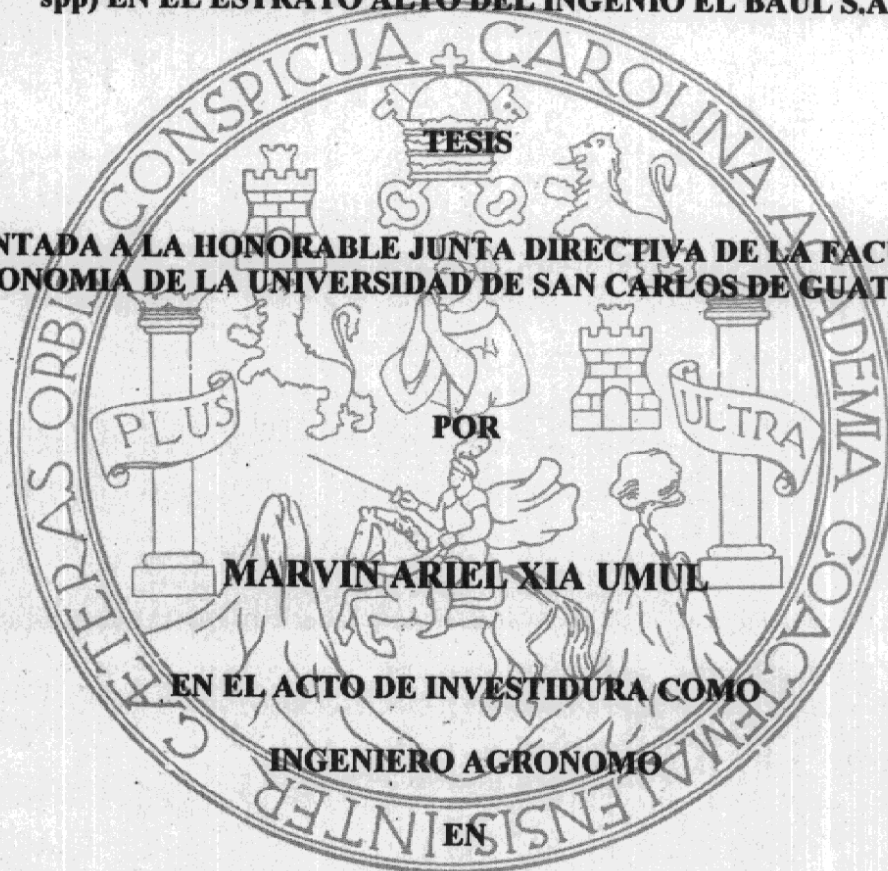


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE TRES DOSIS Y SEIS EPOCAS DE APLICACIÓN DE ETHREL,  
UTILIZADO COMO INHIBIDOR EN LA FLORACION DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum  
spp) EN EL ESTRATO ALTO DEL INGENIO EL BAUL S.A.**

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



**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, MARZO DEL 2000**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA</b>
<b>CAL PRIMERO</b>	<b>ING. AGR. WALTER ESSTUARDO GARCIA TELLO</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>ING. AGR. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>ING. AGR. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ F.</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>PROF. JACOBO VOLVITO RAMOS.</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>BR. JOSE DOMINGO MENDOZA CIPRIANO</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>ING. AGR. EDIL RODRIGUEZ QUEZADA</b>

Guatemala, marzo del 2000

Señores:  
JUNTA DIRECTIVA  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente:

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION DE TRES DOSIS Y SEIS EPOCAS DE APLICACIÓN DE ETHREL, UTILIZADO COMO INHIBIDOR EN LA FLORACION DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.) EN EL ESTRATO ALTO DEL INGENIO EL BAUL S.A.**

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

Atentamente:



Marvin Ariel Xía Umul.

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Por brindarme sabiduría y guiarme en todo momento para lograr una de mis Metas. Gracias por todo el don divino que me has dado.

**MIS PADRES:** Martin Xía García,  
Laura Umul de Xía.

Gracias a ellos, sea este logro un significativo tributo a su trabajo, a sus desvelos y a sus sacrificios por apoyarme en todo momento.

**MIS ABUELOS:** Tereso Xía Zamora  
Marcela García Mox  
José Umul.  
Julia Matzir T.

**MIS HERMANOS:** Erick Estuardo, Otto Martin, Ingrid Alcira, Gerson Alf, Ever Dario,  
Alba Irene, y Julia Marcela.

Por su apoyo constante e incondicional.

**MIS TIOS:** Con sincero aprecio.

**MIS PRIMOS:** Por los buenos momentos que hemos compartidos

**MI SOBRINITA:** Jessica, con mucho cariño

## TESIS QUE DEDICO

### **GUATEMALA**

Patria hermosa de la eterna primavera, bendecida por Dios todo poderoso

### **SAN PEDRO YEPOCAPA.**

Terruño querido, adorado, por sus aguas frescas y fría. Tierra del café que me vio crecer

### **FACULTAD DE AGRONOMIA.**

Centro de estudios que me brindo los conocimientos, y me forjo para ser hombre de bien y servir al pueblo

### **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Casa de estudios que me abrió las puertas para el conocimiento.

### **ESCUELA NACIONAL MIXTA BELICE, DE SAN PEDRO YEPOCAPA.**

Por haberme enseñado a dar los primeros pasos de la enseñanza y aprendizaje

### **ESCUELA NACIONAL DE FORMACION AGRICOLA DE SOLOLA (E. F. A. S.)**

Quien me albergó por tres años, y me formó a tener vocación a la agricultura

### **INSTITUTO NACIONAL CENTRAL PARA VARONES DE GUATEMALA. (I.N.C.V.)**

Por su enseñanza a la formación de buenos Bachilleres en Ciencias y Letras.

### **EMPRESA EL BAUL, S. A.**

En donde obtuve mi primera experiencia de trabajo profesional.

### **MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:**

Marlon Dávila, Wenseslabo Bartolon, Edgar Jacinto, Nery Portillo, Ramiro López, Edgar Rios, Mario López, Jacobo Bolvito, Henry Rosendi, Romulo García, Luis Pérez Melgar, William Sánchez, Victor Hugo Vásquez, Chamo Cardona, Erick Lorenzana, Hemerson Herrera.

Por los buenos momentos compartidos.

### **MIS AMIGOS:**

Eulogio Cos, Ramiro Eduardo Mata, Edwin Sanchez, Rony Mérida, Julio Ozaeta, William Flores.  
Por brindarme su amistad y cariño.

### **MIS AMIGOS DE TRABAJO EN BAUL:**

Personal de campo: Herbert Maldonado, Victor Hugo Mayorga, Juan Carlos Pineda, Jorge Roman, Eduardo Errarte, Abel Ramírez, Lester Castillo Angel Marquez, Edwin Galileo, Mario Mejicanos, Floridaalma Torres.

Personal de Recursos Humanos y Administrativo: Dr. Enrique Molina Carrion, Lic. Augusto Rodríguez Ruano, Prof. Elio Orellana Glendy Gómez, María del Carmen Quiñones, Yolanda Barrera, Henry Ajquí, Floridaalma Colindres, Francisco Aguirre, José Ortiz.

Por su amistad, y apoyo en los momentos difíciles en la realización de la tesis.

### **FAMILIA CHOC MOX:**

Rafael, Gregoria, Luis Rafael, Marcial, Oswaldo, Irma, Zoila, Juana, Geidy, Marleny, Luis, Andrea, Bryan, Juanita, Milito. Con quienes conviví, y me abrieron las puertas de su hogar; además de su apoyo incondicional sin el cual no hubiera sido posible llegar a cumplir lo que anhelaba, en graduarme de Ing. Agr. Que Dios los bendiga.

## **AGRADECIMIENTOS.**

**Mis mas sinceros agradecimientos a:**

**Ing. Agr. Msc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes, por su apoyo en la asesoría de la presente investigación.**

**Ing. Agr. Jorge Fernández Marroquín, Gerente del área de Campo, Ing. Agr. Armin Faustino López, Asistente área de campo, Ing. Agr. José Enrique Solorzano, al Agrónomo Werner Cruz, jefe de zona; quienes me brindaron todo su apoyo sin el cual no hubiera sido posible realizar esta investigación.**

**Personal de trabajo en campo de investigación de la Empresa el Baúl**

**Personal de trabajo en campo de investigación de CENGICAÑA.**

**Ing. Agr. Alvaro Leonardo, por su apoyo y supervisión de este libro.**

**Ing. Agr. Rodríguez Bracamonte por su apoyo en la supervisión de la tesis y el trabajo de campo (E.P.S)**

## INDICE

Contenido	paginas.
Indice de figuras.....	i
Indice de cuadros.....	iv
Resumen.....	vi
1. Introducción.....	01
2. Planteamiento del Problema.....	02
3. Justificación de la investigación.....	04
4. Marco teorico.....	05
4.1 Marco conceptual.....	05
4.1.1 La flor de la caña de azúcar.....	05
4.1.2 La floración.....	05
4.1.3 Inducción de la floración.....	06
4.1.4 Mecanismos de la floración.....	07
4.1.5 Medición del tiempo para la floración.....	09
4.1.6 El proceso de la floración y su efecto en la caña de azúcar.....	09
4.2 Factores que afectan la floración.....	11
4.2.1 Fotoperiodo.....	12
4.2.2 Temperatura.....	12
4.2.3 Humedad del suelo.....	13
4.2.4 Madurez de la planta.....	13
4.3 Estudios realizados con ethrel.....	13
4.4 Efectos visibles con ethrel.....	15
4.5 Marco referencial.....	15
4.5.1 Descripción del área en estudio.....	15
4.5.2 Condiciones climáticas.....	16
4.5.3 Condiciones edáficas.....	16
4.5.4 Hidrografía.....	18
4.6 Características de la variedad CP-722086.....	18
4.7 Propiedades del ethrel y su actividad hormonal.....	20
4.7.1 Formulación.....	20
4.7.2 Mecanismo de acción.....	21
4.7.3 Ethrel y su uso en otros cultivos.....	22
5. Objetivos.....	23
6. Hipótesis.....	24
7. Metodología.....	25
7.1 Material experimental.....	25
7.1.1 Material vegetal.....	25
7.1.2 Producto evaluado.....	25
7.2 Diseño del experimento.....	25
7.3 Descripción de los tratamientos.....	26
7.4 Características de la unidad experimental y área total.....	27
7.4.1 Parcela bruta.....	27
7.4.2 Parcela neta.....	27

7.5	Manejo del experimento.....	27
7.5.1	Desbasurado y requema.....	27
7.5.2	Cultivo mecanizado.....	27
7.5.3	Primera fertilización.....	27
7.5.4	Primera aplicación herbicida.....	28
7.5.5	Segunda fertilización.....	28
7.5.6	Segunda aplicación herbicida.....	28
7.5.7	Aplicación del ácido 2-cloroetilo fosfónico.....	28
7.5.8	Cosecha del ensayo.....	28
7.6	Variables de respuesta.....	29
7.6.1	Floración.....	29
7.6.2	Corcho.....	29
7.6.3	Brotos laterales (lalas).....	29
7.6.4	Toneladas de caña por hectárea.....	29
7.6.5	Kilogramos de azúcar por tonelada de caña.....	29
7.6.6	Crecimiento.....	30
7.7	Medición de variables relacionadas climáticas.....	30
7.7.1	Fotoperiodo.....	30
7.7.2	Humedad del suelo.....	30
7.7.3	Temperatura.....	30
7.7.4	Precipitación pluvial.....	30
7.8	Análisis de la información.....	31
7.8.1	Análisis estadístico.....	31
8.	Discusion de resultados.....	32
9.	Conclusiones.....	49
10.	Recomendaciones.....	50
11.	Bibliografía.....	51
12.	Apéndice.....	54



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Paginas</b>
<b>Figura 1</b> Mapa de la Finca San Vicente.....	17
<b>Figura 2</b> Mapa general de la Finca el Baúl y anexos.....	19
<b>Figura 3</b> Formulación del etileno y del ethephon, mostrando la degradación desde lo último cuando entra en contacto con el tejido de la caña de azúcar.....	20
<b>Figura 4</b> Comportamiento del porcentaje de flor en las diferentes épocas de aplicación y dosis de ethrel evaluados. Finca San Vicente, Ingenio el Baúl.....	33
<b>Figura 5</b> Comportamiento del rendimiento de azúcar por tonelada de caña, de acuerdo a las épocas de aplicación y dosis de ethrel evaluados. Finca San Vicente Ingenio el Baúl.....	36
<b>Figura 6</b> Comportamiento de la producción de caña por hectárea en relación a las épocas de aplicación y dosis evaluados. Finca San Vicente, Ingenio el Baúl.....	37
<b>Figura 7</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 21 de julio/98.....	39
<b>Figura 8</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 28 de julio/98.....	40
<b>Figura 9</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 04 de agosto/98.....	41
<b>Figura 10</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 11 de agosto/98.....	42
<b>Figura 11</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 18 de agosto/98.....	43
<b>Figura 12</b> Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 25 de agosto/98.....	44

<b>Figura 13</b>	<b>Comportamiento del porcentaje de entrenudos con corcho, en la aplicación de ethrel en seis épocas, con tres dosis y un testigo (sin aplicar).....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 14</b>	<b>Número de brotes laterales por tallo para las seis épocas de aplicación de ethrel con tres dosis evaluadas y un testigo (sin aplicar).....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 15A</b>	<b>Comportamiento del brillo solar para dos años, ingenio el Baúl.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 16A</b>	<b>Comportamiento de la longitud del día, año 1998, de acuerdo al estrato altitudinal (14° latitud), Ingenio el Baúl.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 17A</b>	<b>Comportamiento de la temperatura máxima, mínima y promedio; registro semanal para el año 1998. Ingenio el Baúl.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 18A</b>	<b>Comportamiento semanal de la precipitación pluvial VRS, El porcentaje de humedad del suelo, para los meses de mayo-diciembre 1998. Ingenio el Baúl.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 19A</b>	<b>Croquis de campo, distribución de los tratamientos para el ensayo de aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar. Finca San Vicente, Ingenio el Baúl.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Tratamientos sometidos a evaluación y combinación de ambas.....	26
Cuadro 2A Datos de porcentaje de floración en la aplicación de seis épocas y tres dosis de ethrel con un testigo (sin aplicar).....	54
Cuadro 3A Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable de respuesta porcentaje de flor, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	55
Cuadro 4A Datos de rendimiento en Kilogramos de Azúcar por tonelada de caña para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar).....	56
Cuadro 5A. Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable kilogramos de azúcar por tonelada de caña, ensayo de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	57
Cuadro 6A Datos de producción en toneladas de caña por hectárea, para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar).....	58
Cuadro 7A Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable toneladas de caña por hectárea, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	59
Cuadro 8A Datos de lectura de crecimiento vegetativo de tallo, expresado en cm para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar).....	60
Cuadro 9A Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable crecimiento de tallo, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	61
Cuadro 10A Prueba de medias de Tukey para la variable crecimiento de tallos (parcela grande).....	61
Cuadro 11A Datos de lectura de porcentaje de con corcho para cada época de aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	62
Cuadro 12A Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable porcentaje de número de entrenudos con corcho, ensayo de aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	63
Cuadro 13A Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de corcho (parcela pequeña).....	63

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 14A</b> Datos de lectura del número de brotes laterales por tallo para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar).....	<b>64</b>
<b>Cuadro 15A</b> Análisis de Varianza (ANDEVA), para la variable número de brotes laterales por tallo, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.....	<b>65</b>
<b>Cuadro 16A</b> Prueba de media de Tukey para la variable número de brotes laterales por tallo (parcela grande).....	<b>65</b>
<b>Cuadro 17A</b> Prueba de media de Tukey para la variable número de brotes laterales por tallo (parcela pequeña).....	<b>66</b>
<b>Cuadro 18A</b> Datos de lectura de crecimiento vegetativo de tallos, expresado en centímetros, en el ensayo inhibición de flor en caña de azúcar con ethrel.....	<b>67</b>

## RESUMEN

EVALUACION DE TRES DOSIS Y SEIS EPOCAS DE APLICACIÓN DE ETHREL, UTILIZADO COMO INHIBIDOR EN LA FLORACION DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum spp*) EN EL ESTRATO ALTO DEL INGENIO EL BAUL S. A.

EVALUATION OF THREE ETHREL DOSES AND SIX DIFFERENT TIMES OF APPLICATION. AS A FLOWERING INHIBITOR IN SUGAR CANE (*Saccharum spp*) THE EVALUATION TOOK PLACE IN THE HIGHEST STRATUS OF BAUL, S.A.

En el presente trabajo se evaluarón tres dosis de ethrel y un testigo en seis épocas de aplicación para inhibir la floración en la caña de azúcar en la variedad CP- 722086. El objetivo fue encontrar una época de aplicación y dosis de ethrel que manifiesten la acción de inhibición de la floración en la parte alta del Ingenio el Baúl (mayor 300 msnm), comparado con las condiciones climáticas que se registrarón para ese año 1998.

El experimento se realizó en la finca San Vicente, del Ingenio el Baúl, ubicado en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, a una altura de 600 msnm a 14° 21' 13" Latitud Norte y 91° 09' 58" Longitud Oeste, localizada en la region fisiográfica del declive del Pacifico. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, pertenece a la zona de vida bosque muy humedo sub-tropical cálido. La precipitación pluvial media anual es de 3150 mm con humedad relativa promedio anual de 80 %. (9)

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con 10 tratamientos y tres repeticiones. El producto fue aplicado en un lote de caña de azúcar de siete meses de edad de la variedad CP- 722086; utilizando para ello un equipo especial para simulaciones aéreas de madurante en parcelas pequeñas. El equipo es un modelo 4F de Spraying Systems, este viene equipado con un cilindro para 2.2 kg de CO2 y un tanque con capacidad para 4 litros de mezcla.

Las variables de respuesta evaluadas fuerón: Porcentaje de floración, kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC), y otras variables cómo: Toneladas de caña por hectárea, crecimiento vegetativo de tallos, porcentaje de número de entrenudos con corcho, y número de brotes laterales por tallo.

El porcentaje de flor, kilogramos de azúcar por tonelada de caña y toneladas de caña por hectárea se evaluarón a las 21 semanas luego de la primera fecha de aplicación del producto, efectuando para ello el respectivo Análisis de Varianza (ANDEVA).

Entre los principales resultados, se encontró que el ethrel con las tres dosis (1.5, 1.75, 2.0 lt/ha) y las seis épocas aplicadas (21, 28 de julio/98 y 4, 11, 18, 25 de agosto/98) no inhibió la flor en la caña de azúcar, ya que floreo en mas de 75 por ciento en todos los tratamientos; afectado en parte por las condiciones climáticas del año 98, al registrarse valores inferiores de 12.30 horas luz en los meses de julio-octubre; y contando con buen suministro de precipitación que se presentó en estos meses, y con ello se mantuvo arriba del 25 por ciento de humedad del suelo que influyó en la intensidad de flor para el año de 1998.

En lo que se refiere al rendimiento (kg de azúcar por tonelada de caña) producción de caña (toneladas de caña por hectárea), crecimiento vegetativo de tallos, no se tuvo un efecto en incremento significativo entre las dosis y las épocas de aplicación de ethrel.

Para la variable porcentaje de número de entrenudos con corcho, la dosis 2.0 lt/ha obtuvo un valor mas bajo de porcentaje de entrenudos con corcho (15.15) respecto al testigo que presentó un valor de 23.39 % de entrenudos con corcho mas alto.

En lo que se refiere al número de brotes laterales por tallo, en las parcelas tratadas con ethrel en las tres dosis presentaron un mayor número de brotes laterales por tallo, principalmente la dosis 2.0 lt/ha quien resultó con valor mas alto de 4.0 brotes laterales por tallo; teniendo que para las parcelas no tratadas con ethrel no presentaron brotes laterales. Para las épocas de aplicación, se presentó que las épocas de aplicación 28, 21 de julio/98 obtuvieron mayor cantidad de número de brotes laterales por tallo (4.0,3.12), siendo la fecha 18 de agosto con valores mas bajos de 1.12 brotes laterales por tallo.

En conclusion, decimos que el ethrel en las tres dosis y las seis épocas aplicadas, no tuvo un efecto en inhibir la flor de la caña de azúcar, en donde se reflejó que la manifestación de las condiciones climáticas registradas para ese año influyó en la intensidad de flor producida, teniendo además que el efecto del ethrel se manifiesta en reducir en parte el porcentaje del número de entrenudos con corcho principalmente en la dosis 2.0 lt/ha; empero afecta en la acción que ejerce en la emergencia de brotes laterales en el tallo, manifestandose claramente en la dosis mas alta de 2.0 lt/ha, que constituye un efecto negativo en la reducción del rendimiento (libras de azúcar por tonelada de caña).

## I. INTRODUCCION.

En Guatemala existe un área sembrada de caña de azúcar de aproximadamente 165,000 hectáreas; de la cual un 51.37 % (43,124.57 hectáreas) es cultivado con la variedad CP-722086. Concentrandose en los departamentos de Escuintla, Santa Rosa, Suchitepéquez y Retalhuleu, del litoral del Océano Pacífico. (17)

La caña, sembrada en el Ingenio El Baúl y la de sus proveedores, constituye la materia prima para la elaboración de azúcar, catalogada una empresa agroindustrial de importancia económica del país; ya que es fuente de empleo que cubre las necesidades de mil familias guatemaltecas. (11)

En la zafra 96-97 se alcanzó un rendimiento promedio de 90.83 kilogramos de azúcar por tonelada de caña, produciendo un total de 568,181.8181 kilogramos de azúcar.

