

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

EFFECTO DEL CLORURO DE MEPIQUAT EN LA MADURACIÓN DE
CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD MEX-79431; PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ
TESIS DE GRADO

JOSÉ GILBERTO MONTES CRISPIN
CARNET 29678-05

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

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

EFECTO DEL CLORURO DE MEPIQUAT EN LA MADURACIÓN DE
CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD MEX-79431; PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ
TESIS DE GRADO

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

POR
JOSÉ GILBERTO MONTES CRISPIN

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

ESCUINTLA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

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

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

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

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JULIO FRANCISCO BARNCOND AZURDIA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JORGE LUIS SANDOVAL SANDOVAL
MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÍREZ
ING. RÓMULO LEC JACINTO

Guatemala, 11 de Septiembre de 2015.

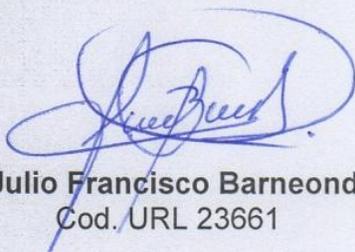
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Universidad Rafael Landívar
Campus Central

Honorables Miembros:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante **Jose Gilberto Montes Crispín**, carné No. **29678-05**, titulado: **"EFECTO DEL CLORURO DE MEPIQUAT EN LA MADURACIÓN DE CAÑA DE AZUCAR VARIEDAD MEX-7943; PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ"**.

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

Atentamente:



Ing. Agr. Julio Francisco Barneond Azurdia
Cod. URL 23661



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06341-2015**

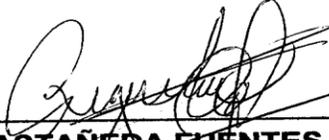
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ GILBERTO MONTES CRISPIN, Carnet 29678-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 0677-2015 de fecha 1 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFFECTO DEL CLORURO DE MEPIQUAT EN LA MADURACIÓN DE
CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD MEX-79431; PATULUL, SUCHITEPÉQUEZ**

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 10 días del mes de septiembre del año 2015.



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



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la vida, sabiduría y entendimiento para poder superarme, también a las personas e instituciones que confiaron en mí durante el desarrollo de esta investigación, especialmente a:

- A la universidad Rafael Landívar, facultad de ciencias agrícolas y Ambientales por formar parte de mi formación.
- Ingenio magdalena por permitirme realizar esta investigación en tan prestigiada empresa.
- Al ingeniero Agrónomo Jose Luis Tuchan Mendizabal por su apoyo en esta investigación.
- A Gregorio Fernando Ramos García por el apoyo durante todo el proceso de esta investigación.
- Al ingeniero agrónomo, Julio Francisco Barneond Azurdia por sus asesoría, revisión y corrección de esta investigación.
- Al ingeniero agrónomo, Juan Jose Asencio por apoyarme e incentivar me a seguir siempre adelante.
- Al claustro de catedráticos de la facultad de ciencias agrícolas y ambientales por su profesionalismo y entrega en cada una de las cátedras que imparten.
- Al personal de campo y oficina de administración barranquilla que me permitieron aprender cada día de ellos. Bendiciones en sus vidas.
- A mis compañeros de estudio, Juan Andrés, Bryan Stuard, Erick Morales, Carla Cabrera, Karen Sanabria, William Nelson, Hector Ardon. Por su amistad. Espero se mantenga a través del tiempo.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por permitirme llegar a este momento, tan especial en la vida y brindarme tus bendiciones durante toda mi vida.

Padres: Mirón Montes y Guadalupe Crispín les agradezco de todo corazón el apoyo que siempre me han brindado y por sus sabias enseñanzas, los amo.

Mi esposa: Genara Macario, gracias mi vida por tu incondicional apoyo y ese amor que siempre me demuestras día con día te amo.

Mi hijo: Gilberto Nicolás, te amo hijo lindo eres mi más grande bendición, espero este triunfo sirva de ejemplo en tu vida.

Hermanos: Elder, Mairo, Ángel y muy especialmente MAX por tu apoyo y motivación, fundamental en cada etapa de mi formación. Que este triunfo sea un ejemplo para ustedes, los amo.

