(CP 72-2086+PROFERT)	57.7333	69.3333	53.9333	180.9999	60.3333
T8(MEX 79-431+PROFERT)	68.2667	58.8667	59.3333	186.4667	62.1556
T9(PR 83-1172+PROFERT)	61.3333	55.0000	59.2667	175.6000	58.5333
TOTAL	514.6001	509.4667	553.3332		
PROMEDIO	57.1778	56.6074	61.4815		

**Cuadro A-18.** Interacción de los factores sobre la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante		B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
		B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL				
A1=CP 72-2086		181.8667	189.8000	189.8000	180.9999	552.6666	61.4074
A2=MEX 79-431		148.7334	176.3333	176.3333	186.4667	511.5334	56.8370
A3=PR 83-1172		158.0000	179.6000	179.6000	175.6000	513.2000	57.0222
TOTAL		488.6001	545.7333	545.7333	543.0666		
PROMEDIO		54.2889	60.6370	60.6370	60.3407		

**Cuadro A-19.** Análisis de varianza para la altura de planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	478.4225	59.8028	0.62 ns	2.59	3.89
Bloques	2	127.8102	63.9051	0.66 ns	3.63	6.23
A(Variedades)	2	120.4567	60.2283	0.62 ns	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	231.0338	115.5169	1.19 ns	3.63	6.23
AxB	4	126.9320	31.7330	0.33 ns	3.01	4.77
Error	16	1555.8113	97.2382			
Total	26	2162.0439				

ns : No significativo.

**Cuadro A-20.** Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.3040	1.2607	1.7753	4.3400	1.4467
T2(MEX 79-431)	1.1360	1.2853	1.4147	3.8360	1.2787
T3(PR 83-1172)	1.3833	1.4807	1.4120	4.2760	1.4253
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	1.3447	1.4120	1.8467	4.6034	1.5345
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	1.3107	1.3247	1.4473	4.0827	1.3609
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	1.1527	1.6660	1.4500	4.2687	1.4229
T7(CP 72-2086+PROFERT)	1.3420	1.2093	1.5347	4.0860	1.3620
T8(MEX 79-431+PROFERT)	1.4473	1.1780	1.4047	4.0300	1.3433
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.2647	1.3147	1.4033	3.9827	1.3276
TOTAL	11.6854	12.1314	13.6887		
PROMEDIO	1.2984	1.3479	1.5210		

**Cuadro A-21.** Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	3.8360	4.0827	4.0300	11.9487	1.3276	
A3=PR 83-1172	4.2760	4.2687	3.9827	12.5274	1.3919	
TOTAL	12.4520	12.9548	12.0987			
PROMEDIO	1.3836	1.4394	1.3443			

**Cuadro A-22.** Análisis de varianza para el diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	0.1395	0.0174	0.78 ns	2.59	3.89
Bloques	2	0.2458	0.1229	5.49 *	3.63	6.23
A(Variedades)	2	0.0650	0.0325	1.45 ns	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	0.0411	0.0206	0.92 ns	3.63	6.23
AxB	4	0.0334	0.0083	0.37 ns	3.01	4.77
Error	16	0.3590	0.0224			
Total	26	0.7443				

\* : Diferencia estadística significativa (P&lt;0.05).

ns : No significativo.

**CUADRO A-23.** Prueba de Duncan para promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 75 días después de la siembra, para los bloques.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

Bloque 3 = 1.5210  
 Bloque 2 = 1.3479  
 Bloque 1 = 1.2984

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 0.0224}{9}} = 0.1496$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 0.0224}{9}} = 0.2061$$

3. Calculo de “D” (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	Bloque 3 1.5210	Bloque 2 1.3479	Bloque 1 1.2984
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	0.1496	0.1571
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	0.2061	0.2164

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	Bloque 3 1.5210	Bloque 2 1.3479	Bloque 1 1.2984
Bloque 3 = 1.5210	-	0.1731 *	0.2226 **
Bloque 2 = 1.3479	-	-	0.0495 ns
Bloque 1 = 1.2984	-	-	-