El cultivo de la caña dentro de la empresa el Baúl, comprende las variedades tardías, medianas tardías y tempranas; siendo las variedades tempranas (CP-722086, CP-721210, CP-721312) las que ocupan mayor área (2,145 hectáreas) en la parte alta (300-800 msnm)

Las variedades tempranas son utilizadas al inicio de zafra, que por sus características fisiológicas maduran primero (octubre - diciembre) sin embargo son altamente floreadoras. Este florecimiento tiene efecto perjudicial ya que da lugar a la formación de médula corchoza que influye en el proceso productivo (bajo rendimiento en peso y producción de azúcar); por lo que debe evitarse el florecimiento y tener planificación de corte de la caña en febrero, sin que afecte su potencial agroindustrial.

Por lo expuesto anteriormente, y con el objetivo de contrarrestar el efecto de la floración en caña de azúcar en el ingenio el Baúl, se evaluó el efecto causado por tres dosis de ethrel en seis épocas de aplicación, en la variedad CP-722086 de caña de azúcar para inhibir la floración.

El estudio se realizó de mayo a diciembre y se empleó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con 10 tratamientos y tres replicas, siendo las variables de respuesta consideradas: Porcentaje de floración, porcentaje de corcho, rendimiento de campo (toneladas de caña por hectárea), rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña, número de brotes laterales por tallo (lals) y crecimiento vegetativo de tallos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La floración en el cultivo de la caña de azúcar es un proceso natural que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para iniciar el período reproductivo (2). La respuesta de la planta con la aplicación de reguladores vegetales como el ethrel para inhibir la flor, puede variar de acuerdo a la latitud, altitud, condiciones climáticas (precipitación, temperatura, radiación solar) y otros factores como el estado nutricional del suelo, humedad, además de la variedad que responde a diferente intensidad de floración (0, 50, 75, 95 %). (28)

En el área cañera de Guatemala las aplicaciones de ethrel como inhibidor de la floración se realiza en el período de julio-agosto. Resultados obtenidos y presentados en el área cañera, han sido variados en inhibir la flor arriba del 60 % que es lo que se pretende. Con la inhibición de la flor en caña lo que se quiere lograr es tener tiempo en holgura para cosechar la caña hasta febrero y marzo, no afectando su producción y con ello aumentar su rendimiento en libras de azúcar portonelada de caña. Como es obvio el efecto de la floración es perjudicial en la producción lo cual se agrava progresivamente con el tiempo de inducida la flor; ya que los entrenudos que se encuentran debajo del punto natural de quiebre forman tejidos medulosos (acorchamiento del tejido) que no contienen azúcar, por lo que merma en tonelaje (toneladas de caña por hectárea) y por ende ocasiona una disminución de azúcar recuperable por la fibra extra que se forma. Una de las posibles razones es la época de aplicación del producto, el estrato altitudinal y las condiciones climáticas de ese año, que tienen una acción directa en los procesos metabólicos, hormonales, que afectan a la planta; por lo que se hace necesario seguir evaluando hasta encontrar una época adecuada para inhibir la flor con la aplicación de ethrel tomando en cuenta los factores climáticos.

En alturas de 700 metros sobre el nivel del mar como la zona del Baúl, la aplicación de ethrel en los meses de julio-agosto puede ser una alternativa en inhibir la floración, e incrementar con ello el rendimiento de campo (toneladas de caña por hectárea) y el rendimiento en fábrica (libras de azúcar por tonelada de caña), generando beneficios económicos para los ingenios.



### 3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.

En la zafra 97-98, se dieron a conocer resultados de rendimiento promedio de 100 toneladas de caña/hectárea que esta por encima de la mayoría de países latinoamericanos, y una producción promedio de 9.0 toneladas de azúcar/hectárea; aunque la productividad de Guatemala es superior a la de los países centroamericanos y muchos otros de latinoamerica, existe un potencial para lograr incrementar la productividad a niveles similares a Colombia y Australia que muestran producciones de 12.4 y 11.7 toneladas de azúcar/ha respectivamente. (17) Esto con la implementación de la aplicación de ethrel en altitudes de 700 metros sobre el nivel del mar en los meses de julio-agoto.

La aplicación de ethephon (nombre comercial ethrel) catalogado como un regulador de crecimiento que libera etileno y el cual inhibe la floración en dosis de 480g y 720g de ingrediente activo/ha, el cual puede incrementar los rendimientos de campo en 14 % similar situación con el rendimiento agroindustrial (libras de azúcar/tonelada de caña), si se aplica al cultivo bajo condiciones adecuadas; época de aplicación del producto, dosis, y hora. ( 22 )

Resultados a nivel experimental utilizando ethrel han sido variados, se reporta que en la temporada 97-98 en el ingenio La Unión-Los Tarros en la parte media (100-200 msnm), se aplico ethrel en dos dosis y once épocas; no se obtuvo buenos resultados ya que floreo en mas del 80%. En el Ingenio Tierra Buena los resultados de inhibición de flor fue en un 80% en la parte baja (0-100 msnm) en dosis de 2.0 litros/ha en seis épocas de aplicación. En Madre Tierra se llevo acabo otro ensayo en la parte media (100-200 msnm), y concluyeron que el ethrel no inhibe la floración. En el ingenio Santa Ana se evaluo en dos variedades CP-722086, CP-731547 a nivel semi-comercial con dosis de 1.5 litros/ha concluyendo que se obtuvo mas del 80% de inhibición de flor.

Hasta la fecha se desconoce el período exacto en el cual se produce la inducción floral, máxime si se habla de diferentes estratos altitudinales, solamente se sabe que se presenta en días de aproximadamente 12.5 horas luz solar, y que ademas el producto debe ser aplicado una a dos semanas antes que se produzca la inducción como lo explica Bocanegra en estudios realizados en Brasil.

La presente investigación permitió evaluar el efecto de tres dosis de ethrel bajo las condiciones climáticas del estrato alto (mayor de 300 msnm) en el Ingenio el Baúl y en seis épocas de aplicación. La

finalidad del proyecto es seguir probando el producto ethrel para encontrar si existe una dosis y época de aplicación adecuada para inhibir la floración, además de evaluar otros efectos secundarios como tonelaje (toneladas de caña/ha), rendimiento en libras de azúcar/ha, porcentaje de corcho, crecimiento de tallos, número de brotes laterales/tallo.

## 4. MARCO TEORICO.

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

La caña de azúcar presenta dos fases de desarrollo. La primera es la fase vegetativa originada por la división celular continua en los puntos de crecimiento y la segunda es la fase reproductiva o floración la cual sigue a la anterior y ocurre cuando las condiciones ambientales le son favorables, siendo las más importantes el fotoperiodo, la temperatura, la disponibilidad de humedad y el nivel de nutrientes del suelo. (2)

El crecimiento de los tallos requiere un adecuado suministro de agua y de nutrientes en esta fase de desarrollo. De acuerdo a la variedad, características agroclimáticas de la región y de la altura sobre el nivel del mar, la duración de esta fase va desde los tres hasta los doce meses de edad, luego viene la maduración donde la caña disminuye su ritmo de crecimiento y da lugar a la acumulación de sacarosa en el tallo. La concentración de sacarosa va a depender de otros factores como: la oscilación de la temperatura y de la humedad. La maduración de la caña dura generalmente entre dos a cuatro meses. (5)

#### 4.1.1 LA FLOR DE LA CAÑA DE AZUCAR

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa denominada espiga, constituida por un eje principal en donde se insertan las espiguillas, dispuestas por pares en cada articulación, en donde se encuentra la flor, la cual es hermafrodita con 3 anteras y tiene un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pelos largos que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. (2)

La panícula varía en longitud desde 30 a 70 cms. Cada espiga que contiene las espiguillas, su número depende básicamente de la variedad de caña que se trate. (2)

#### 4.1.2 LA FLORACION

La floración es un proceso natural que ocurre cuando las plantas completan su ciclo vegetativo e inician el periodo reproductivo. Las variedades de caña de azúcar no florecen con la misma intensidad, pues existen factores genéticos que regulan la floración y factores ambientales que la inducen.

El factor importante es el fotoperiodo el que más incide. Se ha demostrado que un fotoperiodo amplio de 12.30 horas induce la formación del primordio floral en las variedades que son sensibles a florecer en condiciones naturales. ( 2 )

Una vez inducida la floración, la planta suspende la formación de nuevos entrenudos y promueve la formación de yemas laterales; se inicia entonces, la formación de una médula corchosa en la parte superior del tallo que se extiende hacia abajo, dependiendo principalmente de las condiciones de humedad. En condiciones de sequía, la médula corchosa ocupa gran parte del tallo que va a contener poco jugo; en consecuencia, cuando los tallos se procesan hay una mayor producción de fibra y bajo rendimiento de azúcar.

El efecto de la floración en el rendimiento de azúcar y en tonelaje de la caña, depende de la edad del cultivo y de la intensidad de floración, en condiciones ambientales favorables, la producción es menor cuando la floración ocurre en plantas aún jóvenes; pero si la floración ocurre cuando las plantas se encuentran en período de maduración, las pérdidas son mínimas y el rendimiento en azúcar puede aumentar ya que al cesar el punto de crecimiento vegetativo del tallo favorece la acumulación y el almacenamiento de sacarosa. Empero el período de tiempo que transcurra entre la floración y la cosecha debe ser corto para evitar la formación de médula corchosa y la inversión de la sacarosa. ( 2 )

#### 4.1.3 INDUCCION DE LA FLORACION.

Fahn (1974), da a conocer un resumen de los acontecimientos que tienen lugar en el meristemo apical durante la inducción floral en Sinapsis alba teniendo en cuenta el paso de días cortos a largos: 1) aumento del índice mitótico (porcentaje de núcleos que se observan en división), que culmina alrededor de las 30 horas tras el comienzo del día largo; 2) estimulación de la síntesis de ADN a las 38 horas; 3) aumento del diámetro nucleolar que alcanza el máximo a las 54 horas; 4) aumento del volumen celular, que culmina a las 62 horas. Se ha sugerido que la inducción floral tiene lugar durante el primer aumento de la actividad mitótica. Las yemas florales se inician sincrónicamente con el segundo aumento de la actividad mitótica. Los cambios citohistológicos del ápice durante la inducción de la floración descritos por numerosos investigadores, están acompañados, sin duda, por cambios fisiológicos y bioquímicos. Uno de estos cambios puede ponerse de manifiesto por el hecho de que la dominancia del ápice principal, que suprime el desarrollo de las yemas laterales, se pierde al producirse la inflorescencia.

En plantas con capítulos o flores sencillas, el ápice cesa su elongación en este estadio de desarrollo, y en otras plantas el índice de elongación disminuye. En algunas plantas, como la banana y la piña americana, al contrario tiene lugar una marcada elongación. En tales ápices el meristemo central es activo en el proceso de elongación.

Sam e Iglesias (26) indican que en estudios realizados en caña de azúcar, los cambios fundamentales en el meristemo apical para convertirse en inflorescencia joven, tomaron un tiempo aproximado de 43 días, a partir del cambio visible y alrededor de 40 días más para la emergencia floral.

La floración es una cadena de procesos fisiológicos que incluyen la iniciación floral, la organización floral, la maduración y emergencia de las espigas. En áreas tropicales y sub-tropicales con condiciones de climas favorables para la floración natural de la caña, la sucesión de los diferentes estados es interrumpida, ya que la floración tiene lugar cuando las condiciones favorecen un cambio del estado vegetativo al reproductivo, cuando se ha sobrepasado la edad mínima. ( 2 )

La floración normalmente tiene lugar durante los meses de octubre a enero cuando hay reducciones de crecimiento por los días más cortos y noches más frías, después del rápido crecimiento en los meses de lluvia en nuestro país. (16)

Según Bidwell (3) la inducción floral no ocurre de un solo golpe, ciertamente hay plantas que pueden ser inducidas a florear por medio de una noche crítica (larga o corta según el caso) sugiere que se trata de un proceso tipo todo o nada. Empero Salysbury (25) demostró que la transformación del ápice vegetativo en flor depende de la intensidad del estímulo, confirmando que un fotoperiodo inductivo determina que los ápices vegetativos de unas plantas se desarrollan lentamente; y varios fotoperiodos inductivos determinan que más plantas se desarrollen más lentamente.

Experimento que la inducción y desarrollo floral es un fenómeno complejo en la que diferentes plantas requieren diferentes fotoperiodos de inducción para su completa floración, puntualiza que su inducción involucra promover un cambio mas o menos permanente en la planta inducida, que viene de un estímulo de floración aplicado continuamente; diciendo que la inducción puede revertirse. (25)

#### 4.1.4 MECANISMOS DE LA FLORACION.

Los procesos de floración en si se muestra complejo, envolviendo al fitocromo procesos metabólicos, hormonales, acidos nucleicos y factores diversos. ( 7 )

El fitocromo es un pigmento receptivo de la luz y que existe en dos formas. Una absorbe la luz rojo y al hacerlo se convierte en la otra. Esta otra forma absorbe luz rojo lejano y como resultado reforma a la forma original. La que absorbe el rojo se ha denominado Pr y la que absorbe el rojo lejano se ha llamado Pfr. (3)

Se ha puesto en evidencia que la producción de los estímulos florales se da por etapas e involucran la producción y translocación de más de una sustancia. Los procesos de floración comienzan cuando se expone una planta que ha alcanzado el estado de "madurar para florecer" a un fotoperiodo inductivo (con temperaturas inductivas). En la primera etapa se requieren altas intensidades de luz solar por un espacio de 12 horas que son aprovechados por las hojas en la síntesis de sustancias que serán utilizadas en los procesos realizados en condiciones de ausencia de luz. La segunda etapa, también se realiza en las hojas y requieren de absoluta oscuridad de una longitud de 11.5 horas como mínimo. Los procesos de este período crítico de oscuridad incluye la desaparición de la forma activa del pigmento fitocromo, cambiando de la forma f- fitocromo o P730 (forma activa) a r- fitocromo o P660 (forma inactiva), lo cual sucede durante la noche y la producción de otra sustancia, estímulo estabilizado, cuya naturaleza es aún desconocida, pero se ha asumido que es condición hormonal o enzimática y causal de la floración por lo que se ha denominado hormona florigena; se piensa que esta hormona puede detener la formación de la auxina u hormona del crecimiento, permitiendo la formación del botón floral, razón por la cual algunos autores han considerado conveniente llamarla antiauxina. (28)

La cuarta etapa se da en que los procesos toman lugar en el ápice e involucra el almacenamiento del estímulo estabilizado por un cierto número de días, o a la síntesis de otra sustancia la cual después de unos días probablemente participa en la floración. Muchas reacciones químicas están involucradas en estos procesos. Hay constancia desde que comienza la madurez de los tallos para florecer y la fecha de diferenciación del meristemo, el ápice debe ser precondicionado para recibir la sustancia traslocada desde las hojas. También existen indicaciones de que se debe producir una cierta cantidad de estímulo final, que puede ser acumulado en forma totalmente estable, y producirse en menos cantidades a partir de la floración. La última etapa consiste en la diferenciación del primordio floral. (28)

Al parecer el fitocromo esta involucrado en una amplia variedad de respuestas como el crecimiento, (alargamiento del tallo) la orientación de las hojas y tallos en direccion a la luz, (fototropismo) movimientos de dormición (nictinastia). Se ha demostrado que el estímulo de floración solamente es percibido por la hoja, en donde al parecer involucra al fitocromo que mide otras reacciones en la que son percibidas por varias plantas. Esto sugiere que está disperso en toda la planta. (3)

#### 4.1.5 MEDICION DEL TIEMPO PARA FLORACION

Existen dos mecanismos importantes que el tiempo en que debe darse la floración. El fotoperiodo es uno de los mecanismos que capacita a la planta a responder a la longitud del día de manera que florece en una época del año específica, determinada por las horas luz de los días. La vernalización es otro mecanismo que la planta necesita, y esta referida a requerimiento de frio que poseen muchas plantas, las cuales no florecen si carecen de él. (3)

Bidwell *et al.* (3) experimentaron en tabaco Maryland mammoth y soja utilizando diversas variables que pudieran afectar la floración, incluyendo temperatura y calidad o tipo de luz. Descubrieron que el factor critico era la longitud del día. Diferentes variedades de soja tienen una longitud del día crítica; durante el verano los días son demasiado largos y no ocurre floración; después del uno de septiembre los días se acortan bastante y tiene lugar la floración. El tabaco (Maryland Mammoth) no florea si la longitud del día excede de 14 horas. Empero si florea cuando la longitud del día es menor máximo crítico; llamandolas plantas de días cortos. (3)

Advierten que la longitud crítica del día para una planta de días corto no es necesariamente muy corta. Puntualizan que lo importante es que cuando se la excede la planta no florea. De igual forma las plantas de días largos pueden tener un día crítico bastante corto, pero para que florezca debe de excederse este punto. (3)

#### 4.1.6 EL PROCESO DE FLORACION Y SU EFECTO EN LA CAÑA DE AZUCAR

En sitios ubicados cerca de la linea ecuatorial, la floración de la caña de azúcar es un problema mayor que en aquellos ubicados cerca de los 14° de latitud, en donde la cantidad de horas luz son ideales para inducir la floración. (28)

Al reducirse las horas luz del día, por debajo de 12.5 horas, las variedades con características floreadoras de caña de azúcar sufren la inducción de floración. El florecimiento tiene un efecto perjudicial

en la producción, lo cual se agrava progresivamente con el tiempo después de inducida la flor. Una vez que el meristemo es inducido a cambiar del estado vegetativo al estado reproductivo no se forman hojas ni entre nudos y se interrumpe el crecimiento. Si se inicia la floración, los entre nudos que se encuentran debajo, forman tejidos medulosos (acorchamiento del tejido) que contienen poco o ningún jugo y por ende no contiene azúcar. (4)

El porcentaje de corcho que resulta debido al florecimiento creará problemas en los molinos al producir menos azúcar y retrasar el proceso de decantación. Esto causa atrasos costosos durante la época de mayor actividad de la zafra. (4)

Los tallos de caña que contienen tres o cuatro entrenudos completamente desarrollados (caña de más de 7 meses de edad) han alcanzado madurez suficiente y pueden ser inducidos a florecer y si esto ocurre causará una gran pérdida en la producción de azúcar. (4)

La presencia de flor en la caña de azúcar puede reducir significativamente la producción de tallos y la calidad de estos. Cuando la floración ocurre de cuatro a ocho meses antes de la cosecha, compromete la productividad, pudiendo ser asociada con una reducción de sacarosa producida por unidad de caña cosechada. La floración de la caña de azúcar puede ser reducida utilizando cultivares con bajo potencial de floración, pero el cultivo de plantas con alto potencial de floración que se encuentran en localidades más elevadas (300-800 msnm) donde existe más frío y por la inducción de estrés hídrico ocurra durante los tres meses anteriores (febrero-abril) da inicio al proceso de inducción floral. (7)

Humbert (14) reporta la formación de medula de la caña cultivada en Nigeria y Sierra Leona en condiciones ideales de humedad y sin una deficiencia aparente de nutrientes. Cree que la formación de medula es ocasionada por el abastecimiento de humedad en climas de alta temperatura y alta humedad. Cree que la médula interna de los tallos se debe a cambios en las sustancias que promueven y retardan el desarrollo dentro de las partes activas del crecimiento en las puntas inmaduras.

Expertos de campo citado por Humbert (14) demostraron en la Ewa Plantation Company que la caña que florea tanto como el 35 % puede perder un 15 a 20 % del rendimiento normal, y se han registrado reducciones del 30 % en el rendimiento de azúcar comparando los tallos floreados con medula, y sólo en los entre nudos superiores, sobre todo cuando esta es cortada en un periodo posterior a lo que sería su ciclo normal.



En la caña floreada los entre nudos superiores contienen la más alta fibra, y el porcentaje de fibra del séptimo entre nudo al entre nudo basal es prácticamente el mismo, tanto en los tallos floreados, como en los que no tienen flor.

Humbert (14) citando a Hernández encontró que la fibra más elevada en los seis entre nudos superiores de la caña con flores maduras ocasiona un 17% de disminución en la extracción del jugo. El promedio de sacarosa en el nudo del séptimo entrenudo hasta la base es prácticamente el mismo, tanto para los tallos floreados como para los que no tienen flor. Algunas variedades forman mucho más corcho que otras, esto como consecuencia de la floración.

Maldonado (16) en un estudio evaluó el comportamiento del corcho en la empresa Pantaleón, reporta que la incidencia de orden de severidad (1-5) y orden (3-5) con promedio de 58 % y 30 % respectivamente que represento un peso medio de 20.5 % del total de la caña de azúcar, la parte del tejido corchoso con severidad (3-5) que corresponde a 6.17 entrenudos promedio, tomando en cuenta que la media de entrenudos es de 20.45/tallo de la caña que corresponde en la parte alta (300-800 msnm).

Maldonado (16) concluye que del inicio de floración a noviembre el comportamiento de corcho en la variedad CP-722086, presenta un incremento más agresivo con respecto a los meses de diciembre, enero y febrero donde existe un desarrollo moderado, presentandose tanto para la zona alta (300-800 msnm) zona media (100-200 msnm) y parte baja (0-100 msnm). Así mismo afirma que la severidad con que se presenta la médula corchosa en los tallos de la caña de azúcar esta relacionada proporcionalmente a la intensidad de floración que se presento en las tres estratos altitudinales; siendo la zona alta mas afectada en presentar el mayor número de entrenudos (canutos) con médula corchosa, teniendo los primeros entrenudos superiores con mayor severidad (100% corcho seguido de 75, 50, 25, y 0 % corcho)

#### **4.2 FACTORES QUE AFECTAN LA FLORACION.**

La floración de la caña de azúcar es controlada por un complejo de factores que involucran principalmente al fotoperiodo, la temperatura, unidades de radiación solar (7)

Viveros (28) dice que entre los factores que se relacionan con la floración de la caña de azúcar, los más críticos que controlan el mecanismo de floración son: El fotoperíodo, la temperatura, la madurez de la planta y la humedad del suelo. Además menciona que existen otros que afectan la floración y son la

sensibilidad de la variedad para florecer, la intensidad de luz, la fertilidad del suelo, el estado nutricional de la planta y la altitud sobre el nivel del mar.