Abuelos: Maximino Montes y Rosa María Molina (Q.E.P.D) por criarme en un hogar de principios y valores.

Amigos (as): por el valor de su amistad sincera y desinteresada.

INDICE GENERAL

	Pagina
RESUMEN.....	i
SUMMARE.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	2
2.1 Maduración fisiológica de la caña de azúcar.....	2
2.1.1 Manifestaciones externas de la maduración.....	4
2.1.2 Manifestaciones internas de la maduración.....	4
2.1.3 Maduración artificial de la caña de azúcar.....	8
2.2. Fenología del cultivo de la caña de azúcar.....	11
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3.1. Definición del problema y justificación de la investigación.....	14
IV. OBJETIVOS.....	15
4.1. GENERAL.....	15
4.2. ESPECIFICOS.....	15
V. HIPÓTESIS.....	16
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	17
6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	17
6.2.1 Trinexapac-etil (Moddus 25 EC).....	17
6.2.2 Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x).....	17
6.2.3 Glifosato (Roundup SL).....	18
6.3 FACTORES A ESTUDIAR.....	18
6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	18

6.5	ANALISIS ESTADISTICO.....	19
6.6	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
6.7	DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	20
6.8	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	20
6.8.1	Selección de terreno.....	20
6.8.2	Trazo del terreno.....	20
6.8.3	Toma de datos antes de la aplicación.....	20
6.8.4	Aplicación de los tratamientos.....	20
6.8.5	Muestreos pre-cosecha.....	21
6.8.6	Muestreo post-cosecha.....	21
6.9	VARIABLES DE RESPUESTA.....	22
6.9.1	Rendimiento de caña (TMCH).....	22
6.9.2	Rendimiento de azúcar (kg/tonelada de caña).....	22
6.9.3	Rebrotos (%).....	22
6.9.4	Altura de tallo (cm).....	22
6.9.5	Diámetro de tallo (cm).....	22
6.9.6	Resiembra (%).....	22
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
7.1	Resultados.....	24
7.2.	Rendimiento de caña (TMCH).....	25
7.3.	Rendimiento de azúcar (kg/t de caña).....	28
7.4.	Rebrotos (%).....	32
7.5.	Altura y diámetro (cm).....	32
7.5.1	Altura.....	32
7.5.2	Diámetro.....	34

7.6 Porcentaje de resiembra.....	35
VIII. CONCLUSIONES.....	36
IX. RECOMENDACIONES.....	37
X. BIBLIOGRAFÍA.....	38
XI. ANEXOS.....	39

INDICE DE CUADROS

	Página
1	Descripción de los tratamientos de madurantes en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.....18
2	Análisis de la Varianza de interrelación tratamientos*Repeticiones.....22
3	Valores correspondientes a las unidades experimentales.....23
4	Diferencia entre tratamientos en TMCH respecto al testigo comercial (Glifosato 1.1 l/ha.).....25
5	Estadísticos de los 6 tratamientos, para la variable TMCH.....26
6	Resultados de la variable rendimiento de azúcar (Kg/tonelada de caña) en los muestreo pre-cosecha.....28
7	Estadísticos de los 6 tratamientos, para la variable Kg/azúcar.....29
8	Prueba t para medias de dos muestras emparejadas Incremento azúcar entre la semana 0 y 8.....30
9	Diferencia en rendimiento Kg/azúcar entre la semana 0 y la semana 8 en el muestreo pre-cosecha.....30
10	Resultados de la variable rebrote (%).....31
11	Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en la altura (cm).....32
12	Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en el diámetro (cm).....33
13	Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en la resiembra (%).....34

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución de los tratamientos en campo.....	19
2	Rendimiento de caña (TMCH).....	24
3	Rendimiento de azúcar (Kg/tonelada de caña).....	27
4	Rendimiento de azúcar (kg/tonelada de caña) en bascula.....	28
5	Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en la altura (cm)	32
6	Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en el diámetro (cm).....	33