**Cuadro A-24.** Promedio de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	1.9600	2.4533	2.0700	6.4833	2.1611
T2(MEX 79-431)	2.3100	1.9180	1.9067	6.1347	2.0449
T3(PR 83-1172)	2.3100	2.3753	1.7733	6.4586	2.1529
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	2.2187	2.1967	2.3133	6.7287	2.2429
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	2.2407	2.0453	2.1520	6.4380	2.1460
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	1.9847	2.5267	2.2700	6.7814	2.2605
T7(CP 72-2086+PROFERT)	2.2340	2.2213	2.1540	6.6093	2.2031
T8(MEX 79-431+PROFERT)	2.4900	1.9833	1.7667	6.2400	2.0800
T9(PR 83-1172+PROFERT)	1.8400	1.8087	1.8333	5.4820	1.8273
TOTAL	19.5881	19.5286	18.2393		
PROMEDIO	2.1765	2.1698	2.0266		

**Cuadro A-25.** Interacción de los factores de diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	$\Sigma X$	X
A1=CP 72-2086		6.4833	6.7287	6.6093	19.8213	2.2024
A2=MEX 79-431		6.1347	6.4380	6.2400	18.8127	2.0903
A3=PR 83-1172		6.4586	6.7814	5.4820	18.7220	2.0802
$\Sigma X$		19.0766	19.9481	18.3313		
X		2.1196	2.2165	2.0368		

**Cuadro A-26.** Análisis de varianza para el diámetro de la planta (cm) de caña de azúcar a los 100 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	0.4137	0.0517	1.06 ns	2.59	3.89
Bloques	2	0.1291	0.0645	1.32 ns	3.63	6.23
A(Variedades)	2	0.0827	0.0414	0.85 ns	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	0.1455	0.0728	1.49 ns	3.63	6.23
AxB	4	0.1855	0.0464	0.95 ns	3.01	4.77
Error	16	0.7824	0.0489			
Total	26	1.3253				

ns : No significativo.

**Cuadro A-27.** Promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.

TRATAMIENTOS.	BLOQUES			TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3		
T1(CP 72-2086)	17.6667	12.6667	13.3333	43.6667	14.5556
T2(MEX 79-431)	7.6667	6.6667	8.6667	23.0001	7.6667
T3(PR 83-1172)	8.3333	6.6667	9.3333	24.3333	8.1111
T4(CP 72-2086+ETHREL 48SL)	19.3333	10.3333	19.6667	49.3333	16.4444
T5(MEX 79-431+ETHREL 48SL)	10.0000	11.0000	14.3333	35.3333	11.7778
T6(PR 83-1172+ETHREL 48SL)	4.0000	11.0000	10.0000	25.0000	8.3333
T7(CP 72-2086+PROFERT)	15.6667	12.6667	13.3333	41.6667	13.8889
T8(MEX 79-431+PROFERT)	15.6667	13.0000	13.3333	42.0000	14.0000
T9(PR 83-1172+PROFERT)	4.6667	8.6667	11.0000	24.3334	8.1111
TOTAL	103.0001	92.6668	112.9999		
PROMEDIO	11.4445	10.2963	12.5555		

**Cuadro A-28.** Interacción de los factores para el promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.

Variedades	Bioestimulante	B0=Sin bioestimulante	B1=ETHREL 48SL	B2=PROFERT	TOTAL	PROMEDIO
A2=MEX 79-431	23.0001	35.3333	42.0000	100.3334	11.1482	
A3=PR 83-1172	24.3333	25.0000	24.3334	73.6667	8.1852	
TOTAL	91.0001	109.6666	108.0001			
PROMEDIO	10.1111	12.1852	12.0000			

**Cuadro A-29.** Análisis de varianza para promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra.

F de V	GL.	SC	CM	FC	Ft 5%	Ft 1%
Tratamiento	8	280.4023	35.0503	4.59 **	2.59	3.89
Bloques	2	22.9707	11.4853	1.50 ns	3.63	6.23
A(Variedades)	2	207.8107	103.9053	13.61 **	3.63	6.23
B(Bioestimulante)	2	23.7117	11.8558	1.55 ns	3.63	6.23
AxB	4	48.8800	12.2200	1.60 ns	3.01	4.77
Error	16	122.1407	7.6338			
Total	26	425.5137				

\*\* : Diferencia estadística significativa (P&lt;0.01).

ns : No significativo.