#### 4.2.1 FOTOPERIODO.

Esta definida como el número de horas luz que recibe una planta diariamente y es uno de los factores mas determinante en el proceso que se produzca o no la floración. La caña de azúcar se clasifica entre las plantas de periodos cortos que florecen sólo si el periodo de luz se hace mas corto que el periodo critico. Cuando los periodos de luz son largos, las plantas tienden a permanecer en estado vegetativo. ( 4 )

Viveros et al. (28), estudiaron el efecto de diferentes longitudes del día constantes sobre la inducción de variedades de floración temprana, tardía y de escasa o nula floración y evaluaron un total de 72 variedades. Los resultados indicaron que los tratamientos de 12 y 12.5 horas de duración del periodo luminoso indujeron la floración, sin lograr determinar cual fue el mejor. Con 12 horas los porcentajes de inducción oscilaron entre 68.9 % y 83 %. Y con 12.5 horas este porcentaje varió de 77 % a 84.7 %.

Viveros (28) y colaboradores determinaron que el tratamiento óptimo de fotoperiodo es de 12 horas y 25 minutos, suministrando la luz artificial en la mañana y en forma fija sin disminuir la longitud del día.

#### 4.2.2 TEMPERATURA.

Las temperaturas que se registra durante el día afectan de una manera indirecta a la floración de la caña de azúcar. Estudios realizados en el Centro sur de Brasil, se verifico un efecto acumulativo de temperaturas debajo de 18° C en floración de caña de azúcar, observandose que la floración fue afectada por cinco noches a esas temperaturas, siendo que diez noches perjudican la floescencia, en mas de diez noches con temperaturas inferiores a 18° C inhiben la floración de caña de azúcar. ( 7 )

Viveros (28) en trabajos experimentales realizados en casa de fotoperiodo han mostrado que las temperaturas nocturnas deben ser mantenidas entre 21.11 y 26.66 grados centígrados.

Viveros (1991) citando a Brett por Nuss indica que temperaturas nocturnas superiores a 24 grados centígrados e inferiores a 21 grados centígrados reducen la iniciación floral. Temperaturas nocturnas por debajo de 18.33 grados centígrados son no inductivas y su efecto sobre la floración es similar a los causados por la interrupción de la noche con la luz.

También, Pereira et. al. (23) confirman que también hay una temperatura máxima encima de la cual el florecimiento es perjudicado. Dicha temperatura parece estar alrededor de 30-31 grados centígrados.

#### 4.2.3 HUMEDAD DEL SUELO.

Viveros (28), indica que la humedad del suelo y la temperatura tienen estrecha relación con el movimiento del agua en la planta para regular las condiciones ambientales internas y participar en las reacciones bioquímicas y en relación con la floración es la responsable de la translocación de ciertos metabolitos.

Viveros et al. (28) indica que el estrés por humedad afecta la fotosíntesis lo cual puede afectar el proceso de floración.

#### 4.1.4 MADUREZ DE LA PLANTA

El período de desarrollo de la planta donde obtiene un crecimiento es la fase juvenil, y se presenta antes de que ocurra la madurez para la floración de la planta. En el período juvenil, aunque se presenten todas las condiciones necesarias para la inducción, ésta no ocurre, esta etapa se expresa con un cierto número de nudos o un mínimo de hojas. (28)

Según Viveros (28) la inhabilidad de las plantas juveniles para producir flores puede deberse a la impisibilidad de producir la hormona de la floración o la falta de capacidad del punto de crecimiento para responder a la hormona. Menciona que en Hawai la caña que se siembra en junio o julio madura posteriormente al fotoperíodo inductivo y por ello no florecen; dice que la mayoría de variedades comerciales alcanzan la madurez para florecer cuando se puede observar tres o cuatro nudos.

#### 4.3 ESTUDIOS REALIZADOS CON ETHREL.

Estrada (18) en un estudio en la empresa pantaleon evaluando dos edades y 5 épocas de aplicación de ethrel, encontró que el fitorregulador no inhibía la floración de la caña de azúcar de la variedad CP-722086 en la parte del estrato medio (100-200 msnm).

Letona (15) realizó un ensayo en la parte media del Ingenio la Unión, evaluando épocas y dosis de ethrel en la variedad CP-721312; dando resultados que el ethrel no tuvo efecto en inhibir la floración, pero si encontró resultados en aumento de azúcar por tonelada de caña.

<sup>1</sup> En la parte del estrato bajo del Baúl, se probó a nivel comercial, el ethrel a una dosis de 1.5 lts/ha en el período comprendido del 10-16 de agosto del 97 en 40 hectáreas en la variedad CP-722086. Los resultados fueron que la inhibición de la floración se dio en un 70 %, encontrando aumentos en tonelaje (toneladas de caña por hectárea) y rendimiento (libras de azúcar por tonelada de caña) En la parte alta del Baúl (>300 msnm.) se probó el ethrel en la dosis recomendada, que es de 1.5 lts/ha en el periodo comprendido del 20-24 de agosto en la variedad CP-722086 no encontrando resultados satisfactorios para inhibir la floración.

<sup>2</sup> En el ingenio Santa Ana se aplicó ethrel en dosis de 1.25 lt/ha, 1.50 lt/ha en el mes de agosto, reportando que logró inhibir la flor de la caña de azúcar en un 18 %; teniendo un tonelaje de 130 toneladas de caña/ha con un rendimiento de campo de 12.33 toneladas de azúcar/ha.

<sup>3</sup> Otro ensayo en la Unión-Los Tarros de ethrel en fechas del seis al veintiocho de agosto, utilizando las dosis recomendadas (1.5 lt/ha, 1.25 lt/ha) encontraron que se logró en un 70% inhibir la flor, con un incremento de cinco a quince toneladas de azúcar/ha mayor que el promedio del lote y la finca.

Deuber e Irvine, (10) indican que para el control de florecimiento, en la última década se ha usado ethephon aplicado sobre las plantas al inicio del periodo de inducción floral. En condiciones experimentales, este componente ha presentado resultados positivos de reducción de florecimiento en diferentes variedades, con controles de 57 % a 99%. En estudios llevado a cabo, encontraron que la variedad SP70-1143 responde eficientemente al ethephon como inhibidor de la floración, y la variedad SP70-1078 responde poco. Las mejores épocas fueron 22 de febrero y 4 de marzo para la dosis de 480 grs de ingrediente activo/ha, y 11 de febrero a 4 de marzo para la dosis de 720 grs de ingrediente activo/ha. Reportaron que la variedad SP70-1078 presentó floración en 60 % y 45 % para la variedad SP70-1143.

Page (22) en una evaluación detallada en enero indicó que ethephon produjo control de floración de 98 % cuando se aplicó poco antes del marco tradicional de inducción de floración, es decir a finales de agosto, durante septiembre, y fue más efectivo que diquat en forma consistente. Indica que también en Brasil se han llevado a cabo extensas investigaciones sobre prevención de floración. Se realizaron ensayos comerciales en Central Paraná y el Ingenio de Jacarezinho en el estado de Paraná y en el estado de Sao Paulo en 1982.

<sup>1</sup> PINEDA CHACON, J.C. 1997. Inhibición de Flor con ethrel. Escuintla, Guatemala, Baúl, S.A. (comunicación personal)

<sup>2</sup> a. n. 1998. Presentación de resultados con ethrel, Guatemala, Ingenio Santa Ana (exposición)

<sup>3</sup> SOLARES, E. 1998. Presentación de resultados con ethrel, Guatemala, Ingenio La Unión -Los Tarros (exposición)

Ensayos con la variedad NA56-79 a 480 gramos de ingrediente activo/ha, en la que dio un control de la floración firme. En el Sudan se comparó el Ethrel con Paraquat y Polaris para control de floración, y se comprobó que el ethrel es el regulador químico más efectivo para inhibición de floración. (22)

#### **4.4 EFECTOS VISIBLES DEL ETHREL**

El efecto temporal de la acción del etileno se traduce en un amarillamiento de las hojas 3-4 días posteriores a la aplicación y dura 7-8 días y luego desaparece. El entrenudo que en ese momento está en formación sufre una reducción de su tamaño, pero es mas grueso, dando lugar a un entrenudo tipo barrilito, que se observa al cabo de 3-4 semanas después de la aplicación, muy parecido al resultado de una fuerte sequía donde tambien se reduce el tamaño de los entrenudos. Además, se observa, una hinchazón de las yemas y en la etapa final menor cantidad de hojas por tendencia a caerse. (4)

Luego de que la planta se recupera del stress que le produce la aplicación de ethrel (a partir de los 15 días), continuará su normal crecimiento y los entrenudos que se formen alcanzaran un tamaño normal. (4)

El ethrel debe ser aplicado una a dos semanas antes de la inducción de la floración. La floración depende en gran parte de la edad de la caña, la variedad, la duración del día, las condiciones del medioambiente (disponibilidad de humedad y temperatura) antes y en la fecha de la inducción. Las condiciones son favorables para inducción cuando el día se acorta mas o menos 12 horas y 30 minutos, cuando la humedad del terreno es suficiente y el promedio de temperatura se mantiene sobre 18 grados centígrados. ( 4 )

Estudios en diferentes zonas cañeras han demostrado que el aumento de la producción de azúcar provocada por la aplicación de ethephon se debe al aumento del peso de la caña, que es fibra y parte sucrosa. ( 4 )

#### **4.5 MARCO REFERENCIAL.**

##### **4.5.1 DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO:**

El Ingenio El Baúl se encuentra localizado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, del departamento de Escuintla a 6 kilómetros de la cabecera municipal; y a 94 kilómetros de la ciudad capital con acceso de carretera asfaltada.

La finca El Baúl se encuentra a una altitud Norte de 14 grados 21 minutos 13 segundos y Longitud Oeste 91 grados 1 minuto 58 segundos a una altitud que va de 400 a 500 msnm. (13)

El estudio se realizó en el Baúl, en la Finca San Vicente que se encuentra a 2 kilómetros de distancia del ingenio. Cuenta con un área de 7.29 hectáreas, sembrado con la variedad CP-722086 del cual se tomo un lote de siete meses (ver fig 1).

#### 4.5.2 CONDICIONES CLIMATICAS.

El clima de la región según Obiols (19) presenta las características siguientes: Cálido con invierno benigno muy húmedo y verano seco, con una temperatura media anual de 25 grados centígrados, una precipitación media anual de 3150 mm. Siendo septiembre el más lluvioso, la humedad relativa promedio anual es alrededor de 80 %. De acuerdo a la zonificación ecológica que hace de la Cruz, basado en el sistema de Holdrige (9), el área de estudio se encuentra en la zona de vida bosque muy humedo Subtropical cálido.

En base a los registros meteorológicos de la estación tipo C ubicada en la finca el Baúl S.A. las condiciones climáticas promedio son las siguientes:

-humedad relativa:	90 %
-Precipitación pluvial media anual:	3000 mm
-Días de lluvia promedio:	210
-Temperatura promedio anual:	máxima = 26 ° C   mínima= 19° C

#### 4.5.3 CONDICIONES EDAFICAS.

Según Simons (27) la clase presente de suelos en la finca son suelos Yepocapa (Ye) en la parte alta y suelos Escuintla (Es) en la parte baja, estos son suelos profundos, desarrollados sobre materiales volcánicos, texturas medias, drenaje moderado, capacidad de abastecimiento alta, suelos con alto contenido de materia orgánica, problemas en el manejo del suelo: mantenimiento de la capa arable, ya que presentan características de relieve ondulado, plana ondulada y en algunos casos quebrada.

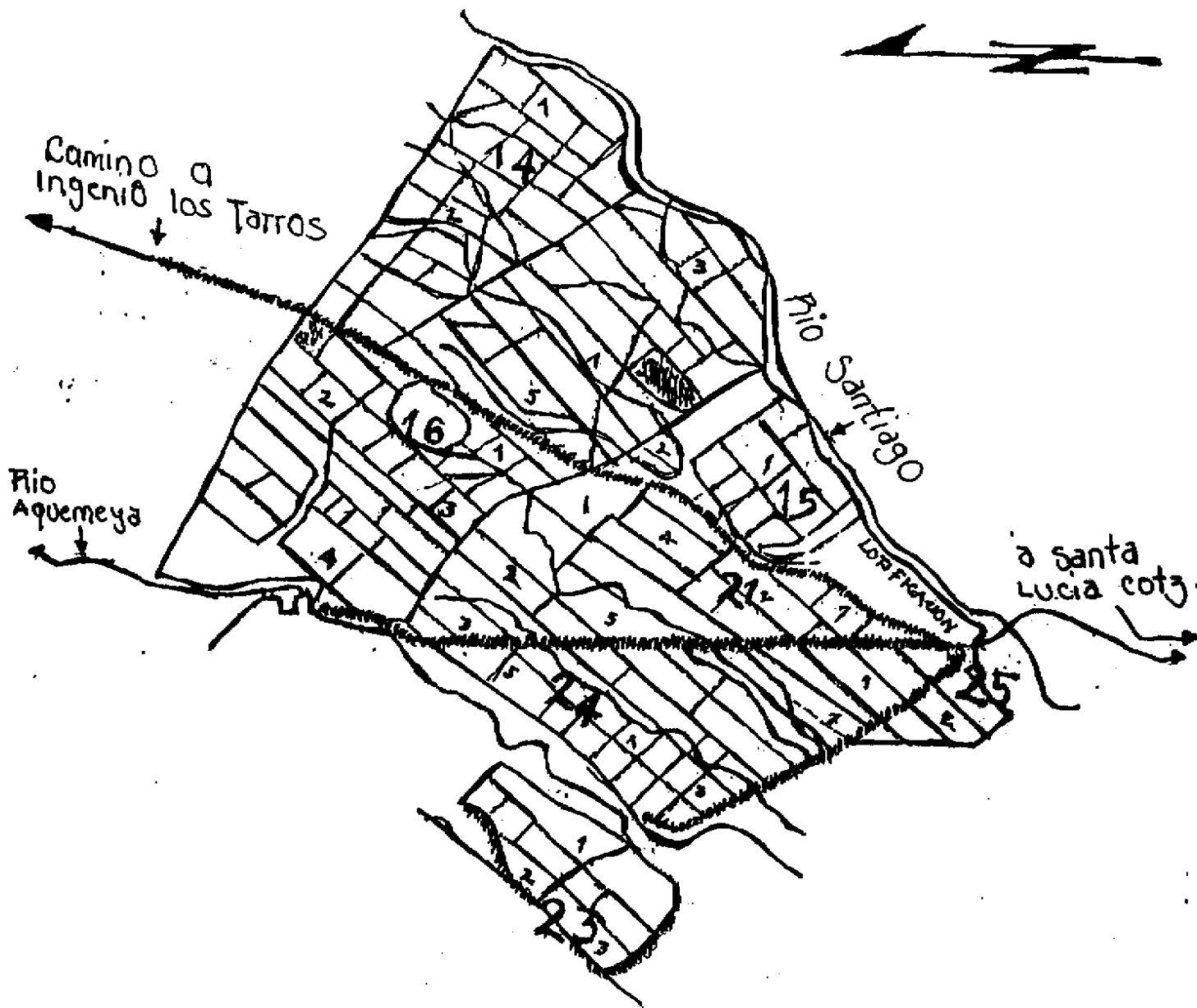


Figura 1. Mapa de la Finca San Vicente.

Fuente: Plano de los cañaverales de la Empresa el Baúl.

El estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala, efectuado por el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar en el año de 1993-1994, ubica que el ingenio el Baúl se encuentra en la unidad de suelos inceptisoles, representado por el conjunto Tecojate.

Entre las características principales de los suelos predominantes, presentan un buen drenaje, suelos profundos pocos evolucionados de perfil ABC y AC, de colores oscuros humíferos, de baja densidad aparente de consistencia fiable a suelta, desarrollados esencialmente sobre materiales amorfos de reacción ácida y de alta retención de fósforo. De origen volcánico (cenizas, pómez, escorias, lapilli). El relieve varía desde ligera a fuertemente ondulada. Existe erosión ligera a moderada. (8)

#### **4.5.4 HIDROGRAFIA.**

La finca esta ubicada en la cuenca del Coyolote de la vertiente del pacifico, se encuentra bordeada al este por el rio Aquemeya o Cristóbal y el rio Santiago, al oeste por el rio Xata. La atraviesa el rio Martín y Cristóbal. ( figura 2) (21)

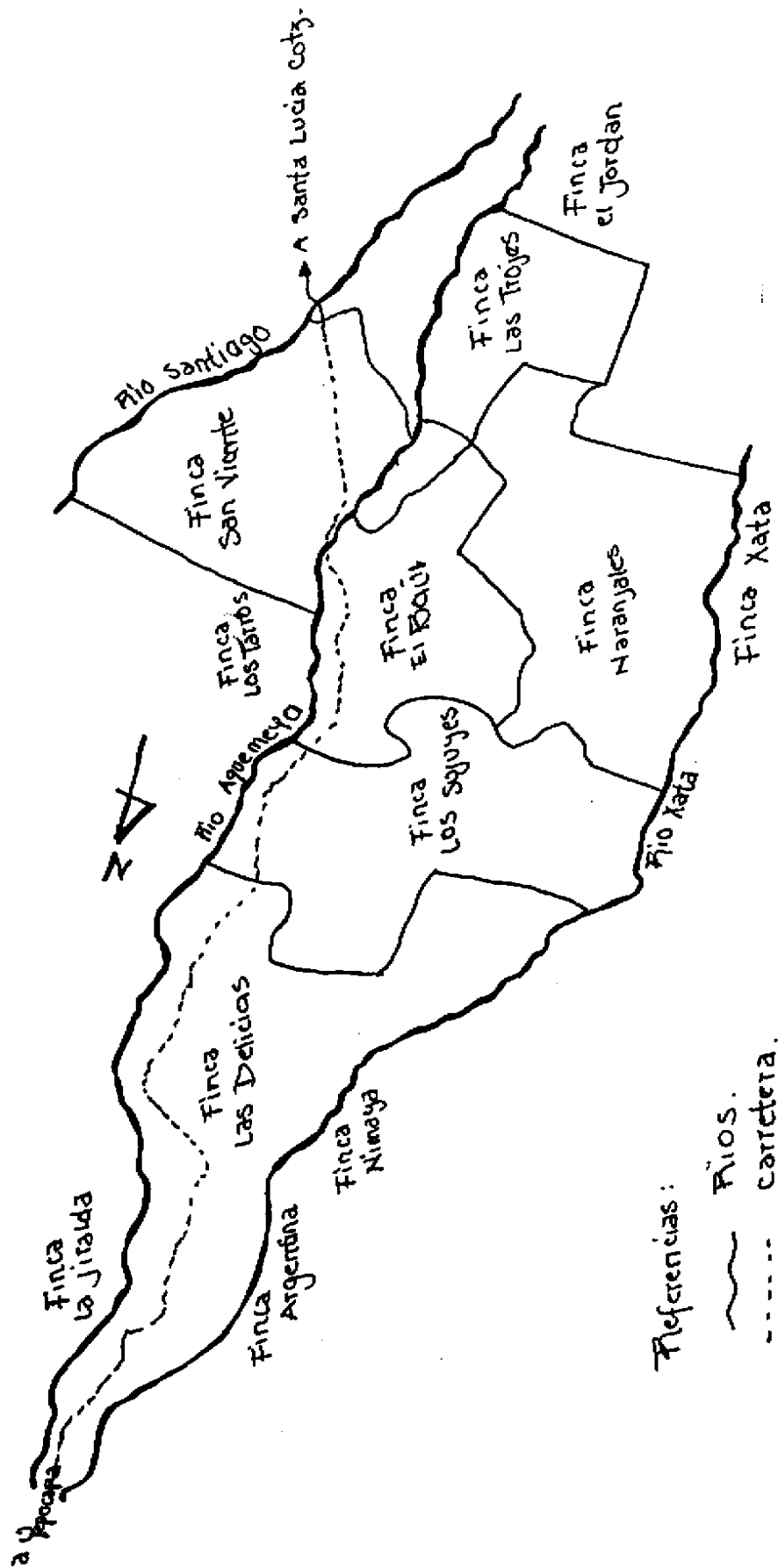
#### **4.6 CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD CP-722086.**

**a) Características agronómicas:** Tiene un color amarillo verdosa (los hijuelos poseen un color rosado en la yagua), buen vigor y cierre de calles. Su crecimiento es erecto, es una variedad muy floreadora (hasta 95 %) de fácil corte y desbajero regular. Tiene buen retorno y se adapta a todo tipo de suelo, aunque su rendimiento merma en forma mínima en suelos poco profundos y arenosos. ( 20 )

**b) Patología:** Es una variedad resistente al carbón y altamente resistente a la roya; es susceptible al mosaico, con un porcentaje de incidencia que oscila entre 10 y 50; empero, dicha enfermedad no afecta su desarrollo y crecimiento. (20)

**c) Madurez:** Esta variedad es de maduración temprana, por lo cual se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero ya que en caso de atrasarse estas actividades, debido a su alto porcentaje de floración se forma tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo, lo que implica un despunte mas abajo y por lo consiguiente una reducción en la producción (20)





Escala: 1:40000

Figura 2. Mapa general de la finca El Baúl y Anexos

Fuente: Plano de los cañaverales de la empresa el Baúl y Anexos.

d) **Rendimiento:** Esta variedad tiene un buen tonelaje de caña por hectárea y un alto rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña tanto a nivel experimental como a a nivel comercial. En la finca el Baúl en la parte de la zona alta se han obtenido resultados promedio de 112.16 toneladas de caña/ha, con rendimiento industrial de 87.08 Kilogramos de azúcar/tonelada de caña para esta zafra 97-98 que culmina en mayo. (11)