INDICE DE ANEXOS

1	Valores correspondientes a las unidades experimentales, variable de respuesta: kg azúcar/tc en muestreo pre-cosecha.....	38
2	Valores correspondientes a las unidades experimentales, variable de respuesta: Rebrote o Despoblación.....	39
3	Valores correspondientes a los costos generales de la realización del estudio.....	40
4	Estratificación de las zonas cañeras de Guatemala.....	41

EFFECTO DEL *CLORURO DE MEPIQUAT* EN LA MADURACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD MEX-79431; PATULUL, SUCHITEPEQUEZ.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del Cloruro de mepiquat en la maduración de caña de azúcar de la variedad MEX-79431, en Patulul, Suchitepéquez. Los tratamientos evaluados fueron seis, siendo: 3 productos: trinexapac-etil, Cloruro de Mepiquat (tres dosis), glifosato, y un testigo sin aplicar. Las variables evaluadas fueron, rendimiento de caña (TMCH), rendimiento de azúcar (kg/tonelada de caña), altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), rebrotes (%) y resiembra (%). Se utilizó la prueba de **T de Student**, en el supuesto de que las muestras están relacionadas. Se determinó que el tratamiento Cloruro de mepiquat 0.8 l/ha obtuvo el mayor rendimiento de caña (126.74 TMCH). Así mismo en el muestreo pre-cosecha se determinó que el tratamiento Cloruro de mepiquat 1.0 l/ha obtuvo el mejor rendimiento de azúcar (111.71 kg/tonelada de caña en Core Sampler). En la variable de altura y diámetro de planta el tratamiento trinexapac-etil 1.0l/ha fue el mejor, mostrando una media de 89.65 cm de altura y 2.86 cm. de diámetro a los 60 días después del corte. Para las variables de rebrote y resiembra el tratamiento más afectado fue Cloruro de mepiquat 0.8 l/ha. Se obtuvo un mayor resultado en el rendimiento (kg de azúcar/tonelada de caña) por efecto del tratamiento Cloruro de mepiquat 1.1 l/ha con 126.63 kg/tonelada de caña en el Core Sampler. Se recomienda utilizar el Cloruro de Mepiquat como madurante de caña para el segundo y tercer tercio de la zafra. Utilizándose una dosis de 10-15 cc por tonelada de caña estimada en la producción.

**EFFECT OF *MEPIQUAT CHLORIDE* ON THE MATURITY OF THE MEX-79431
SUGARCANE VARIETY, PATULUL, SUCHITEPEQUEZ**

SUMMARY

The research was carried out in order to determine the effect of Mepiquat chloride on the maturity of MEX-79431 sugarcane variety, in Patulul, Suchitepéquez. Six treatments were evaluated, which included 3 products: trinexapac-etil, Mepiquat chloride (three doses), glyphosate, and a check with no application. The evaluated variables were: sugarcane yield (TMCH), sugarcane profitability (kg/tons of sugarcane), plant height (cm), stem diameter (cm), ratooning (%), and replanting (%). A Student's t-test was used on the assumption that the samples are related. It was determined that the Mepiquat chloride 0.8 l/ha obtained the highest sugarcane yield (126.74 TMCH). Also, in the pre-harvest sampling it was determined that the Mepiquat chloride 1.0 l/ha obtained the best sugar yield (111.71 kg/tons of sugarcane in Core Sampler). In the plant height and diameter the trinexapac-etil 1.0l/ha treatment was the best, showing an average height of 89.65 cm and a diameter of 2.86 cm after 60 days of the harvest. For the ratooning and replanting variables, the most affected treatment was Mepiquat chloride 0.8 l/ha. A higher result in the yield was obtained (kg of sugar/ton of sugarcane) as an effect derived from Mepiquat chloride 1.1 l/ha with 126.63 kg/ton of sugarcane in the Core Sampler. It is recommended to use Mepiquat chloride as a sugarcane maturing agent for the second and third stage of the harvest. Using a dose of 10-15 cc per sugarcane ton estimated in the production.