**CUADRO A-30.** Prueba de Duncan para promedio de plantas por metro lineal por tratamiento a los 100 días después de la siembra.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

T4 = 16.4444  
 T1 = 14.5556  
 T8 = 14.0000  
 T7 = 13.8889  
 T5 = 11.7778  
 T6 = 8.3333  
 T3 = 8.1111  
 T9 = 8.1111  
 T2 = 7.6667

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 7.6338}{3}} = 4.7826$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 7.6338}{3}} = 6.5896$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	T4 16.4444	T1 14.5556	T8 14.0000	T7 13.8889	T5 11.7778	T6 8.3333	T3 8.1111	T9 8.1111	T2 7.6667
Posición relativa de media	-	2	3	4	5	6	7	8	9
Valores de R 5%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.12	1.13	1.14
Valores de R 1%	-	1.00	1.05	1.08	1.10	1.11	1.13	1.14	1.15
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	4.7826	5.0217	5.1652	5.2608	5.3565	5.3565	5.4043	5.4521
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	6.5896	6.9190	7.1167	7.2485	7.3144	7.4462	7.5121	7.5780



**CUADRO A-31.** Prueba de Duncan para promedio de plantas por metro lineal a los 100 días después de la siembra, para las variedades.

1. Medias de cada tratamiento ordenadas de mayor a menor.

$$A1 = 14.9630$$

$$A2 = 11.1482$$

$$A3 = 8.1852$$

2. Calculo de DMS (Diferencia mínima significativa.).

$$DMS = t \times \sqrt{\frac{2 \times CME}{n}}$$

$$DMS 5\% = 2.120 \sqrt{\frac{2 \times 7.6338}{9}} = 2.7612$$

$$DMS 1\% = 2.921 \sqrt{\frac{2 \times 7.6338}{9}} = 3.8045$$

3. Calculo de "D" (Diferencia relativa en arreglo de medias)

Arreglo de medias de mayor a menor.	A1 14.9630	A2 11.1482	A3 8.1852
Posición relativa de media	-	2	3
Valores de R 5%	-	1.00	1.05
Valores de R 1%	-	1.00	1.05
D 5% = R5%(DMS 5%)	-	2.7612	2.8993
D 1% = R1%(DMS 1%)	-	3.8045	3.9947

4. Arreglo de medias en orden de magnitud.

Medias por Tratamiento	A1 14.9630	A2 11.1482	A3 8.1852
A1 = 14.9630	-	3.8148 **	6.7778 **
A2 = 11.1482	-	-	2.9630 *
A3 = 8.1852	-	-	-



**CUADRO A-33.** Análisis de suelo de cada uno de los bloques en estudio.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

CIUDAD UNIVERSITARIA  
Apdo. Postal No. 247 y 773  
Teléfono: 225-2571 Fax: (501) 225-1006

Ciudad Universitaria, 23 de Septiembre de 2002.

Bachiller  
Jorge Armando Ramírez Machado  
Facultad Multidisciplinaria de Oriente  
Presente

Por este medio y de la manera más atenta, le estoy reportando los resultados de Análisis Químico de Suelo; con números de entradas 230 al 232; con fecha de entrada 30 de Agosto del corriente año.

Nº de Lab.	Identificación de la Muestra de Suelo	% Materia Orgánica	Nitrógeno Nitrico (ppm)	Fósforo (ppm)	pH
230	Muestra B1	2.20	> 25	18.50	6.9
231	Muestra B2	2.81	< 25	24.00	6.1
232	Muestra B3	4.47	= a 35	62.50	6.7
Promedios		3.16	28.33	35.00	6.57

Sin más por el momento, me suscribo de Ustedes,

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"



  
Dra. Francisca Cañas de Moreno  
Jefe del Depto. de Química Agrícola

\*ddea  
c.c.: Archivo.