#### 4.7 PROPIEDADES DEL ETHREL Y SU ACTIVIDAD HORMONAL.

##### 4.7.1 FORMULACION.

El Ethrel es un fitoregulator que se formula como solución líquida que contiene 480 gr de ingrediente activo de Ethephon por litro. El Ethephon tiene la característica de un ácido fuerte siendo completamente soluble en agua. ( 4 )

El ethrel (nombre comercial) o ethephon (nombre comun). Es el ácido 2-cloroetilfosfónico ( $\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-PO}_3\text{H}_2$ ), que se descompone con rapidez en agua a PH neutro o alcalino formando etileno, un ion cloruro y  $\text{H}_2\text{PO}_4$ . (25)

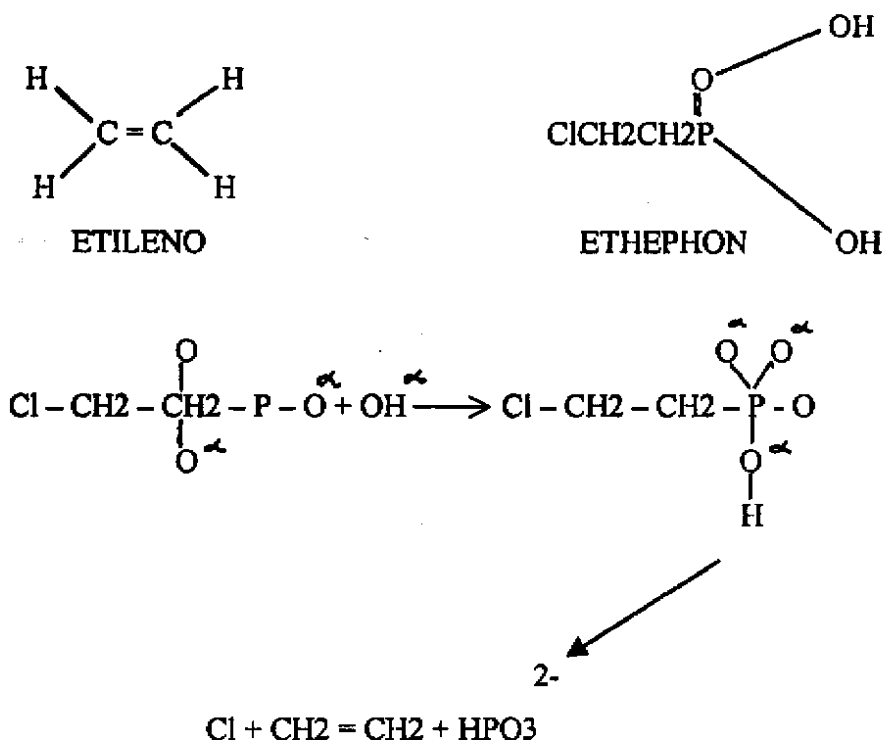


Figura 3. Formulación del etileno y del ethephon, mostrando la degradación desde lo ultimo cuando entra en contacto con el tejido de la caña de azúcar. ( 7 )

#### 4.7.2 MECANISMO DE ACCION

El ethephon pierde estabilidad en contacto con el tejido vegetal (PH mayor o igual 3.5) liberando etileno gaseoso; ligándose a un receptor proteico (Hidroxiprolina) asociado a una membrana plasmática, afectando la actividad del ATP y alterando la permeabilidad celular, posibilitando así reacciones que llevan a la senescencia (maduración anticipada). Retarda el crecimiento del entrenudo y el desenvolvimiento en la época de pulverización, bloquea directamente el metabolismo del DNA en el meristemo subapical, puede alterar el transporte y o el metabolismo de auxinas (promotoras del crecimiento). (7)

El etileno (C<sub>2</sub>-H<sub>4</sub>) es una hormona que actúa en el proceso bastante complejo de la iniciación y regulación de la floración, y todos los procesos fisiológicos asociados con la maduración y envejecimiento. (4)

El etileno detiene temporalmente el crecimiento de la planta en tamaño, principalmente a través de la influencia sobre la acción de las auxinas en la elongación celular. También ejerce una acción sobre la disposición de las microfibras en la pared celular, la cual es mediada por la auxina. El resultado es que el crecimiento celular, se orienta en el sentido radial. Esto da como resultado que las células en vez de tener una forma rectangular sean isodiamétricas, lo que conlleva un desarrollo mas grueso del tallo.

El etileno y las auxinas regulan la expansión celular en formas opuestas, dentro de los límites de una concentración fisiológica. Las plantas tratadas con etileno sufren de una capacidad reducida en el transporte polar de auxinas. Además tiene efectos sobre la concentración de auxina en los tejidos, la cual disminuye ante la presencia de una concentración de etileno. (4)

Se habla también que, el etileno no solo antagoniza a las auxinas, sino, también las citoquininas, giberelinas y ácido abscísico, los que tienen efecto en la red del control mecánico que sirve para modular el normal crecimiento y desarrollo de las plantas. (4)

El etileno retarda la elongación del tallo, aumenta su expansión radial, provoca senescencia de las hojas y estimula la formación de raíces adventicias en los tallos. (en especial en el tomate), aunque el etileno provoca epinastia de las hojas al promover el alargamiento de las células del lado superior, suele inhibir la elongación de tallos y raíces, en especial en dicotiledóneas. (25)

### 4.7.3 ETHREL Y SU USO EN OTROS CULTIVOS

El Ethepon se viene utilizando durante muchos años y se le ha encontrado múltiples usos en caña que son de beneficio para la producción: 1) inhibición de la floración 2) aumento de biomasa, 3) incremento en producción de azúcar, 4) aumento en el número de macollas, 5) mejoramiento de la germinación de la semilla. (4)

En la actualidad su uso se ha extendido en otros cultivos. Así se tiene que la aplicación de ethrel además de anticipar el apareamiento de flores femeninas, promueven un aumento significativo en número de frutos por planta de Cucumis sativus cv. La producción precos de flores femeninas puede facilitar considerablemente los trabajos de mejoramiento genético de las cucurbitáceas. (7)

Otro caso de uso de ethrel es en el cultivo de la piña para inducir la floración y obtener frutos de mayor tamaño y peso. La piña es una planta que requiere días cortos para florecer, el ethrel promueve el florecimiento con regularidad, independientemente del fotoperiodo. La utilización del ethepon podrá sustituir como un inductor de florecimiento, así mismo como un agente en el control de la maduración. Para la inducción floral se utiliza una dosis de 1.5 litros/ha o 1.0 litros por manzana (7)

Estudios realizados en la Escuela superior de Agricultura Luis de Queiroz, del efecto del ethepon en tomate, verificaron que el peso y el número de frutos estuvieron significativamente arriba de las primeras cosechas con relación al control (testigo), obteniendo uniformidad en la maduración. De los resultados obtenidos, puede afirmarse la posibilidad del uso de ethepon en tomate, con el objeto de concentrar el período de cosecha para economizar su mecanización. La maduración de tomate con la aplicación de ethrel, permite colocar el producto en el mercado, en épocas anteriores a la mayor producción natural de tomate, pudiendo obtener precios compensadores. La dosis utilizada en la maduración de tomate es de 1.5-2.0 litros/ha aplicando siete a catorce días antes de la cosecha. (7)

En el cultivo de hule se utiliza el ethrel a razón de 2 % en aceite de palma, aumentando el latex y con ello incrementa la productividad. Puede también ser utilizado en pino para incrementar el flujo de resina. (7)

La aplicación de ethrel en el cultivo del café ha sido para uniformizar la cosecha (número de cortes), utilizando 0.7-1.5 litros/ha, pero según estudios ha tenido el problema de que se produce defoliación, aunque la aplicación vaya directamente al fruto y no a las hojas. (24)

## 5. OBJETIVOS.

### GENERAL:

- Evaluar el ethrel (2-cloro-etil fosfónico) como inhibidor de la floración en la variedad CP-722086 de caña de azúcar (Saccharum sp) en tres dosis y seis épocas de aplicación; El Baúl, Escuintla.

### ESPECIFICOS:

- Determinar la época oportuna de aplicación del ethrel (2-cloro-etil fosfónico) bajo condiciones ambientales (horas luz, temperatura, humedad) del área de estudio.
- Evaluar el efecto del ethrel en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña, y en producción de caña (toneladas de caña/ha); y en el crecimiento vegetativo de tallos; a través a través de los diferentes tratamientos.
- Estimar el efecto del ethrel en el comportamiento de porcentaje de corcho, número de brotes laterales (lalas), de los diferentes tratamientos.

## 6. HIPOTESIS.

- El ethrel (2-cloro-etil fosfónico) aplicado en la variedad CP-722086 de caña de azúcar (Saccharum spp.) no inhibe la floración en los tratamientos evaluados.

## 7. METODOLOGIA.

### 7.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

#### 7.1.1 Material vegetal

Para efecto de la investigación se utilizaron parcelas experimentales de caña de azúcar (*Saccharum spp*) de segundo corte de la variedad CP 72-2086 con edad de siete meses.

#### 7.1.2 Producto evaluado.

Se utilizó el producto comercial Ethrel, nombre comun (ethephon),

### 7.2 Diseño del Experimento

Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones, para el cual a la parcela grande se le asignó las épocas de aplicación de ethrel; y a las parcelas pequeñas fue asignado la dosis de producto ethrel.

El modelo estadístico que se utilizó es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = m + R_i + A_j + E_{ij} + B_k + Ab_{jk} + E_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta de (porcentaje de floración, rendimiento en kg de azúcar/ton caña, toneladas de caña por/ha, porcentaje de corcho, crecimiento vegetativo de tallos y número de brotes laterales por tallo)

$m$  = efecto de la media general.

$R_i$  = efecto del  $i$ -esimo bloque completo.

$A_j$  = efecto del  $j$ -esimo de la dosis sobre la parcela grande.

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la parcela grande.

$B_k$  = efecto de la  $k$ -esima época de aplicación (parcela grande)

$Ab_{jk}$  = efecto de la interacción entre la  $j$ -esima dosis y la  $k$ -esima época de aplicación.

$E_{ijk}$  = error experimental asociado a la parcela pequeña (dosis de ethrel)

### 7.3 Descripción de los Tratamientos

Para determinar el efecto causado por el ethrel para inhibir la floración, se evaluarán tres dosis con un testigo (control) y seis épocas de aplicación . (cuadro 1)

Las épocas evaluadas para este ensaño experimental, se determinarán en base a estudios realizados en otras localidades cañeras, además que se recomienda aplicar ethrel en julio ó agosto, puesto que son los meses que se cree donde se da la inducción floral en nuestro medio. Para las dosis evaluadas de ethrel, se utilizo 1.5 lt/ha que es la recomendada por la casa comercial que lo distribuye (Rhone Poulenc). Esta empresa recomienda utilizar 1.25 a 1.5 lt/ha, de acuerdo a estudios realizados. Las otras dosis utilizadas en este experimento (1.5, 2.0 lt/ha) se baso con el proposito obviamente de evaluar su efecto.

Cuadro 1 tratamientos sometidos a evaluación y combinación de ambas

TRATAMIENTOS			Combinacion de factores	
Épocas de aplicación ethrel	Dosis producto ethrel			
EP 1 21/07/1998	A 1.50 Lt/ha	EP 1	A	EP1A
EP 2 28/07/1998			B	EP1B
			C	EP1C
EP 3 4/08/1998	B 1.75 Lt/ha	EP 2	T	EP1T
			A	EP2A
EP 4 11/08/1998	C 2.0 Lt/ha	EP 2	B	EP2B
			C	EP2C
EP 5 18/08/1998	T 0 Lt/ha	EP 3	T	EP2T
			A	EP3A
EP 6 25/08/1998	T 0 Lt/ha	EP 3	B	EP3B
			C	EP3C
		EP 4	T	EP3T
			A	EP4A
		EP 4	B	EP4B
			C	EP4C
		EP 5	T	EP4T
			A	EP5A
		EP 5	B	EP5B
			C	EP5C
		EP 6	T	EP5T
			A	EP6A
		EP 6	B	EP6B
			C	EP6C
		EP 6	T	EP6T

Referencia:

EP = época de aplicación, A = 1.50 Lt/ha, B = 1.75 Lt/ha, C = 2.0 Lt/ha, T = 0 Lt/ha (testigo)



## **7.4 Características de la unidad experimental y área total.**

### **7.4.1 Parcela Bruta**

Cada parcela experimental conto con un área de 75 m cuadrados la cual comprendió cinco surcos distanciados 1.5 m entre si, con una longitud de 10 m cada uno. (1)

### **7.4.2 Parcela neta**

La parcela neta estuvo constituida por los tres surcos centrales con longitud de 10 m cada uno, lo que represento cada parcela con un área de 45 metros cuadrados. Los surcos que se econtrarón a las orillas no se tomaron en cuenta para eliminar el efecto de borde. (1)

A la parcela pequeña se le asigno la dosis del producto, con un area de 75 m cuadrados y la parcela grande comprendio la época de aplicación el cual contenia las tres dosis de ethrel y el testigo, dando un total de 300 metros cuadrados. Cada bloque comprendió de 24 unidades experimentales y se hizo tres replicas, con un total de 72 unidades experimentales; cada bloque estuvo separado por 5 metros y con un largo de 180 metros, para hacer un total de 0.72 hectáreas. (ver figura 19A)

## **7.5 Manejo del Experimento**

El ensayo se realizó en caña de dos cortes, atendiendo a las labores de cultivo como el desbasurado, cultivo mecanizado, fertilizaciones, riego, control de malezas.

### **7.5.1 Desbasurado y requema**

La actividad consistió en acomodar la basura en los cinco surcos consecutivos en la calle de uno de ellos, dejando a efecto cuatro mesas limpias para facilitar las labores posteriores de trabajo (cultivo, fertilización, control de malezas.) posteriormente quemarlas.

### **7.5.2 Cultivo mecanizado:**

Labor que se realizo a la cuarta semana después del corte, cundo las malezas tenian una altura aproximada de 7 cm. Esta labor remueve la tierra a una profundidad no mayor de 10 cm. Controlando malezas y descarnando las cepas al mismo tiempo.

### **7.5.3 Primera fertilización:**

La actividad fué realizada en la tercera semana después del corte. Se aplicó fertilizante completo (15-25-0) a razón de 6 quintales por hectárea.

### **7.5.4 Primera aplicación de herbicida:**

Se hizo en forma manual aplicando a los 8 días después del corte, los productos utilizados fueron: 3 libras/ha de karmex, más 1.5 litros/ha de 2, 4- D.(preemergente)

### **7.5.5 Segunda fertilización:**

Fue aplicada en la semana 20 después del corte, utilizando urea (46 - 0 - 0) a razón de 3 quintales por hectárea.

### **7.5.6 Segunda aplicación de herbicida:**

Solamente se realizó un parchoneo utilizando el herbicida Preglone con dosis de 1.25 lt/ha.

### **7.5.7 Aplicación del Acido 2- Cloro-etil Fosfónico**

El ethephon se aplicó con un equipo especial diseñado para simular aspersiones aéreas de productos agrícolas. Este aparato es un modelo 4F SPRAYTING SISTEM propiedad del Centro de investigaciones de la Caña de Azúcar (CENGICANA). Que posee un aguilón central de tres metros de longitud, consta de boquillas tipo abanico con cobertura de 6 m. Además puede tener un aguilón superior con cuatro boquillas 4X, con lo cual puede tener cobertura de dos surcos por aplicación.

El equipo tiene un cilindro para CO<sub>2</sub> de cinco libras, que sirve para la presión de descarga; con una capacidad de 5 litros de mezcla y trabaja a una presión de 40 PSI con descarga de 100 litros por hectárea.

Para dicho ensayo se conto además con implementos como: probeta, cubetas, un medidor de Ph el cual se utilizo para medir el Ph del agua utilizada en la mezcla, el agua requerida se obtuvo de la finca el cual es potable.

### **7.5.8 Cosecha del ensayo**

Las unidades experimentales se cosecharon en diciembre (21semanas) después de la primera aplicación de ethrel. Antes de iniciar la labor de corte, se procedio a quemar el lote del cañal en horas de la mañana (6:00). Se ubico un cortador por cada unidad experimental que consistio en los 75 metros cuadrados (parcela bruta); a cada cortador se le informo la manera en que deberia de colocar la caña, separando la parcela neta de los bordes necesitando un caporal de corte que controlara la labor. El corte se

hizo en forma de maleta que una vez terminado se procedio a amarrar con cadenas y luego pesarlas con ayuda de un tractor que trae consigo una grúa, al cual se le adiciono una romana con capacidad de 25 quintales proporcionada por CENGICAÑA. Posteriormente se desatarón las maletas y la caña fue recogida a granel por medio de una alzadora

## **7.6 Variables de Respuesta**

### **7.6.1 Floración**

Para medir la eficiencia del ethephon como inhibidor de la floración se hizo a través del conteo de tallos de cada unidad experimental. En los tres surcos centrales, se apuntó el número de tallos con flor y sin flor para estimar el porcentaje por simple regla de tres. Esto se hizo a los 135 días después de aplicado el producto.

### **7.6.2 Corcho**

Dos días antes de la cosecha se determinó la calidad del tallo, para ello se hizo en cada unidad experimental; tomando los diez tallos marcados y observar el grado de acorchamiento del número de canutos o entrenudos, y determinar el porcentaje.

### **7.6.3 Brotes laterales (lalas)**

Para determinar esta variable, se contó el número total de brotes laterales (lalas) presentes en los tallos en cada unidad experimental, cada 30 días después de la aplicación tomando siempre los diez tallos.

### **7.6.4 Toneladas de caña por hectárea**

Esta variable se tomo al momento de la cosecha (150 días después de la primera aplicación del ethephon). Para esto se cortaron los cinco surcos centrales de cada unidad experimental, apartando los tres surcos de la unidad muestreada. Inmediatamente se pesó la caña con la ayuda de una balanza electronica que se tuvo como apoyo de CENGICAÑA.

### **7.6.5 Kilogramos de azúcar por tonelada de caña**

Para medir el efecto del ethephon sobre esta variable, se realizó un muestreo tres días antes de la cosecha de la caña, tomando cuatro tallos completos de los tres surcos centrales de la unidad muestreada; estas

muestras se llevarón al laboratorio del ingenio para el análisis de calidad de jugo, Brix, Pol, Pureza, y determinar su rendimiento industrial.

#### **7.6.6 Crecimiento**

Para esta variable, se midió los diez tallos marcados de los tres surcos centrales de cada unidad experimental, desde la base del tallo hasta el último cuello de la hoja visible. Las mediciones de crecimiento se llevarón a cabo un día antes de cada aplicación de ethrel, luego a intervalos de treinta días para cada época de aplicación.

### **7.7 Medición de Variables relacionadas Climáticas**

#### **7.7.1 Fotoperíodo**

Esta variable se tomó en cuenta, con ayuda de un heliógrafo en la cual se midió las horas luz efectivas durante el período del experimento, para luego sacar la curva de comportamiento y tener un parámetro que indique y compare como se mantuvo esta condición durante el período que duró el ensayo, analizar si influyó o no en la floración.

#### **7.7.2 Humedad del suelo**

Para medir la humedad del suelo, se tomó una muestra representativa con 10 submuestras al azar, a una profundidad de 30 cm, la medición del porcentaje de humedad se hizo a través del método gravimétrico; iniciando en mayo y finalizando en noviembre a intervalo de una semana.

#### **7.7.3 Temperatura**

Las temperaturas máximas y mínimas se medieron con un termómetro diariamente para luego graficar su comportamiento para indicar si pudo o no influir en la floración de la caña de azúcar. Se llevarón registros semanales el cual se reportan gráficamente.

#### **7.7.4 Precipitación Pluvial**

Se llevaron registros de la cantidad de lluvia precipitada en los meses que duró el experimento. Con esto se pudo analizar el comportamiento de cómo se mantuvieron los meses de lluvia y tomar de referencia para indicar si faltó o no agua al cultivo de la caña y que haya podido repercutir en el proceso de floración así como en el desarrollo del cultivo. Estos datos se llevarón a intervalos de una semana de lluvia acumulada.

## **7.8 Análisis de la Información**

### **7.8.1 Análisis estadístico**

Se practico el análisis de varianza (ANDEVA) respectivo para las variables en estudio: porcentaje de floración, porcentaje de corcho, número de brotes laterales por planta, tonelaje (toneladas de caña/ha) rendimiento (libras de azúcar/tonelada de caña), y altura de plantas (crecimiento vegetativo); con ayuda del programa estadístico SAS. (Sistema de Análisis Estadístico); para determinar si existía o no significancia estadística entre los tratamientos.

Las variables climáticas se analizaron para conocer el comportamiento de las horas de luz efectivas, precipitación, porcentaje de humedad, y temperaturas. Con esta información se relacionaron con los resultados obtenidos de floración.

Se realizó una prueba de medias de Tukey para las variables de respuesta en estudio que presentaron diferencia significativa. Estas mismas fueron realizadas en el programa SAS. (Sistema de Análisis Estadístico).

## 8. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 8.1 Porcentaje de floración

Para la variable porcentaje de floración no se encontró diferencia significativa, al 5 % tanto para las épocas de aplicación y las dosis evaluadas del producto ethrel, así como para la interacción (épocas y dosis). Por lo tanto podemos decir que no hubo efecto del producto (ethrel) en inhibir la floración en los tratamientos de las tres dosis, y las seis épocas de aplicación del producto. En el cuadro 3A de anexo, se muestra el Análisis de Varianza para la variable porcentaje de floración.

En el cuadro 2A se muestra el porcentaje de floración promedio obtenido en el experimento, que estuvo entre 74.6 y 86.2.