I. INTRODUCCIÓN.

Dentro de las labores agrícolas en el cultivo de caña de azúcar ***Saccharum officinarum***, la aplicación de madurantes es fundamental para lograr la mayor concentración de sacarosa, inducida a través de aplicaciones de productos químicos, principalmente herbicidas con dosis bajas, para evitar fito-toxicidad a la planta, así como el daño a cultivos sensibles.

La agroindustria azucarera guatemalteca hace uso de madurantes desde los años 80, especialmente Glifosato. No obstante, en los últimos años se han observado efectos adversos al cultivo de caña y a cultivos susceptibles (hortícolas), debido a las altas dosis utilizadas (> 1.3 L/ha), Por esta razón, resulta de mucha importancia la búsqueda de alternativas que mejoren los rendimientos de acumulación de sacarosa a través de dosis más bajas, comparadas con las que actualmente se utilizan (Taiz y Zeiger, 2006).

Actualmente en la agroindustria azucarera guatemalteca, diversos productos son utilizados como madurantes, destacándose principalmente Glifosato, Fuazifop-p-butyl, Cletodim, (Trinexapac-Etil). Por lo que el objetivo de este trabajo de investigación, consiste en evaluar estos productos en concentraciones más bajas a las que ya se utilizan, con la finalidad de mejorar los rendimientos en la acumulación de sacarosa y evitar problemas colaterales.

Estos productos son de interés, ya que poseen diferentes mecanismos de acción como aquellos que contienen Nitrato de Potasio, Boro y otros, que son empleados con la misma finalidad y con un menor impacto sobre el cultivo (Lavanholi *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2003).

II. MARCO TEORICO

2.1 MADURACIÓN FISIOLÓGICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La maduración de la caña de azúcar se define como la culminación del proceso fisiológico que conlleva a la máxima acumulación de sacarosa en la planta. Se describe este proceso en dos etapas: la primera incluye el engrosamiento y cese de crecimiento de los entrenudos, acompañado por un incremento de la materia seca, y la segunda está relacionada con la acumulación de la sacarosa en los entrenudos totalmente desarrollados. Esta última etapa depende de factores nutricionales y ambientales. Varios investigadores sostienen que si el agua y el nitrógeno son abundantes, la planta no madura. Según investigaciones se ha encontrado que la absorción excesiva de potasio influye en el ciclo biológico de la planta, ocasionando el adelanto de la maduración y un aumento de sacarosa, en comparación con un cultivo que crece en condiciones normales (Dávila, Torres y Echeverri, 1995).

Buenaventura (1986), indica que el uso de productos químicos para mejorar la calidad de jugos de la caña, ha sido evaluado principalmente en aquellas zonas donde las condiciones climáticas de temperatura y precipitación no favorecen la maduración natural.

La sacarosa constituye alrededor de 50% del total de la materia seca del tallo maduro de la caña de azúcar, y su contenido en el tejido parenquimatoso de almacenamiento es aproximadamente el 20% de su peso fresco. Entre los compuestos que controlan la acumulación de sacarosa en los tejidos de almacenamiento se encuentran las invertasas. Estas son enzimas que dirigen la utilización de los azúcares durante el crecimiento y su acumulación en los tejidos de la planta. Existen dos tipos de invertasas solubles: la ácida, que tiene su máxima actividad entre pH 5.0 y 5.5; y la neutra, que es más activa a pH 7.0 (Dávila *et al.*1995).

Se sabe que el crecimiento es una consecuencia directa de la respiración, pues ésta libera energía que es aprovechada por la planta para activar su elongación. Esta energía liberada proviene del gasto de los hidratos de carbono acumulados; por lo tanto, se insiste en la relación crecimiento/respiración/temperatura y su efecto en el almacenamiento de azúcares (Dávila *et al.*, 1995).

El contenido de humedad en los tallos durante el período de maduración y cosecha es importante para asegurar una óptima concentración de los azúcares. Cuando decrece el contenido de humedad en la planta, la deshidratación conduce a la conversión de los azúcares reductores en sacarosa (Dávila *et al.*, 1995).