Según Bocanegra (1993), menciona que la aplicación de ethrel para inhibir la floración debe realizarse dos semanas antes que esta se dé, para que tenga un buen efecto. Por lo dicho, las épocas 21, 28, de julio y 4, 11, de agosto/98 debieron presentar inhibición; ya que el inicio de la emergencia de la flor en la caña en nuestro medio se da a partir de julio-agosto; pero los resultados no fueron satisfactorios, unicamente se reflejo entre 20-23 por ciento de inhibición.

En la figura 4 se puede apreciar que para la época tres (fecha de aplicación 4 de agosto/98) se obtuvo un porcentaje de flor de 75.3 por ciento en la dosis de 1.50 lt/ha, seguido de la dosis 1.75 lt/ha con 77.6 por ciento; es decir que inhibio en un 22-24 por ciento; y para la época 1 (fecha 21 julio/98) para la dosis 1.75 lt/ha presentó un valor de inhibición del 22 por ciento con respecto al testigo que mostro un valor de inhibición del 15 por ciento, esto indica que los resultados no son significativos en cuanto ha decir que hubo inhibición. En las otras épocas y dosis, los valores de floración variaron entre el 77 y 86 por ciento. Además si se analiza que en las fechas 11 de agosto, 18 de agosto y 4 de agosto, el testigo resultó tener valores en porcentaje menores de floración (78.8, 78.8, y 78.1 ) respectivamente, que las parcelas tratadas con ethrel en las dosis de 1.5, 1.75, 2.0 lt/ha; solamente para las épocas 21, 28 de julio y 25 de agosto el testigo fue superior en porcentaje de floración (85.2, 89.1 y 86.2) respecto a las dosis evaluadas de ethrel (1.5, 1.75 2.0 lt/ha).

Lo anterior indica claramente que con los valores altos de intensidad de flor, no se reflejo la eficiencia del ethrel en las seis épocas de aplicación (21, 28 de julio; 4, 11, 18, y 25 de agosto) y las tres dosis (1.5, 1.75, 2.0 lt/ha); el cual se esperó una inhibición mayor de 60 por ciento. El bajo porcentaje de inhibición de flor en los diferentes tratamientos quizá se debió a que los tallos no fueron inducidos

naturalmente a florecer, o simplemente eran tallos primarios o secundarios en una macuolla que no estaban en disposición de florear. Ya que en una macuoya pueden existir tallos primarios secundarios hasta terciarios, que presentan las características de ser mas jóvenes, en la que no lograron desarrollarse para florecer, además de ser inferiores a los tallos primarios que no pudieron absorber la cantidad de luz necesaria para inducir la floración, esto reflejo el 20 porciento de la no floración.

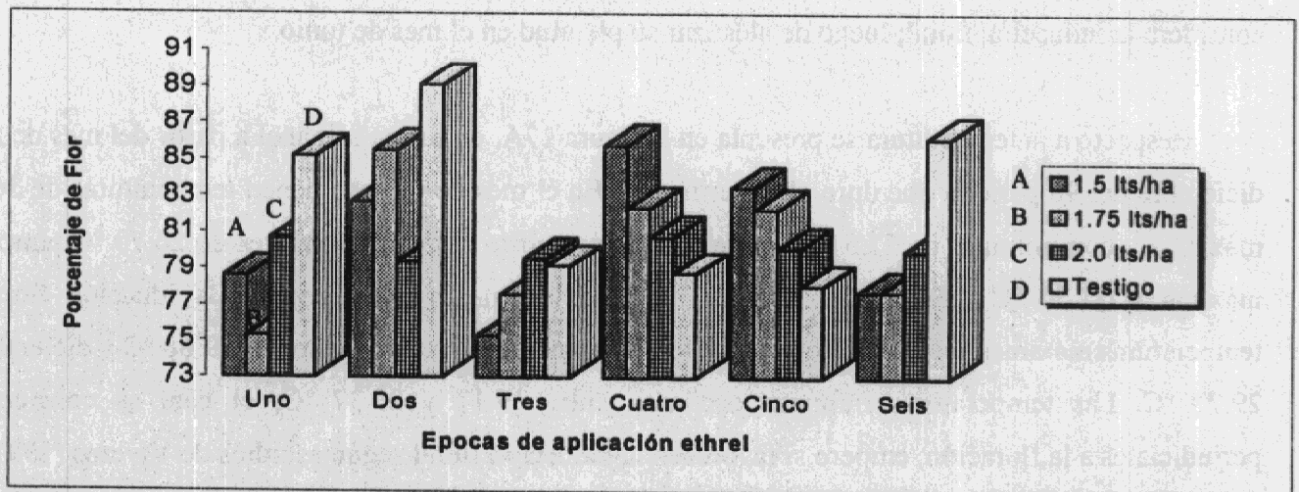


Figura 4. Comportamiento del porcentaje de flor en las diferentes épocas de aplicación de ethrel y dosis evaluadas. Finca San Vicente Ingenio el Baúl.

Con todo ello puede agregarse también que el no efecto del producto (ethrel) pudo deberse a las condiciones climáticas de ese año; si se toma en cuenta que es uno de los factores que influyen en el mecanismo que controlan la floración como el fotoperiodo, la temperatura, y humedad del suelo según lo explica Viveros (1991).

En las figuras 15A, 16A, 17A, y 18A; se presentan los registros climáticos en la fase del experimento. En la figura 15A, muestra los valores de brillo solar cuyo mejor índice es el cielo despejado. Si se analiza que para el año 1998 la disminución de horas luz fue evidente que el ocurrido en 1997, principalmente en los meses de julio-noviembre; esto indica la variación climática de un año a otro. En el mes de julio se encontró una disminución considerable en el número de horas en el día o fotoperiodo y se marca aún mejor en el mes de agosto, presentando valores debajo de 7 horas de luz en el día; existiendo una diferencia de 1.95 y 1.86 en los meses de julio y agosto respecto al año 1997.

empieza a manifestarse, dado que la caña de azúcar se clasifica entre las plantas de periodo corto que florecen solo si el periodo de luz se hace más corto que el periodo crítico, siendo este de 12 horas 30 minutos, por lo que se considera que esta condición se dio.

Si comparamos la figura 16A donde a partir del punto crítico de las horas luz julio y agosto son los meses en que el número de horas luz en el día empieza a disminuir en la latitud 14°, meses donde se considera la inducción floral; luego de alcanzar su plenitud en el mes de junio.

Respecto a la temperatura se presenta en la figura 17A en forma semanal a partir del mes de mayo a diciembre del 98 periodo que duro el experimento. En el mes de julio se tienen temperaturas de 26.68 °C máximas y con mínimas de 21.51 °C; para el mes de agosto se registro valores de 26.70 °C temperatura máxima y 21.50 °C temperatura mínima que son los meses donde ocurre la inducción floral. Las temperaturas máximas solamente se presentaron en el mes de mayo con valor de 29.68 °C y diciembre con 29.72 °C. Las temperaturas mínimas oscilaron entre 19.17 y 23.37 °C; el cual se consideran no perjudiciales a la floración; empero si favorecen la inducción floral según estudios de Viveros (1991).

Respecto a la medición de la humedad del suelo en la finca San Vicente donde se desarrollo el experimento, se hizo a través del metodo gravimétrico, expresados en porcentaje con intervalos de una semana. La precipitación se midió con un pluviómetro y se expreso en valores acumulados durante una semana que se indica en la figura 19 A. Puede observarse que para el mes de mayo y junio no hubo problemas de falta de agua, ya que se registrón en el mes de mayo en la semana 20, un valor de 124.84 mm de agua, no así en la semana 18 y 19 no se registro precipitación. En el mes de junio mantuvo un promedio de 122.66 mm de agua y julio con 98.42 mm de agua valores que afirman que no pudo haber stress por falta de agua; y obviamente esto se expresa con la humedad del suelo para un suelo franco arenoso el cual varió de 25 a 35 porciento de humedad del suelo. Debido a que la falta de agua en el suelo provoca un stress que afecta la fotosíntesis lo cual puede influir en el proceso de floración. Durante la fase del experimento se noto un adecuado suministro de agua, que ayudo en la translocación de metabolitos y sustancias metabolizadas en el cogollo u otra parte de la planta en donde seben ser llevados al meristemo o a otras partes de la planta para la producción del estímulo en la floración; que pudo influir en el alto porcentaje de floración en todas las fechas de aplicación analizadas.



## 8.2 Kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC)

Para la variable Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, al realizar el análisis de Varianza (cuadro 5A) no se encontro diferencias significativas al 5% en las épocas de aplicación y las dosis de ethrel, tampoco se observa una diferencia significativa en la interacción épocas de aplicación y dosis.

Por lo anterior puede decirse que el ethrel no tiene efecto estadísticamente significativo al 5 por ciento, sobre el rendimiento (Kilogramos de azúcar por tonelada de caña). La aplicación del ethrel a diferentes épocas y dosis no produjo algún efecto estadísticamente significativo al 5 %, sobre el rendimiento.

Aunque estadísticamente no presento significancia entre los tratamientos evaluados (fechas de aplicación y dosis de ethrel); puede observarse en la figura 5 el comportamiento del rendimiento promedio (kilogramos de azúcar por tonelada de caña), en relación con las dosis y épocas de aplicación y el testigo. Asi se tiene que para la época de aplicación 11 de agosto/98, se alcanzó valores promedios arriba de 100 kilogramos de azúcar por tonelada de caña para las tres dosis (1.5, 1.75, 2.0) respectivamente, seguido muy de serca del testigo con 99 kilogramos de azúcar por tonelada de caña; asimismo para la época 5 (fecha de aplicación 18 de agosto/98) con la dosis 1.75 lt/ha, alcanzó una mayor concentración de azúcar con valor de 104.37 kilogramos de azúcar por tonelada de caña respecto a las otras dosis evaluadas; siendo el testigo en este caso superior a las dosis 1.50, 2.0 lt/ha de ethrel con valor de 101.44 kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

En general las parcelas tratadas con ethrel (épocas y dosis de aplicación de ethrel) y las no tratadas (testigo sin aplicar) obtuvieron valores similares en rendimiento (kilogramos de azúcar por tonelada de caña) no teniendo mucha diferencia; solamente cabe señalar que los rendimientos obtenidos fueron favorables en el sentido que se reportaron altos (arriba de 90 kilogramos de azúcar por tonelada de caña). Esto quiza se debió al buen desarrollo vegetativo que presento la planta, al obtener buen tonelaje de caña, ademas de la variedad que se caracteriza como prototipo de buena rendidora en azúcar. El manejo del cultivo y la madurez de la planta para su corte oportuno; al no dejar que la planta una vez florecada no se prolongara mucho tiempo entre la floración y el cosecha, para evitar la formación de médula corchosa y la inversión de la sacarosa que a la larga representa pérdidas tanto en tonelaje como el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña. Debe señalarse también que los valores altos en rendimiento (Kilogramos de azúcar por tonelada de caña) se debió quiza en parte a la edad del cultivo, y la uniformidad de los tallos en el cual debido a la intensidad de floración que se produjo, esta se presentó cuando el cultivo estaba en etapa de maduración, por esta razon pudo aumentar el rendimiento, ya que al

cesar el crecimiento del tallo, favoreció a la acumulación y almacenamiento de sacarosa.

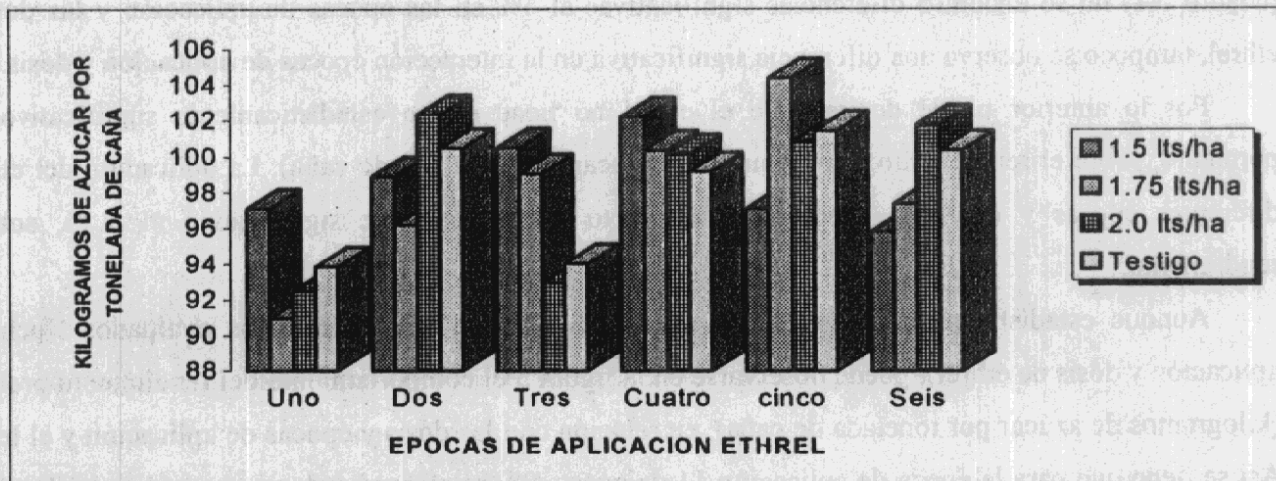


Figura 5. Comportamiento del rendimiento de azúcar por tonelada de caña de acuerdo a las épocas de aplicación y dosis de ethrel evaluados. Finca San Vicente, Ingenio el Baúl.

### 8.3 Toneladas de caña por hectárea

En el cuadro 6A, se presentan los valores de tonelaje por dosis y épocas de aplicación de ethrel. Para esta variable de respuesta. Se practicó el Análisis de Varianza y se presenta en el cuadro 7A, en este se observa que no se encuentra diferencias significativas, al 5 % tanto para las épocas de aplicación y las dosis evaluadas; así como para la interacción entre épocas y dosis.

Con lo anterior puede afirmarse que la aplicación de ethrel en diferentes épocas y dosis, no afecta el tonelaje de caña. Empero al analizar la figura 6 del comportamiento de las producciones de caña obtenida, se puede notar que para la época de aplicación 28 de julio/98 con la dosis 1.5 lt/ha, alcanzó su mayor producción con un valor de 143.38 ton de caña/ha superior al testigo y las dosis de 1.75 y 2.0 lt/ha, donde muestran valores de producción de 126.35, 108.43, y 128.25 ton de caña/ha respectivamente. Se presenta que para las épocas de aplicación 21 de julio/98 y 25 de agosto/98 el tonelaje de caña de las diferentes dosis fueron superiores en relación al testigo; además se refleja que la mejor dosis que obtuvo un mayor tonelaje firme en relación a las dosis evaluadas y el testigo fue la dosis de 1.5 lt/ha, que es la recomendada por la casa comercial quien la distribuye, reflejando valores de 139.9 ton de caña/ha para la época 21 de julio/98, 143.38 para la época 28 de agosto/98, 135.61 ton de caña/ha para la época 11 de agosto/98 y 128.45 ton de caña/ha en la época 25 de agosto/98 que siempre estuvo por encima del testigo y las dosis

1.75 y 2.0 lt/ha. Con estos resultados de tonelaje obtenidos puede afirmarse que durante el tiempo que duro el experimento, no faltó el agua, por lo que todo el ensayo contó con la mayor disponibilidad de humedad en la etapa de crecimiento vegetativo, como se puede apreciar en la figura 18A, de datos climáticos en el comportamiento del porcentaje de humedad del suelo y las precipitaciones registradas semanalmente. Esto permitió en parte a que el cultivo de la caña continuara con su proceso de crecimiento hasta la etapa de maduración y próximo al corte, lo que determinó la mayor producción de caña/ha.

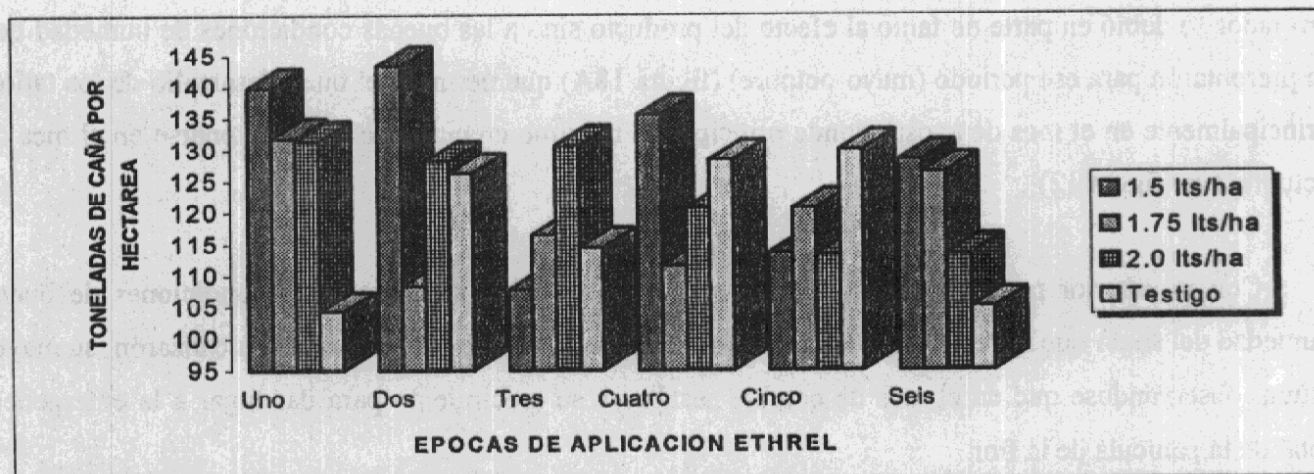


Figura 6. Comportamiento de la producción de caña/ha con relación a las épocas de aplicación y dosis evaluadas de ethrel. Finca San Vicente, Ingenio el Baúl.

#### 8.4 Crecimiento de tallos

El crecimiento manifestado por la planta de caña luego de la aplicación del ethrel, es un factor más que indica si hubo acción o no del producto, ya que la acción del producto al contacto con la planta, es la liberación de etileno el cual suspende temporalmente el crecimiento, empero luego de dos semanas inicia su normal crecimiento.

En el análisis de Varianza efectuado (Cuadro 9A) se encontró que existe diferencias significativas al 5 % en las épocas de aplicación (parcela grande), no reportando diferencias significativas al 5 % para la parcela pequeña (dosis de ethrel), y en la interacción épocas de aplicación y dosis de ethrel. Esto demuestra que el ethrel tuvo mayor efecto en cuanto al crecimiento de los tallos en las seis épocas de

aplicación evaluadas. Empero se observa un crecimiento uniforme en cuanto a las dosis de ethrel (1.5, 1.75, 2.0) en relación al testigo, el cual llegarón alcanzar alturas arriba de 320 centímetros como puede apreciarse en las figuras (7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A).

En el cuadro 10A, aparece la prueba de medias de Tukey, donde separa dos grupos, siendo las mejores épocas de aplicación 25, 11, y 18 de agosto/98; con medias de 305.275, 302.633, y 295.450 cm, respectivamente, y el otro grupo reporta las medias mas bajas (291.475, 290.217, 288.725 cm) respectivamente, para las épocas de aplicación 04 de agosto, 21 y 28 de julio/98. Estos resultados arrojados se debió en parte no tanto al efecto del producto sino a las buenas condiciones de humedad que se presentaron para ese periodo (mayo-octubre) (figura 18A) que permitio el buen desarrollo de los tallos, principalmente en el mes de agosto donde principio su máximo crecimiento hasta detenerse en el mes de octubre. (ver figura 12)

Con lo anterior puede decirse que el crecimiento se debio en parte a las condiciones de buena humedad del suelo que se registro en los meses de julio-octubre, (figura 18A) donde alcanzaron su mayor altura; observandose que en el mes de octubre sesaba ya su crecimiento para dar lugar a la emergencia total de la panícula de la flor.

En la figura 7 se observa gráficamente el comportamiento en alturas de tallo de las diferentes dosis y el testigo, en la época de aplicación de ethrel 21 de julio/98. Muestra que a partir de la segunda lectura la dosis 2.0 lt/ha obtiene un valor mas alto (44.54cm) respecto a la dosis 1.50, y 1.75 lt/ha que obtuvieron valores de 28.8 y 31.18 cm respectivamente; no asi el testigo que alcanzo 21.77 cm, y a partir de las siguientes lecturas se nota un crecimiento uniforme hasta alcanzar alturas arriba de los 330 cm; teniendo al final que la dosis 1.5 lt/ha manifesto mayor crecimiento vegetativo (97.14 cm).

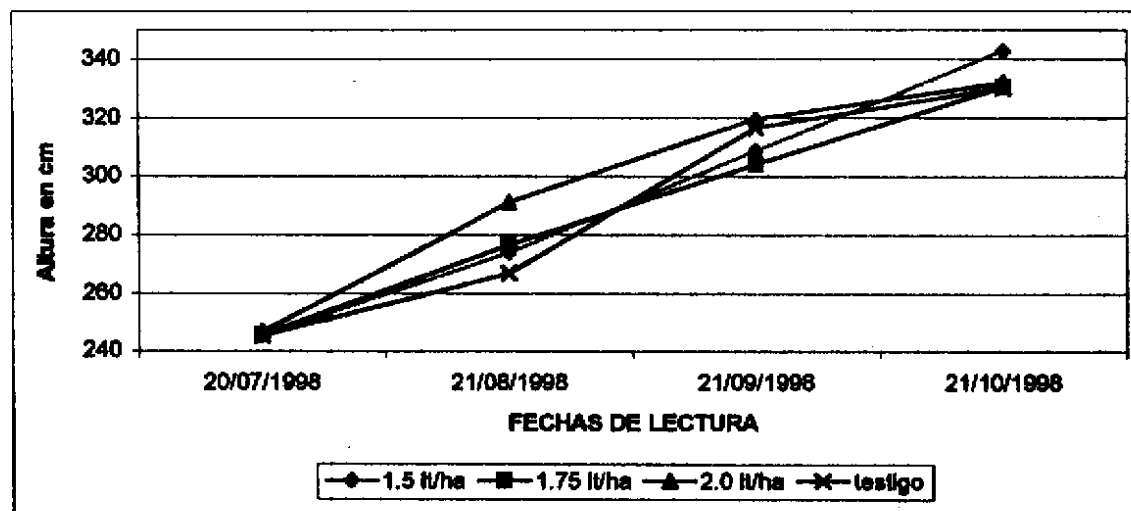


Figura 7. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 21 de julio/98

En la figura 8, indica el comportamiento del crecimiento vegetativo, donde existe uniformidad en el crecimiento en altura de las plantas para las dosis 1.5, 2.0 lt/ha y el tetigo (sin aplicar); siendo la dosis 1.75 quien tiene variación a partir de la primera lectura que reporta un crecimiento bajo (14.17 cm) en relación a las otras dosis, pero a partir de la segunda lectura se da un crecimiento muy arriba con 49.47 cm. Pareciera que existiera el detenimiento parcial del crecimiento y que luego comienza nuevamente. Si lo comparamos con el testigo que alcanza un valor de 29.47 cm, lo cual indica un efecto del ethrel al liberar etileno en las plantas sufren de una capacidad reducida en el transporte polar de auxinas, además que tiene un efecto sobre la concentración de auxina en los tejidos, lo que se transforma en un desbalance hormonal que constituye un efecto de elongación celular como lo explica Bocanegra (1993).