En resumen, la capacidad de la planta de caña para producir sacarosa (azúcar comercial) depende de la variedad, el manejo del cultivo, y de los factores climáticos como precipitación, luminosidad y oscilación de la temperatura. El conocimiento de estos factores y sus efectos en la acumulación de sacarosa y otros productos, permitirá un manejo eficiente del cultivo y una mayor producción a nivel de campo y fábrica (Dávila *et al.*, 1995).

Dávila *et al* (1995) indican que desde 1920, se viene investigando sobre el uso de madurantes en caña de azúcar. Los primeros ensayos con madurantes se realizaron en Hawái, Cuba, India y Australia, utilizando 2, 4-D, Ácido giberélico y TBA (2,3, 6-Triclorobenzoico), sin que se encontraran resultados significativos en el aumento del contenido de sacarosa.

Los madurantes, definidos como reguladores vegetales, son compuestos químicos capaces de alterar la morfología y la fisiología de la planta, pudiendo ocasionar modificaciones cualitativas y cuantitativas en la producción, las cuales posibilitan retardar o inhibir el desenvolvimiento vegetativo, incrementar la sacarosa, anticipar la maduración y aumentar la productividad de tallos y azúcar dentro de otros beneficios (Lavanholi *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2003).

Madurantes a base de Glifosato suelen presentar efectos secundarios sobre el rebrote de la caña de azúcar en algunas variedades de importancia, principalmente cuando las dosis son altas, hay derivas y/o efectos de inversión térmica o traslapes, siendo éste uno de los principales problemas (Lavanholi *et al.*, 2002; Almeida *et al.*, 2003).

2.1.1 Manifestaciones externas de la maduración

Cuando las condiciones son favorables para la maduración, las hojas en el cogollo, que normalmente son entre 12 y 15, se reducen a un número entre 6 y 10, si la variedad tiene buen deshoje natural. Como resultado de la disminución en el crecimiento y el acortamiento de los entrenudos, se forma una estructura similar a una palma y parece que todas las hojas salieran de un solo entrenudo. El color de las hojas se torna amarillo y la textura delgada y quebradiza. Los tallos desprenden la cerosina y cambian de color. Cuando la planta no se cosecha a tiempo, las yemas en la parte superior del tallo brotan y puede aparecer una médula corchosa, dando como resultado la muerte del tallo (Dávila *et al.*, 1995).

2.1.2 Manifestaciones internas de la maduración

Las manifestaciones internas de la maduración de la planta se refieren al contenido de humedad de algunos de sus tejidos, el brix del tallo y el contenido de sacarosa del mismo, hay varios factores que determinan estas manifestaciones internas tales como la humedad, la que se considera el factor más importante para determinar la maduración del tallo; por tal razón, los programas de maduración de un cultivo se basan en el control del suministro de agua para reducir el crecimiento y favorecer la concentración de azúcares (Dávila *et al.*, 1995).

La humedad interna en la planta de caña es el factor dominante para la síntesis y traslación de los azúcares. Cuando la planta se encuentra en desarrollo requiere un suministro adecuado de agua que le permita absorber los nutrientes del suelo, transportarlos al tallo y asimilarlos para realizar los procesos fisiológicos.

Al momento del corte es necesario reducir el contenido de humedad para aumentar la calidad del jugo (Dávila *et al.*, 1995).

Si el contenido de humedad en el suelo es bajo, la cantidad de agua presente en los entrenudos más jóvenes disminuye y como resultado el crecimiento se reduce en forma gradual y prácticamente es cuando se alcanza el punto de marchitamiento. Cuando el desarrollo de la planta se retarda, disminuye la demanda de azúcares y éstos se almacenan en los tallos. Sin embargo, cuando la humedad en el suelo se recupera por las lluvias o por el riego, se puede reiniciar el desarrollo vegetativo del cultivo, lo que disminuye la calidad de los jugos (Dávila *et al.*, 1995).

Arcila (1986), indica que en los trabajos de investigación, tanto en la época de crecimiento como en la de maduración, se han evaluado varias técnicas y productos químicos. Las técnicas ensayadas en la época de crecimiento incluyen principalmente la fertilización con macro y micro nutrientes y el uso de enmiendas en el suelo como la cal y la materia orgánica. Para inducir la maduración se han ensayado el control de la humedad, la deficiencia provocada por nitrógeno y la modificación del balance de nutrientes en la planta, también se han ensayado la reducción de la actividad fotosintética, la inhibición de respiración y el uso de defoliantes.

El factor humedad es, quizás, el que más influye en la maduración de la caña de azúcar. Otro factor que determina las manifestaciones internas de la maduración es, la temperatura la cual afecta la absorción de agua y nutrientes por la planta, limitando o acelerando su crecimiento y desarrollo. En las zonas subtropicales las bajas temperaturas en el invierno reducen, casi totalmente, el crecimiento de la caña debido a que afectan la formación de la clorofila y la absorción de nitrógeno y potasio, aun cuando los niveles de estos nutrientes sean adecuados en el suelo. En estas condiciones las hojas inferiores de la planta se secan en forma prematura y mueren, mientras que las hojas superiores toman un color verde-amarillento (Dávila *et al.*, 1995).

En condiciones tropicales la temperatura tiene su mayor efecto sobre la calidad del jugo en los períodos secos, cuando la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima oscila entre 11 y 12°C, lo cual estimula el almacenamiento de sacarosa. En las épocas lluviosas ésta oscilación es menor y los rendimientos decrecen; por tal razón, estos períodos se aprovechan para el mantenimiento de los equipos en los ingenios azucareros (Dávila *et al.*, 1995).

Otro factor que determina las manifestaciones internas de la maduración es la luminosidad. Al respecto, se debe indicar que la caña de azúcar es una planta que adora el sol. Crece bien en áreas que reciben energía solar de 18-36 MJ/m². Por ser una planta C4 la caña de azúcar es capaz de altas tasas fotosintéticas y este proceso tiene un alto valor de saturación de luz.

(<http://librosdelagro.blogspot.com/2010/11/el-cultivo-de-la-cana-de-azucar.html>).

Entre otros elementos que determinan las manifestaciones internas de la maduración son los nutrimentos, lo cuales afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y su maduración. El nitrógeno es esencial durante la etapa inicial de desarrollo para obtener altas producciones de caña; sin embargo, cuando se aplica en exceso tiene un efecto negativo en la calidad del jugo (Dávila *et al.*, 1995).

El fósforo es clave para la buena calidad de los jugos. Se estima que para obtener una buena clarificación en los procesos de obtención de azúcar y en la elaboración de panela, se requiere una concentración mínima en el jugo de 300mg/l de P₂O₅. Además de su importancia para la clarificación, como constituyente del ácido nucleico, el fósforo es esencial para el desarrollo de la planta. Los compuestos fosfatados intervienen en el proceso de respiración y en la utilización del nitrógeno; por lo tanto, tienen especial importancia en el proceso de maduración (Dávila *et al.*, 1995).

Anderson y Bowen (1994), mencionan que para obtener altos rendimientos y buena calidad de jugos, la planta de la caña de azúcar requiere de igual o mayor cantidad de potasio que de nitrógeno y fósforo. En la mayoría de los países productores de caña la relación recomendada de N: P: K es de 2:1:3, 2:1:2 ó 2:1:1. Sin embargo. Muchos agricultores todavía no aplican la cantidad adecuada de K en relación a la cantidad de nitrógeno que utilizan. Esto ocasiona que la eficiencia del fertilizante nitrogenado que se está aplicando se vea disminuida y además la producción de sacarosa sea menor por tonelada de caña producida.

Otra causa que determina las manifestaciones internas de la maduración es la floración, el cual es un proceso natural que ocurre cuando las plantas completan su ciclo vegetativo e inician el período reproductivo. Las variedades de caña de azúcar no florecen con la misma intensidad, ya que existen factores genéticos que regulan la floración y factores ambientales que la inducen; entre estos últimos, el fotoperiodo es el que más incide. Se ha demostrado que un fotoperiodo amplio induce la formación del primordio floral en las variedades que son sensibles a florecer en condiciones naturales (Dávila *et al.*, 1995).