Pero debe anotarse que a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre las dosis de ethrel y las épocas aplicadas, no debe descartarse por completo el efecto que haya tenido el producto sobre el crecimiento vegetativo, ya que según lo observado su efecto fue en el engrosamiento de los tallos.

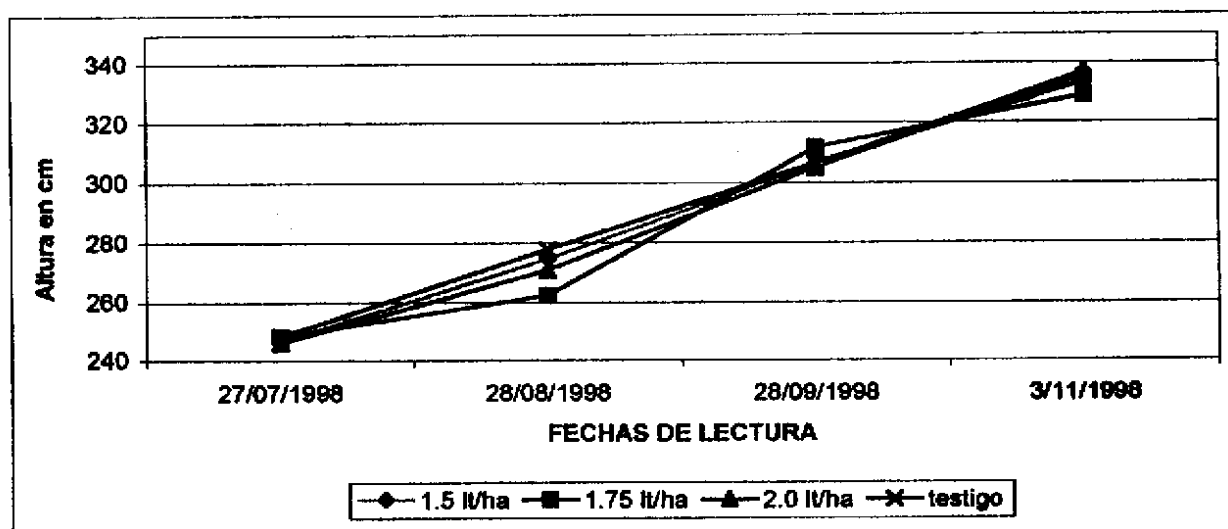


Figura 8. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación del 28 de julio/98

En la figura 9, para la época de aplicación del 4 de agosto/98, muestra una tendencia en el que el testigo presenta en este caso un a disminución de crecimiento en la primera lectura con 12.83 cm respecto a las tres dosis de ethrel pero luego alcanza su mayor altura en la segunda lectura, lo cual consigue uniformizar el crecimiento, llegando al final alcanzar crecimientos iguales, (69.0 cm), a excepción de la dosis 1.5 l/ha que obtuvo una mínima diferencia de 3 cm.

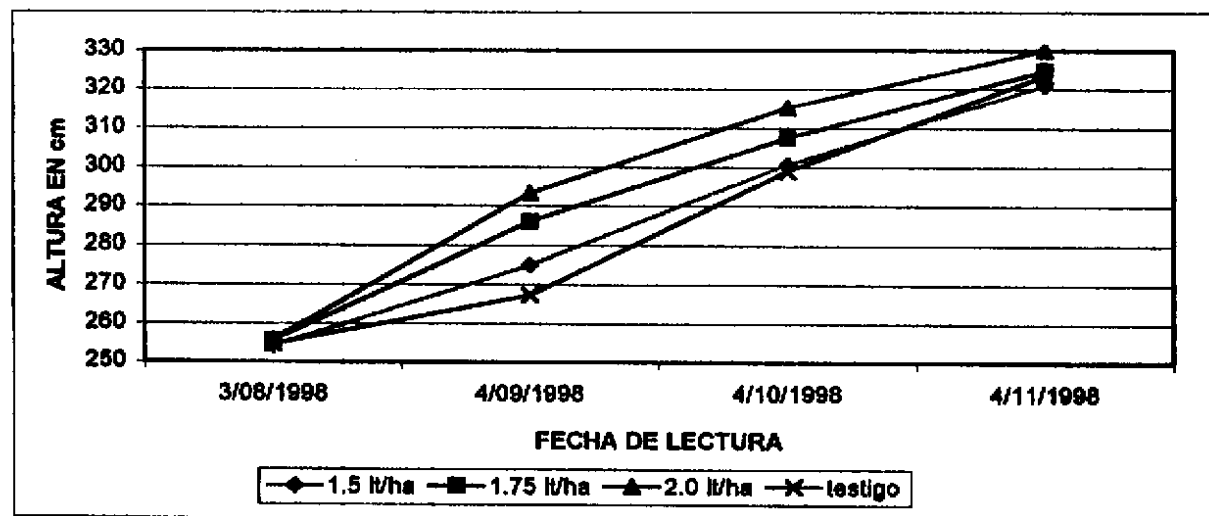


Figura 9. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 4 de agosto/98

En la figura 10, para la época de aplicación 11 de agosto/98 de ethrel, muestra una tendencia en el cual el crecimiento es uniforme para las dosis 1.5, 17.5 l/ha y el testigo, en donde la dosis 2.0 l/ha solamente consigue una diferencia menor de 2 cm con el testigo; alcanzando mayores alturas de crecimiento en tallos en la segunda lectura que correspondió el 11 de septiembre/98. Al final llegaron a medir alturas arriba de los 330 cm (fecha de lectura 11 de noviembre/98).

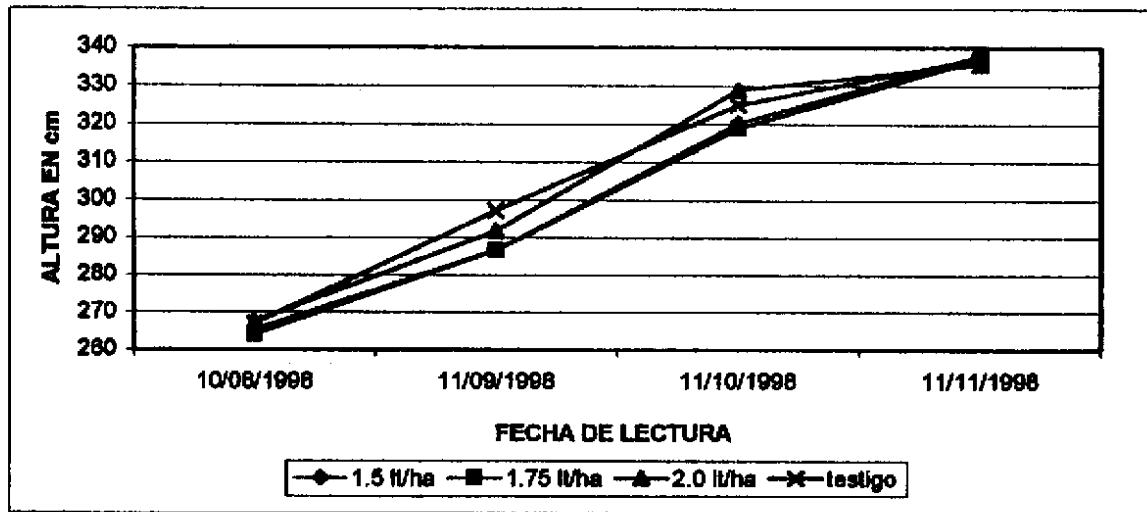


Figura 10. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 11 de agosto/98

En la figura 11, para la época de aplicación de ethrel 18 de agosto/98, se aprecia que para esa fecha los tallos de la caña ya alcanzaban alturas arriba de los 270 cm, lectura realizada un día antes de la aplicación de ethrel (17 de agosto/98), con esto se noto que siguió el crecimiento normal de la planta, alcanzando valores bajos de crecimiento en general de 46 cm para las tres dosis a excepción de la dosis 1.5 l/ha que obtuvo 51.6 cm de crecimiento al final. Aunque la lectura final de crecimiento se prolongo hasta el 18 de noviembre, ya no presento un incremento en crecimiento, debido a que para esa fecha, ya había detenido su crecimiento y dar lugar a la salida completa de la panícula floral



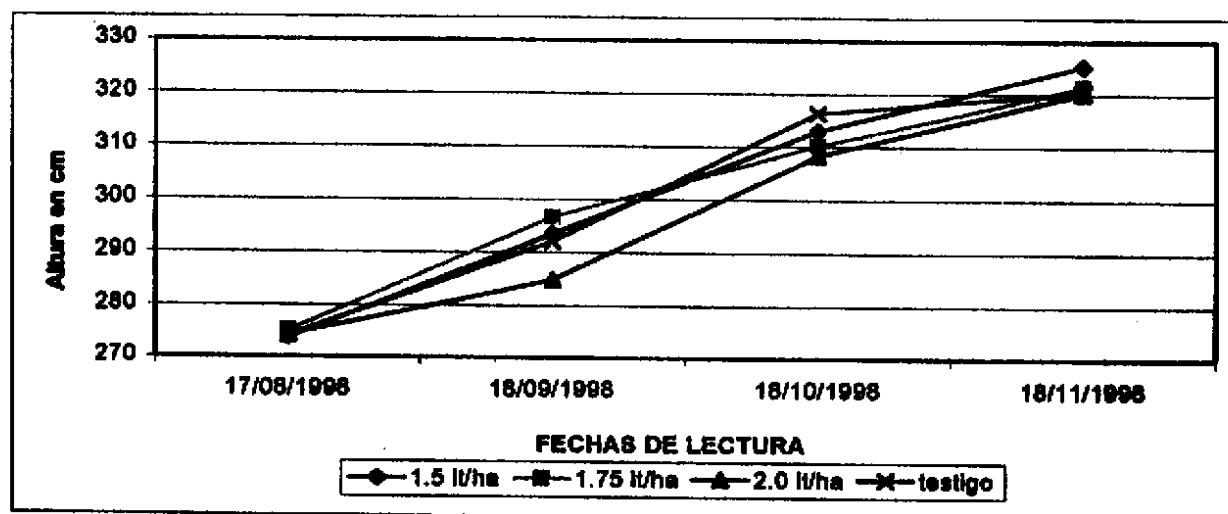


Figura 11. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 18 de agosto/98

En la figura 12, se aprecia el comportamiento del crecimiento para las tres dosis de ethrel y la época de aplicación del día 25 de agosto/98. Al igual que la fecha anterior, los tallos que se midieron presentaban alturas arriba de los 280 cm, registrando valores finales de crecimiento en el rango de 46-57 cm, inferiores a los alcanzados por las otras fechas de aplicación. Debe hacerse verse que solamente se realizaron tres lecturas, siendo la última lectura el 2 de noviembre donde se dieron alturas arriba de 325 cm.

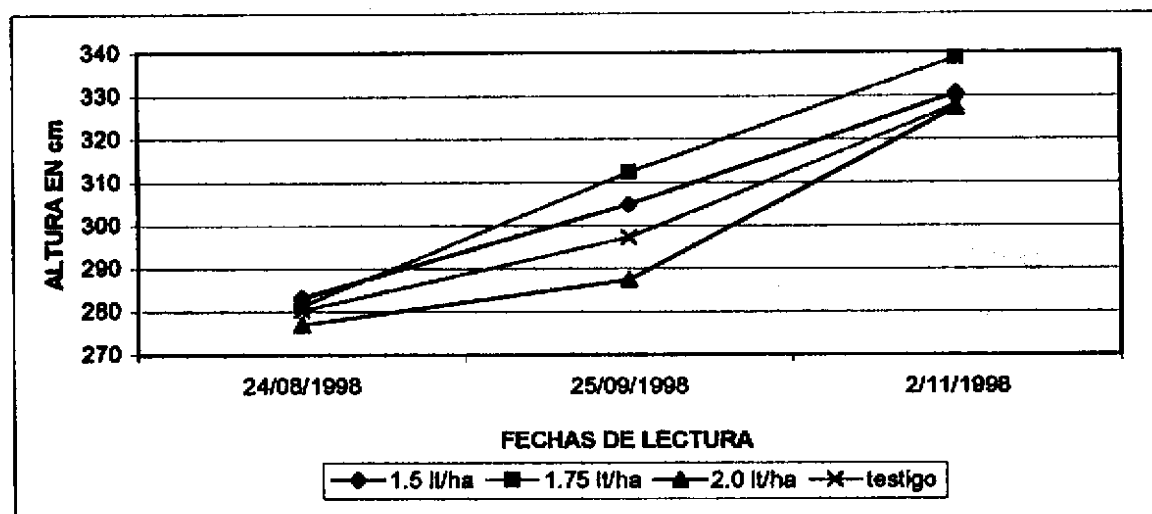


Figura 12. Comportamiento del crecimiento vegetativo de tallos, en tres dosis de ethrel con un testigo, en la época de aplicación 25 de agosto de/98

Con todos los resultados reportados anteriormente, se afirma que el ethrel no tuvo su efecto en las dosis de 1.5, 1.75, 2.0 lt/ha respectivamente, solamente en las épocas aplicadas (21, 28 de julio/98 y 4, 11, 18, 25 de agosto/98) no se observa una diferencia significativa en cuanto a reportar alturas favorables de crecimiento. Así mismo en relación a la dosis utilizadas no existe en este estudio una que reporte alturas significativas, ya que en algunos casos el testigo lograba alturas superiores a las tratadas con ethrel. Solamente se observó que la dosis 1.5 lt/ha fue quien presentó ser superior en el crecimiento final en relación al testigo y las otras dosis, pero con diferencia mínimas.

Cabe señalar que con la aplicación de ethrel para cada época de aplicación, lo que si se notó fue un engrosamiento de los entrenudos a partir de un mes de aplicado el producto para cada fecha, esto demuestra que el efecto del ethrel se transforma en el control mecánico que sirve para modular el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, al tener un antagonismo el etileno con las auxinas, además con las citoquininas y giberelinas. El ethrel ejerce una acción sobre la disposición de las microfibras de la pared celular, la cual es mediada por la auxina. El resultado es que el crecimiento

celular, se orienta en el sentido radial, esto da como resultado que las células en vez de tener una forma rectangular, presente formas isodiamétricas, lo que da lugar a un desarrollo mas grueso del tallo según lo indicado por Bocanegra. (1993)

### **8.5 Porcentaje de entrenudos con corcho.**

Para esta variable de respuesta, los valores promedio de lectura se anotan en el cuadro 11A. Se realizó un Análisis de Varianza respectivo, el cual se presenta en el cuadro 12A. En este se observa que existe diferencia significativa al 5 % para la dosis de ethrel, no presentando significancia para la interacción épocas de aplicación y dosis de ethrel.

De acuerdo con la prueba de Tukey (cuadro 13A) el tratamiento 4, que corresponde al testigo fue el que presentó el mayor porcentaje de entrenudos con corcho (23.39 %) y el tratamiento 3 (dosis de ethrel 2.0 lt/ha) fue el que presentó el valor mas bajo (15.15 % de corcho).

En la figura 13 se observa que en las parcelas en donde no fué aplicado ethrel (testigo) respecto a las que si se trataron con las dosis ya mencionadas y las diferentes épocas, indican que los no tratados con el producto obtuvieron los porcentajes de entrenudos con corcho mas altos, a diferencia de las que si fueron tratadas. Se presento el caso que la dosis utilizada 2.0 lt/ha representó valores en porcentaje de corcho mas bajos respecto a las dosis 1.5, 1.75 lt/ha en las seis fechas de aplicación evaluadas; seguido de la dosis 1.5 lt/ha quien reporto valores promedios de 17.58 % de entrenudos con corcho.

Lo anterior indica que la mejor dosis fue 2.0 lt/ha de ethrel respecto al testigo, con diferencia de 8.24 % de corcho. Al final de realizar la lectura de corcho, se encontro que todas las parcelas presentaron formacion de médula corchosa en el ensayo experimental. Se tomo en cuenta que la cosecha no se postergo hasta febrero, sino fue en el mes de diciembre el cual se cosecho para evitar que representara un mayor porcentaje de corcho y con ello no tener pérdidas en tonelaje de caña/ha y rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña.

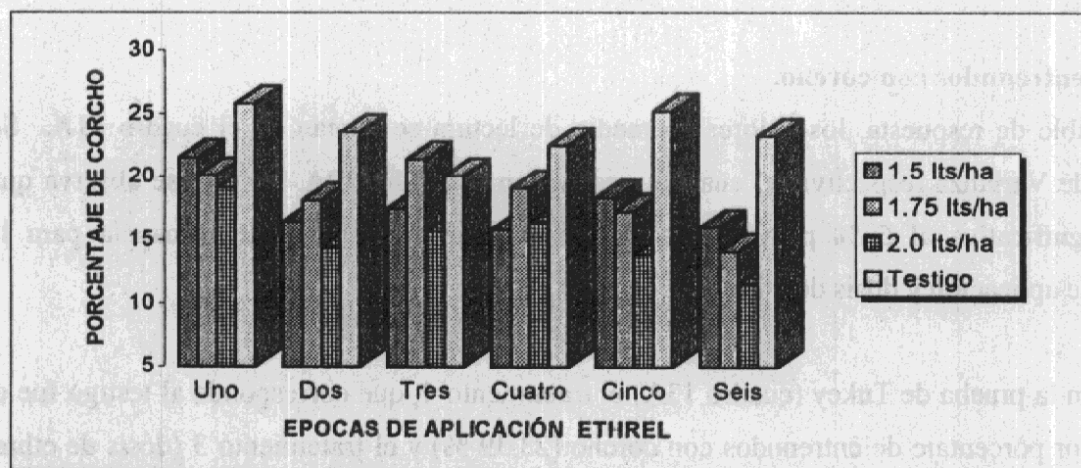


Figura 13. Comportamiento del porcentaje de entrenudos con corcho, en la aplicación de ethrel en seis épocas, con tres dosis y un testigo (sin aplicar)

### 8.6 Número de brotes laterales por tallo

Para la variable número de brotes laterales por tallo (lalas), se encontró diferencia significativa al 5% para la parcela grande (épocas de aplicación), y para la parcela pequeña (dosis de ethrel). En el cuadro 15A de anexo, se muestra el Análisis de Varianza para esta Variable de número de brotes laterales por tallo

Respecto a la prueba de Tukey (cuadro 17A), se observa que el tratamiento con mayor número de brotes laterales es el 3 que corresponde a la dosis mas alta de ethrel (2.0 lt/ha) con una media de 4.15 brotes laterales por tallo, seguido de la dosis 1.75 lt/ha con 2.69 brotes laterales por tallo; siendo la dosis 1.5 lt/ha quien represento un valor menor en número de brotes laterales por tallo.

Si analizamos que el testigo (sin aplicar) no logro presentar la formación de brotes laterales, solamente llegarón a desrrollar yemas hinchadas listas para emitir los brotes, pero que con el tiempo ya no lograron formarse.

por tallo lo reporto la época 18, 11 y 25 de agosto/98 (1.12, 1.21, 1.29) respectivamente. Estos resultados son análogos si se toma en cuenta la época de aplicación efectuada, ya que las primeras épocas aplicadas de ethrel el 21 y 28 de julio presentaron un efecto mas temprano obviamente que la que se efectuarón en el mes de agosto, desarrollando asi mas brotes laterales durante el mes de agosto septiembre y octubre como pudo observarse a nivel de campo en las lecturas efectuadas.

En la figura 14, se presenta el comportamiento de brotes laterales por tallo entre las dosis evaluadas (1.5, 1.75, y 2.0 lt/ha) respectivamente y el testigo, para las diferentes épocas de aplicación del producto (ethrel). Aquí muestra que la dosis 2.0 lt/ha reporta los valores promedios mas altos de brotes laterales por tallo y la dosis 1.5 lt/ha con los valores promedios menores de 1.93 brotes por tallo.

Con estos resultados se demuestra un efecto negativo del ethrel, debido a que la emergencia de brotes laterales se transforma en biomasa que realizan gastos de energia hacia la planta concentrando sacarosa, que por la cantidad en que se presentan podrían en determinado momento reducir el rendimiento en el cultivo de la caña a nivel de campo; lo que a la larga representa trash (basura) por la biomasa que no contiene jugo para la molienda a nivel de fábrica.

En forma general en el experimento se presento cantidad de número de brotes laterales por tallo en las parcelas aplicadas, lo que pudo influir en parte el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña principalmente para las primeras épocas de aplicación de ethrel, donde a partir de un mes de aplicado tuvo su acción y se manifestarón los brotes laterales con alturas de cuatro a seis centímetros, el cual fueron creciendo posteriormente hasta la fecha de corte.

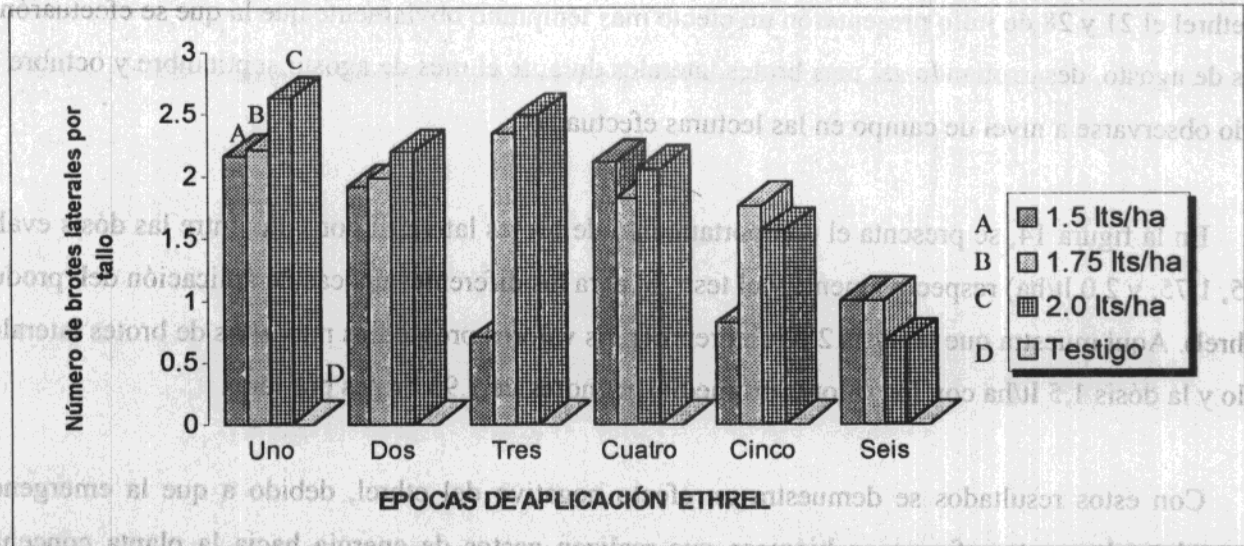


Figura 14. Número promedio de brotes laterales por tallo para las seis épocas de aplicación, y las tres dosis evaluadas de ethrel

## 9. CONCLUSIONES

- El producto ethrel evaluado en las tres dosis (1.5, 1.75, 2.0 lt/ha), y en las seis épocas de aplicación 21, 28 de julio/98 y 4, 11, 18, 25 de agosto/98), no presento tener efecto de acción en inhibir la floración de la caña de azúcar de la variedad CP- 722086.
- Debido al alto porcentaje de floración que se manifesto, no pudo determinarse una época oportuna de aplicación del producto el cual inhibiera la flor en las condiciones climáticas que imperarón en el año del ensayo.
- Las épocas de aplicación de ethrel a intervalo de una semana en los meses de julio-agosto y las tres dosis evaluadas con en el testigo, no manifestarón tener efecto positivo en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña, en la producción de caña en toneladas por hectárea, y el crecimiento vegetativo de tallos.
- El producto ethrel en las dosis 2.0 lt/ha tiene un efecto de acción en el cultivo de la caña de azúcar al presentar los valores promedio bajos de porcentaje de entrenudos con corcho respecto al testigo (sin aplicar)
- La acción del ethrel en las dosis de 2.0, 1.75, 1.5 lt/ha respectivamente tienen un efecto negativo al manifestar emergencia de brotes laterales en el tallo (lalas) en cantidades que pueden afectar el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña, al incremento en crecimiento (biomasa) principalmente en la dosis 2.0 lt/ha quien presenta mayor cantidad de brotes laterales por tallo. (4.15)

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CAJAS, V.M. 1982. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones de la finca Bulbuxya. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. AMAYA ESTEVEZ, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. In Congreso. El cultivo de la Caña de azúcar. (1986, Cali, Colombia). Ed. Por Carlos Buenaventura. Memorias. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la caña de azúcar. p. 21-303
3. BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Gerónimo Cano y Cano y Manuel Garcidueñas. México D.F, AGT EDITOR. 784 p.
4. BOCANEGRA, C.J. 1993. Ethrel y Prep en el control de la floración en caña de azúcar. Brasil, Rhone Poulenc. 27 p.
5. BUENAVENTURA OSORIO, C.E. 1886. El cultivo de la caña de azúcar. Colombia, TECNICAÑA. 80 p.
6. CASSALETT, D.C. *et al.* 1995. Cultivo de la caña de la zona azucarera de Colombia. Colombia, CENICAÑA. p. 297-313
7. CASTRO C, P.R. 1997. Reguladores vegetales: modo de acción y aplicaciones en la agricultura tropical. Informaciones Agronómicas. Boletín (Bra) no. 78: 1-10
8. CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1994. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. 242 p.
9. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. DEUBER, R.; IRVINE J.E. 1995. Control del florecimiento de caña de azúcar con aplicación de ethephon. (Bra) no. 2: 1-2



11. EL BAUL, S.A. DEPARTAMEEENTO DE PLANIFICACION Y CONTRROL AGRICOLA. (Gua). 1997. Areas estimadas por variedad, datos de rendimiento, porcentaje y clasificación de variedades, y áreas aplicadas con madurante. Escuintla, Guatemala. 60 p.
12. FAHN, A. 1978. Anatomía vegetal. Madrid España, Blume Ediciones. 643 p.
13. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Mapa topográfico de Guatemala, hoja cartográfica Patulul, no. 1959 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
14. HUMBERT, R.P. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. Trad. Alfonso Gonzales G. México, Continental. 719 p.
15. LETONA, E. 1995. Evaluación de ethrel aplicado como inhibidor de la floración en El Ingenio La Unión-Los Tarros. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
16. MALDONADO MURAKAGUA, H.W. 1994. Efecto del corcho como resultado de la floración en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la Empresa Pantaleon S.A. Siquinala Escuintla. Diagnostico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 20 p.
17. MELGAR, M.; MENESES, A. 1997. Planificación y evaluación de las actividades de investigación. In Presentación de resultados zafra 96-97; memoria de resúmenes. Guatemala, CENGICAÑA. p. 1-15
18. NAJERA ESTRADA, B.J. 1993. Evaluación del Acido 2-cloroetil fosfónico como inhibidor de la floración, de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Siquinala Escuintla. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 p.
19. OBIOLS, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala; según el sistema Thorntwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1000000. Color.
20. OROZCO, H.; SOTO, G. 1996. Morfología de las variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) importantes en Guatemala y de variedades en evaluación regional grupo (CGVO). Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. Documento Técnico no. 7. 43 p.

21. PAZ VILLALOBOS, B. 1993. Diagnóstico del proceso productivo del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en finca el Baúl. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 15 p.
22. PAGE, D.L. 1983. Ethephon: un fitorregulador de caña de azúcar de notable versatilidad. Revista Sugar y Azúcar. (Col.) no. 7: 44-46
23. PEREIRA, A. et al. 1983. Condicionamiento climático da inducao ao florescimento em cana de açúcar. Boletín Técnico Planalsucar. (Bra) 5(3): 1-11
24. REYES ORELLANA, N. 1978. Traslocación de nutrimentos de hojas de café por efecto de diferentes dosis del ácido-2-cloroetil fosfónico. Agrociencia. (Salv.) 2(1): 67
25. SALYSBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1992. Fisiología vegetal. Trad por Virgilio Gonzales Velásquez. México, Ed. Iberoamericana. 680 p.
26. SAM, O.; IGLESIAS, R. 1988. Estudio de los primeros estadios de la inflorescencia en caña de azúcar. Revista Sugar y Azúcar. (Col.) no. 3: 2-7
27. SIMMONS, CH. ; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
28. VIVEROS VALENS, C. A. 1991. Efecto de la edad de la planta y de diferentes tratamientos fotoinductivos en la floración de la caña de azúcar (Saccharum sp). Colombia, Universidad de Colombia. 63 p.

Vo. Es.  
*Retuella*



## 12. APENDICE

Cuadro 2A. Datos de porcentaje de floración en la aplicación de seis épocas y tres dosis de ethrel con un testigo (sin aplicar). El Baúl, Escuintla, 1998

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOCA 1	A	75.2	73.7	86.8	78.6
	B	74.5	70.5	78.85	74.6
	C	83.0	76.2	82.90	80.7
	T	85.4	86.4	83.90	85.2
EPOCA 2	A	90.3	80.7	77.0	82.7
	B	79.8	91.2	85.20	85.5
	C	79.4	85.7	73.20	79.4
	T	87.4	86.0	94.0	89.1
EPOCA 3	A	68.8	71.90	85.20	75.3
	B	80.6	68.50	83.80	77.6
	C	83.20	72.30	83.20	79.6
	T	76.10	74.90	86.50	79.2
EPOCA 4	A	88.20	87.20	82.0	85.8
	B	90.70	79.80	76.60	82.37
	C	81.90	83.40	77.20	80.8
	T	77.70	82.0	76.80	78.8
EPOCA 5	A	80.30	84.0	86.20	83.5
	B	79.10	80.60	87.30	82.3
	C	68.60	88.90	83.20	80.2
	T	73.0	82.0	79.40	78.1
EPOCA 6	A	73.10	81.10	79.30	77.8
	B	81.80	72.50	79.10	77.8
	C	77.30	80.80	82.30	80.1
	T	86.30	89.10	83.20	86.2

## Referencias:

- Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98  
 Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98  
 Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98  
 Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98  
 Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98  
 Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

- A = 1.5 lt/ha de ethrel  
 B = 1.75 lt/ha de ethrel  
 C = 2.0 lt/ha de ethrel  
 T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 3A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable de respuesta porcentaje de flor, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
Epocas de aplicación	5	266.84	53.37	0.80	3.33
Repetición	2	65.10	32.55	0.486	--
Error A	10	669.81	66.98	--	--
Dosis ethrel	3	88.65	29.55	1.42	2.92
Epocas de aplicación por dosis ethrel	15	543.34	36.22	1.74	2.01
Error B	36	750.75	20.85	---	---
Total	71	2384.48	---	---	---
C.V.	5.64 %				

**Cuadro 4A. Datos de rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar)**

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOPCA 1	A	92.13	93.7	105.53	97.12
	B	89.36	97.46	86.05	90.96
	C	100.19	91.24	86.05	92.49
	T	92.17	89.38	100.03	93.86
EPOCA 2	A	96.39	100.08	100.22	98.9
	B	93.0	100.32	95.20	96.17
	C	100.02	99.89	105.13	102.34
	T	89.48	107.01	104.94	100.48
EPOCA 3	A	95.62	98.41	107.05	100.51
	B	97.2	92.46	107.68	99.05
	C	80.67	93.15	105.08	92.97
	T	75.83	102.23	104.04	94.03
EPOCA 4	A	100.13	103.57	102.91	102.2
	B	96.39	101.69	102.94	100.34
	C	98.21	102.07	100.16	100.15
	T	99.08	93.98	104.43	99.16
EPOCA 5	A	81.28	102.93	107.17	97.13
	B	106.04	106.40	100.68	104.37
	C	86.58	107.86	108.06	100.83
	T	91.65	111.01	101.56	101.44
EPOCA 6	A	89.18	98.95	99.40	95.84
	B	91.80	102.47	97.99	97.42
	C	103.42	101.42	98.40	101.08
	T	95.34	100.84	104.90	100.36

**Referencias:**

Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98

Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98

Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98

Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98

Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98

Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

A = 1.5 lt/ha de ethrel

B = 1.75 lt/ha de ethrel

C = 2.0 lt/ha de ethrel

T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 5A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable kilogramo de azúcar por tonelada de caña, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
Epocas de aplicación	5	913.85	182.77	3.00	3.33
Repetición	2	982.26	491.13	8.07	--
Error A	10	608.26	60.83	--	--
Dosis de ethrel	3	37.39	12.46	0.23	2.92
Epocas de aplicación por dosis ethrel	15	590.24	39.35	0.73	2.01
Error B	36	1944	54.0	---	---
Total	71	11347.37	---	---	---
C.V.	7.52 %				

Cuadro 6A. Datos de producción en toneladas de caña por hectárea, para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar)

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOPCA 1	A	151.79	127.28	140.62	139.9
	B	148.51	112.40	134.68	131.86
	C	139.53	102.28	152.76	131.52
	T	95.91	115.57	101.44	104.31
EPOCA 2	A	114.66	153.13	162.34	143.28
	B	112.36	78.62	134.32	108.43
	C	104.71	126.06	153.97	128.25
	T	115.51	136.98	126.55	126.35
EPOCA 3	A	108.54	122.30	92.70	107.85
	B	122.55	104.47	122.67	116.56
	C	135.04	138.84	117.33	130.75
	T	108.11	147.54	88.09	114.58
EPOCA 4	A	122.55	114.05	170.23	135.61
	B	127.76	96.71	110.29	111.59
	C	126.55	115.14	120.60	120.76
	T	121.21	117.09	146.94	128.45
EPOCA 5	A	106.77	119.03	115.39	113.73
	B	114.54	128.61	119.15	120.77
	C	113.69	102.04	124.49	113.41
	T	118.78	154.09	117.33	130.07
EPOCA 6	A	137.11	102.77	145.48	128.45
	B	119.64	126.67	132.98	126.43
	C	113.45	96.34	130.68	113.49
	T	104.10	98.53	112.36	105.0

**Referencias:**

Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98

Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98

Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98

Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98

Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98

Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

A = 1.5 lt/ha de ethrel

B = 1.75 lt/ha de ethrel

C = 2.0 lt/ha de ethrel

T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 7A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable toneladas de caña por hectárea ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
Épocas de aplicación	5	1053.87	210.77	0.37	3.33
Repetición	2	1344.96	672.48	1.18	--
Error A	10	5699.85	569.98	--	--
Dosis de ethrel	3	1139.87	379.96	1.59	2.92
Épocas de aplicación por dosis de ethrel	15	6377.42	425.16	1.78	2.01
Error B	36	8609.43	239.15	---	---
Total	71	24225.39	---	---	---
C.V.	12.67 %				



Cuadro 8A. Datos de lecturas de crecimiento vegetativo de tallo, expresado en cm. para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar)

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOPCA 1	A	343.8	350.0	320.4	338.1
	B	333.0	328.4	331.8	331.1
	C	339.4	327.8	343.4	336.9
	T	330.8	326.2	306.80	321.3
EPOCA 2	A	319.4	325.60	362.0	335.7
	B	328.4	342.80	358.0	343.1
	C	316.6	356.60	303.8	325.7
	T	323.6	350.80	351.8	342.1
EPOCA 3	A	327.6	309.20	300.6	312.5
	B	317.20	304.40	343.2	321.6
	C	351.8	338.60	332.8	341.1
	T	322.4	326.40	334.0	327.6
EPOCA 4	A	337.4	331.0	311.6	326.7
	B	348.0	338.0	313.0	333.0
	C	331.6	337.60	338.8	336.0
	T	337.20	334.60	361.20	341.0
EPOCA 5	A	318.40	333.40	341.20	331.0
	B	322.4	327.80	335.0	328.4
	C	317.4	338.80	319.0	325.1
	T	334.4	318.80	307.40	320.2
EPOCA 6	A	353.4	337.60	342.40	344.5
	B	357.8	337.60	318.20	337.9
	C	338.20	322.60	311.0	323.9
	T	328.0	325.40	336.60	330.0

**Referencias:**

- Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98  
 Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98  
 Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98  
 Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98  
 Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98  
 Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

A = 1.5 lt/ha de ethrel  
 B = 1.75 lt/ha de ethrel  
 C = 2.0 lt/ha de ethrel  
 T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 9A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable crecimiento de tallo, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
épocas de aplicación	5	2836.23	567.25	4.51	3.33
Repetición	2	131.26	65.63	0.52	--
Error A	10	1256.39	125.64	--	--
Dosis de ethrel	3	63.35	21.12	0.22	2.92
Épocas de aplicación por dosis de ethrel	15	1041.79	69.45	0.72	2.01
Error B	36	3494.93	97.08	---	---
Total	71	8823.95	---	---	---
C.V.	3.33 %				

Cuadro 10A. Prueba de medias de tukey para la variable crecimiento de tallos

Grupo Tukey	Media	N	PG
A	305.275	12	25-Ago
A			
A	302.633	12	11-Ago
A			
B A	295.450	12	18-Ago
B			
B	291.475	12	04-Ago
B			
B	290.217	12	21-Jul
B			
B	288.725	12	28-Jul

Cuadro 11A. Datos de lecturas de porcentaje de corcho para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar)

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOCA 1	A	23.57	19.61	41.38	21.52
	B	26.26	20.63	13.51	20.13
	C	25.80	15.68	15.90	19.13
	T	31.47	21.43	24.47	25.79
EPOCA 2	A	19.48	16.79	13.10	16.46
	B	19.53	20.79	14.0	18.11
	C	21.29	14.54	7.59	14.47
	T	25.0	22.67	22.97	23.55
EPOCA 3	A	14.90	21.17	16.53	17.53
	B	23.08	23.66	17.46	21.4
	C	16.88	8.45	21.63	15.65
	T	27.15	15.64	17.42	20.07
EPOCA 4	A	21.69	16.56	9.35	15.87
	B	22.15	17.57	17.61	19.11
	C	16.89	19.59	12.81	16.43
	T	21.53	25.01	20.92	22.49
EPOCA 5	A	16.43	19.86	18.86	18.38
	B	19.73	13.51	18.57	17.27
	C	9.93	14.76	16.09	13.93
	T	29.86	21.08	24.76	25.2
EPOCA 6	A	17.22	17.01	13.93	16.05
	B	12.82	16.99	12.76	14.16
	C	10.69	10.88	13.25	11.61
	T	25.51	24.17	20.13	23.27

**Referencias:**

- Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98  
 Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98  
 Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98  
 Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98  
 Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98  
 Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

- A = 1.5 lt/ha de ethrel  
 B = 1.75 lt/ha de ethrel  
 C = 2.0 lt/ha de ethrel  
 T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 12A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable porcentaje de corcho, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
Épocas de aplicación	5	179.16	35.83	2.06	3.33
Repetición	2	190.49	95.25	5.47	--
Error A	10	174.16	17.42	--	--
Dosis de ethrel	3	648.03	216.00	17.33	2.92
Épocas de aplicación por dosis de ethrel	15	150.42	10.03	0.80	2.01
Error B	36	448.59	12.46	---	---
Total	71	1790.86	---	---	---
C.V.	18.96 %				

Cuadro 13A. Prueba de medias de tukey para la variable porcentaje de corcho

Grupo Tukey	Media	N	PP
A	23.394	18	4
B	18.363	18	2
B			
C B	17.578	18	1
C			
C	15.147	18	3

Cuadro 14A. Datos de lectura del número de brotes laterales (lals) por tallo para cada época de aplicación de ethrel con tres dosis y un testigo (sin aplicar)

Parcela Grande	Parcela Pequeña	Repeticiones			Promedio
		I	II	III	
EPOPCA 1	A	2.49	2.19	1.77	2.15
	B	1.93	2.42	2.29	2.21
	C	2.25	2.43	3.22	2.62
	T	0.0	0.0	0.0	0.0
EPOCA 2	A	1.16	1.98	2.58	1.91
	B	2.11	1.60	2.22	1.98
	C	2.04	1.93	2.60	2.19
	T	0.0	0.0	0.0	0.0
EPOCA 3	A	0.66	1.43	0.0	0.7
	B	2.0	2.62	2.37	2.33
	C	3.2	2.11	2.14	2.48
	T	0.0	0.0	0.0	0.0
EPOCA 4	A	1.75	2.0	2.59	2.11
	B	1.0	1.78	2.67	1.82
	C	2.09	1.25	2.0	2.05
	T	0.0	0.0	0.0	0.0
EPOCA 5	A	1.22	0.0	1.25	0.82
	B	2.08	1.95	1.25	1.76
	C	2.96	0.72	1.0	1.56
	T	0.0	0.0	0.0	0.0
EPOCA 6	A	0.0	0.0	3.0	1.0
	B	2.0	1.0	0.0	1.0
	C	1.0	1.0	0.0	0.67
	T	0.0	0.0	0.0	0.0

**Referencias:**

- Epoca 1 = aplicación de ethrel 21 de julio/98  
 Epoca 2 = aplicación de ethrel 28 de julio/98  
 Epoca 3 = aplicación de ethrel 04 de agosto/98  
 Epoca 4 = aplicación de ethrel 11 de agosto/98  
 Epoca 5 = aplicación de ethrel 18 de agosto/98  
 Epoca 6 = aplicación de ethrel 25 de agosto/98

- A = 1.5 lt/ha de ethrel  
 B = 1.75 lt/ha de ethrel  
 C = 2.0 lt/ha de ethrel  
 T = testigo (sin aplicar)

Cuadro 15A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable número de brotes laterales por tallo, ensayo aplicación de ethrel para inhibición de flor en caña de azúcar.

FUENTE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F DE TABLAS (5%)
Épocas de aplicación	5	88.13	17.63	4.91	3.33
Repetición	2	0.76	0.38	0.10	--
Error A	10	35.89	3.59	--	--
Dosis de ethrel	3	161.66	53.89	18.53	2.92
Épocas de aplicación por dosis de ethrel	15	67.46	4.50	1.55	2.01
Error B	36	104.71	2.91	---	---
Total	71	458.62	---	---	---
C.V.	77.67 %				

Cuadro 16A. Prueba de medias de tukey para la variable número de brotes laterales por tallo

Grupo Tukey	Media	N	PG
A	4.0775	12	25-Ago
A			
B A	3.1233	12	11-Ago
B A			
B A	2.3392	12	18-Ago
B A			
B A	1.2967	12	04-Ago
B			
B	1.2142	12	21-Jul
B			
B	1.1233	12	28-Jul

Caudro 17A. Prueba de medias de tukey para la variable número de brotes laterales por tallo (parcela pequeña)

Grupo Tukey	Media	N	PP
A	4.1544	18	3
A			
B A	2.6983	18	2
B			
B	1.9300	18	1
C	0.0	18	4

Cuadro 18A. Datos de lectura de crecimiento vegetativo de tallos, expresado en centímetros en el ensayo de inhibición de flor en caña de azúcar con ethrel.

Descripción	Tratamiento	Repetición	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
Epoca 1, 1.25 l/ha	1	1	241.2	280.1	301.2	335.3
Epoca 1, 1.25 l/ha	1	2	240.4	283.2	298.4	340.6
Epoca 1, 1.25 l/ha	1	3	255	288	324.7	350
Epoca 1, 1.75 l/ha	2	1	239.7	290.2	308.6	328.5
Epoca 1, 1.75 l/ha	2	2	242.8	291.3	320.2	340.2
Epoca 1, 1.75 l/ha	2	3	260.3	295.3	330.1	360.2
Epoca 1, 2.0 l/ha	3	1	243.2	279.3	305.3	348.3
Epoca 1, 2.0 l/ha	3	2	239.2	290	315.2	354
Epoca 1, 2.0 l/ha	3	3	243.1	283.5	312.3	345.2
Epoca 1, testigo	4	1	248.2	271.5	310.3	335.7
Epoca 1, testigo	4	2	250.2	280.1	310.5	343.3
Epoca 1, testigo	4	3	235.7	266.2	291.47	332.8
Epoca 2, 1.25 l/ha	5	1	212.9	238.9	274.4	317.6
Epoca 2, 1.25 l/ha	5	2	224.3	284.5	321.1	348.1
Epoca 2, 1.25 l/ha	5	3	269.9	291.1	322.6	349
Epoca 2, 1.75 l/ha	6	1	239.1	263.9	293.6	328.75
Epoca 2, 1.75 l/ha	6	2	220.6	249.6	266.8	333.05
Epoca 2, 1.75 l/ha	6	3	261.7	288.3	327.5	347
Epoca 2, 2.0 l/ha	7	1	230.2	259.1	298.1	332.5
Epoca 2, 2.0 l/ha	7	2	231.4	277.3	313.8	346.4
Epoca 2, 2.0 l/ha	7	3	241.9	266.9	295.6	326.5
Epoca 2, testigo	8	1	237.8	271.7	304.1	334
Epoca 2, testigo	8	2	237.8	273.7	309	342.27
Epoca 2, testigo	8	3	239.3	269.4	305.9	349.4
Epoca 3, 1.25 l/ha	9	1	224.2	263.6	304	328.6
Epoca 3, 1.25 l/ha	9	2	251.5	277.7	297.8	319.9
Epoca 3, 1.25 l/ha	9	3	248.3	275.3	300.1	230.5
Epoca 3, 1.75 l/ha	10	1	250.5	285.5	322.5	344.2
Epoca 3, 1.75 l/ha	10	2	265.8	281.1	302.4	313.1
Epoca 3, 1.75 l/ha	10	3	230.2	278	298.2	320.4
Epoca 3, 2.0 l/ha	11	1	239.3	264.3	292.9	328.6
Epoca 3, 2.0 l/ha	11	2	250.7	288.6	322	331.7
Epoca 3, 2.0 l/ha	11	3	241.3	283	301.2	339.2
Epoca 3, testigo	12	1	234.1	270.1	300.1	329.6
Epoca 3, testigo	12	2	243.8	282.4	304.6	317.9
Epoca 3, testigo	12	3	239.2	277.3	294.6	337.6



## Continuacion cuadro 18A

Epoca 4, 1.25 lt/ha	13	1	221.5	279.6	339.8	351.8
Epoca 4, 1.25 lt/ha	13	2	240.1	279.2	337.3	340.7
Epoca 4, 1.25 lt/ha	13	3	259.1	290.5	325.7	337.7
Epoca 4, 1.75 lt/ha	14	1	240.6	295.6	349.4	361.4
Epoca 4, 1.75 lt/ha	14	2	259.1	295.2	346	349.6
Epoca 4, 1.75 lt/ha	14	3	223.4	272.2	312.4	327.4
Epoca 4, 2.0 lt/ha	15	1	246.4	293.7	336.3	344.3
Epoca 4, 2.0 lt/ha	15	2	232.4	283.3	337.2	352.1
Epoca 4, 2.0 lt/ha	15	3	245.6	295.4	352.1	365.1
Epoca 4, testigo	16	1	233.6	286.6	343.1	349.1
Epoca 4, testigo	16	2	220.8	286.7	326.1	338.9
Epoca 4, testigo	16	3	268.4	309.2	359.8	365.8
Epoca 5, 1.25 lt/ha	17	1	242	285.3	312.5	321.5
Epoca 5, 1.25 lt/ha	17	2	229.9	286.9	327.1	339.1
Epoca 5, 1.25 lt/ha	17	3	233.1	290.4	340.2	354.2
Epoca 5, 1.75 lt/ha	18	1	243.5	284.4	320.9	326.9
Epoca 5, 1.75 lt/ha	18	2	234.4	283.5	321.7	331.7
Epoca 5, 1.75 lt/ha	18	3	240.2	295	347.8	340.8
Epoca 5, 2.0 lt/ha	19	1	248.5	296.4	327.2	338.2
Epoca 5, 2.0 lt/ha	19	2	245.6	279.6	317.1	328.1
Epoca 5, 2.0 lt/ha	19	3	235.2	287.4	334.7	352.5
Epoca 5, testigo	20	1	247.7	306.5	336.9	344.9
Epoca 5, testigo	20	2	247.7	295.9	312.3	318.3
Epoca 5, testigo	20	3	234.1	288.5	318.5	331.8
Epoca 6, 1.25 lt/ha	21	1	294.3	309.8	342.6	
Epoca 6, 1.25 lt/ha	21	2	283.7	296.7	336.3	
Epoca 6, 1.25 lt/ha	21	3	280.8	296	338.5	
Epoca 6, 1.75 lt/ha	22	1	295.7	311.4	340.8	
Epoca 6, 1.75 lt/ha	22	2	277.4	301.3	344	
Epoca 6, 1.75 lt/ha	22	3	277	291.6	341.2	
Epoca 6, 2.0 lt/ha	23	1	284.9	302.7	345.5	
Epoca 6, 2.0 lt/ha	23	2	272.1	281.4	338.4	
Epoca 6, 2.0 lt/ha	23	3	266.5	284.2	335.7	
Epoca 6, testigo	24	1	271.7	292	335.1	
Epoca 6, testigo	24	2	281.7	2935	338	
Epoca 6, testigo	24	3	275	289.7	342.3	

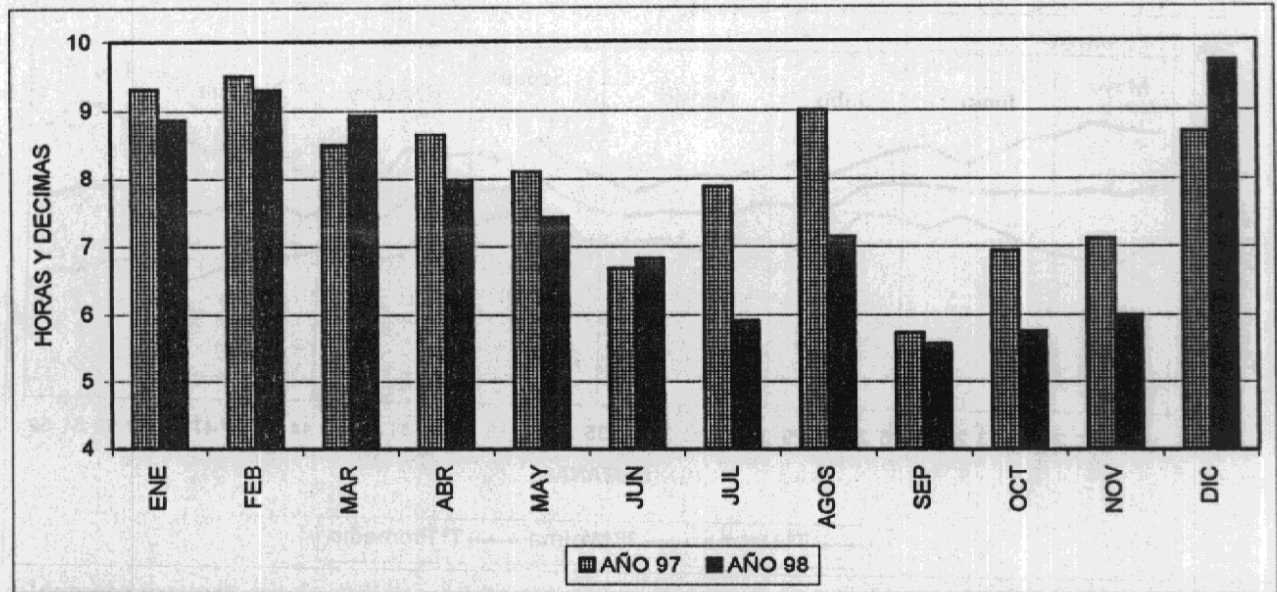


Figura 15A. Comportamiento del brillo Solar para dos años, Ingenio El Baúl

Fuente: Estación meteorológica Mangalitos

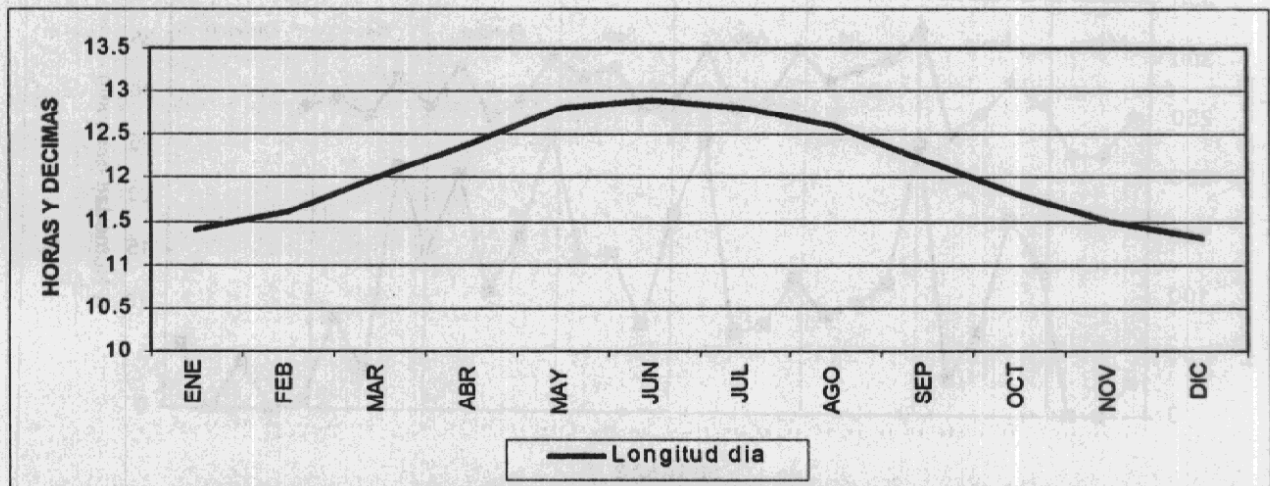


Figura 16A. Comportamiento de la longitud del día año 1998, de acuerdo la estrato altitudinal ( $14^{\circ}$  latitud) del ingenio el Baúl.

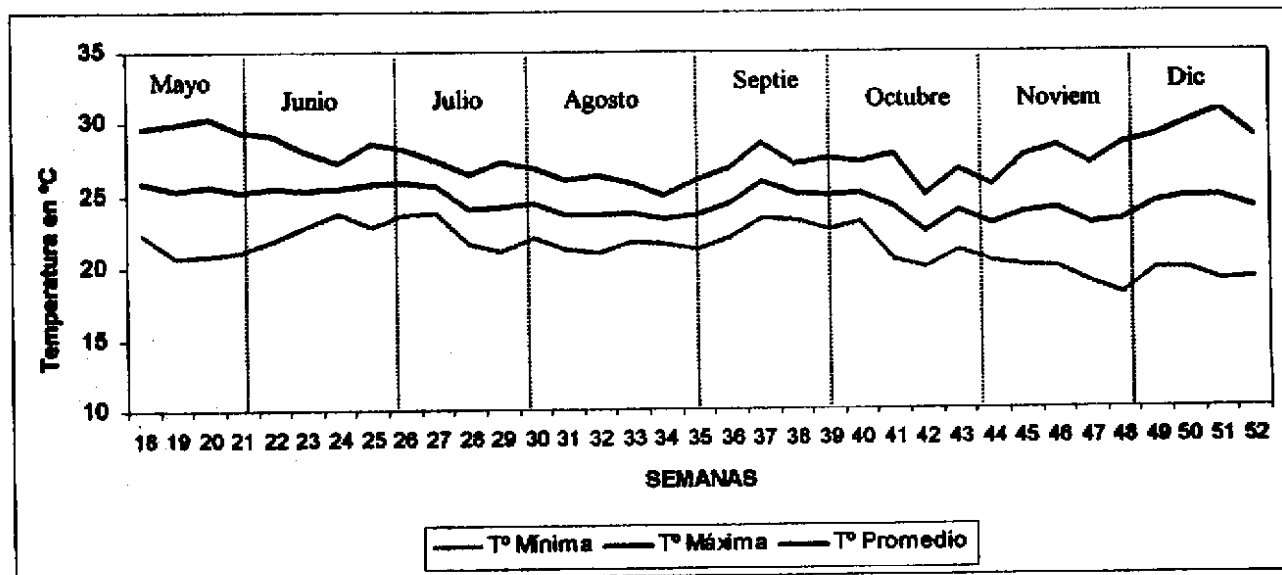


Figura 17A. Comportamiento de las temperaturas máxima, mínimas, y promedio; registro semanal para el año 1998. Ingenio el Baúl

Fuente: Estación meteorológica Finca El Baúl

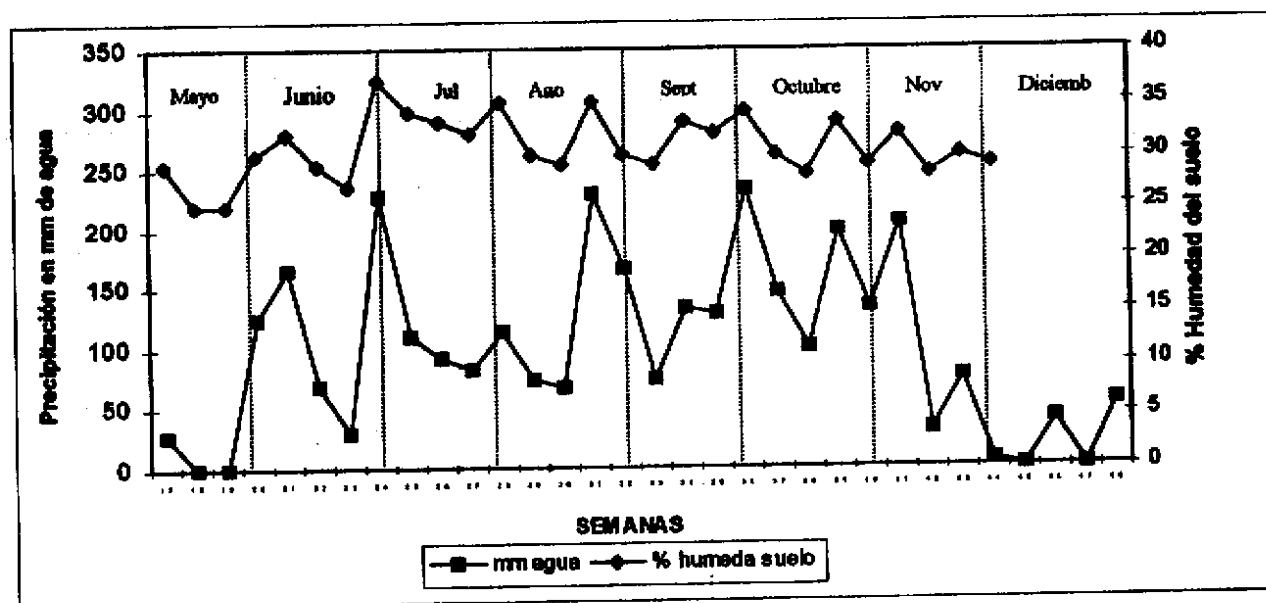


Figura 18A. Comportamiento semanal de la precipitación pluvial VRS. El porcentaje de humedad del suelo para los meses de mayo a diciembre de 1998. Ingenio el Baúl

Fuente: Estación meteorológica Finca el Baúl

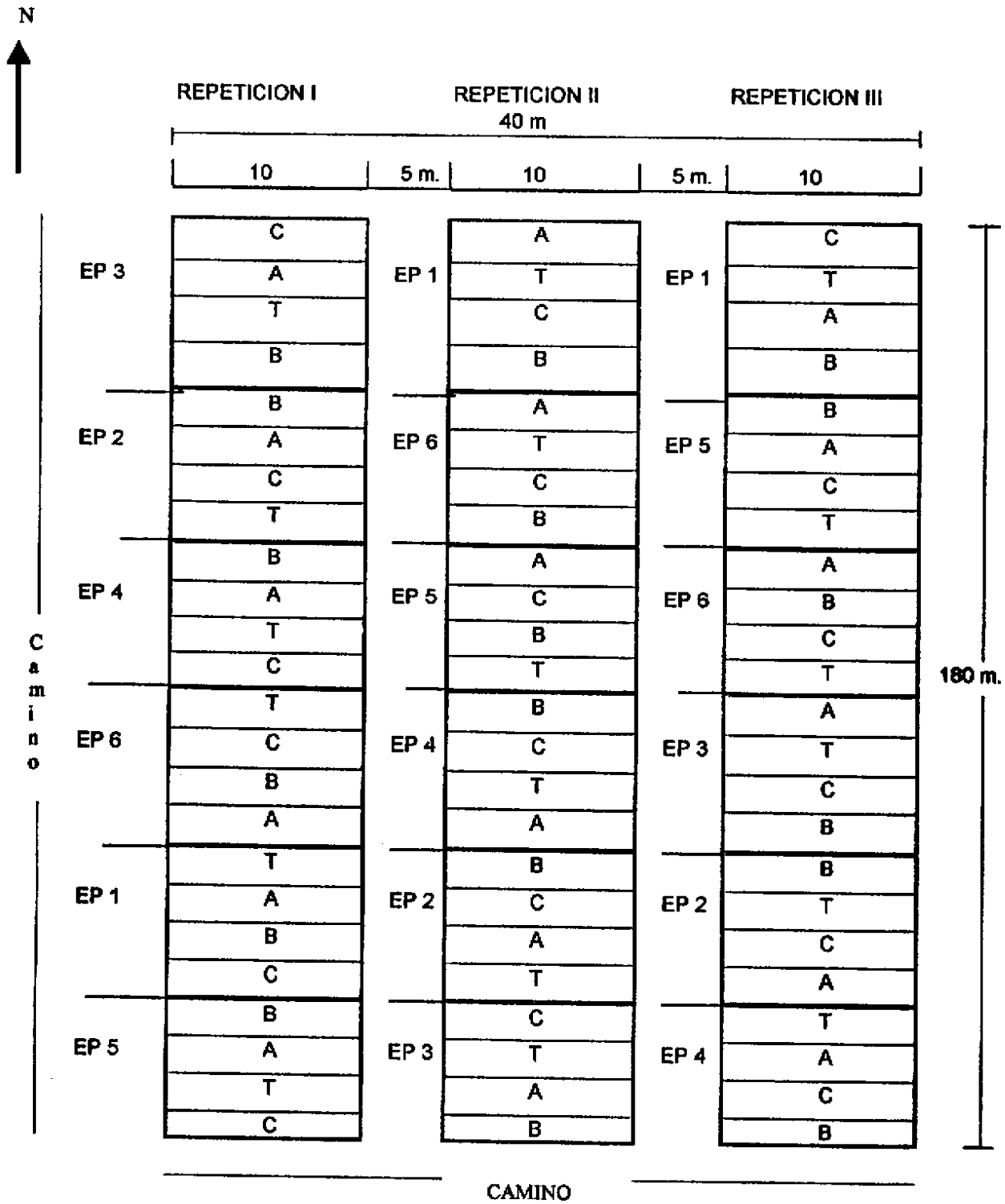


FIGURA 19A. Croquis de campo, distribución de los tratamientos para el ensayo de aplicación de etrel para inhibición de flor en caña de azúcar, finca San Vicente, Ingenio el Baúl



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS


LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES DOSIS Y SEIS EPOCAS DE APLICACION DE ETHREL, UTILIZADO COMO INHIBIDOR EN LA FLORACION DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.) EN EL ESTRATO ALTO DEL INGENIO EL BAUL S.A."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARVIN ARIEL XIA UMUL

CARNÉ No: 9310247

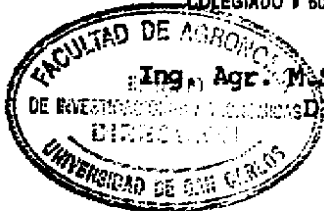
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo  
Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
Ing. Agr. Edgar Amilcar Martínez Tambito  
Ing. Agr. Guillermo Alfonso Soria Cabrera

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
Ing. Agr. M.Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes  
A S E S O R

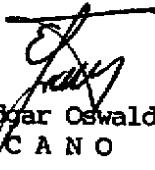
ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA  
ING. AGRONOMO  
COLEGIADO # 602



  
Ing. Agr. M.Sc. Alvaro G. Hernández Dávila  
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E



  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
D E C A N O

cc:Control Académico  
Archivo  
AH/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.  
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: [llusac.edu.gt](mailto:llusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>