Cuando la planta de caña de azúcar alcanza un estado de relativa madurez en su desarrollo, el ápice de crecimiento puede, bajo ciertas condiciones de fotoperiodo y humedad del suelo, pasar del estado vegetativo al reproductivo. Esto significa que el ápice de crecimiento deja de formar primordios foliares y comienza a formar la inflorescencia. La caña de azúcar es una planta que responde al día corto. Por lo tanto, en los trópicos puede fácilmente lograr condiciones fotoperiódicas. (http://www.sugarcane crops.com/s/growth_morphology/the_inflorescence/)

Cuando se manifiesta la floración en la planta esta 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, esta médula de corcho ocupa gran parte del tallo y contiene poco jugo; en consecuencia, cuando los tallos se procesan hay una mayor producción de fibra y bajo rendimiento de azúcar (Dávila *et al.*, 1995).

El efecto de la floración en el rendimiento de azúcar y en el peso de la caña, depende de la edad del cultivo y de la intensidad de aquella. En condiciones ambientales favorables, la producción es menor cuando la floración ocurre en plantas aún jóvenes; pero si la floración ocurre cuando la planta se encuentra en período de maduración, las pérdidas en el peso son mínimas y el rendimiento en azúcar puede inclusive aumentar, ya que al cesar el crecimiento del tallo se favorecen la acumulación y el almacenamiento de sacarosa. Sin embargo, el período de tiempo entre la floración y la cosecha debe ser corto para evitar la formación de médula corchosa y la inversión de la sacarosa (Dávila *et al.*, 1995).

De acuerdo a Romero(1997), para acelerar el estado de madurez fisiológica de la caña se utilizan madurantes, estos son productos químicos, en su mayoría del grupo de los reguladores del crecimiento, que inhibiendo la elongación de los tallos, sin afectar severamente la producción cultural, favorecen la acumulación de azúcar, de esta manera se incrementan los rendimientos de azúcar obtenidos por toneladas de caña producida, por lo que la aplicación de madurantes en la caña es una práctica cultural muy importante en el cultivo de la caña de azúcar.

2.1.3 Maduración artificial de la caña de azúcar

Cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar, es posible inducirla aplicando productos químicos conocidos como madurantes. Un madurante es un compuesto que, aplicado en pequeñas cantidades, inhibe, fomenta o modifica de alguna forma, procesos fisiológicos de la planta. En caña de azúcar estos compuestos actúan como reguladores de crecimiento que favorecen la mayor concentración de sacarosa (Dávila *et al.*, 1995).

Los reguladores de crecimiento pueden afectar la maduración, ya sea mediante la Inhibición del crecimiento sin afectar la fotosíntesis, o actuando sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa; la maduración es un proceso cuyo resultado es un balance entre la fotosíntesis y la respiración (Dávila *et al.*, 1995).

Debido a que el uso de los madurantes es una práctica muy importante en el manejo de la caña de azúcar, es necesario encontrar un sustituto como madurante que cumpla las mismas funciones y que presente resultados similares o mejores, en lo que respecta a rendimientos, que los herbicidas actualmente usados.

Entre 1991 y 1993, CENICAÑA (Villegas, 1992) evaluó 12 productos nuevos; siete madurantes, un desecante dos defoliantes y dos antiderivantes. Entre estos productos, Trinexapac-etil y Select, selectivos para cultivos de hoja ancha, produjeron incrementos significativos en el ARE (% caña), en comparación con el control y, en algunos casos, dieron resultados similares o ligeramente superiores a los obtenidos con Roundup y Fusilade 2000.

Los bioestimulantes son productos naturales, inocuos al medio ambiente y al hombre, que durante los años de 1996 a 1999 se utilizaron para desarrollar un grupo de experimentos en parcelas pequeñas y en extensiones para evaluar su efecto, aplicado sobre el follaje de la caña de azúcar, en varias localidades y suelos cañeros del país. Los resultados indicaron efectos espectaculares y sostenidos de un bioestimulante denominado Agrispon (en dosis de un litro por hectárea), sobre el rendimiento agrícola en suelos de pobre fertilidad (Ferralítico cuarcítico), así mismo. De Sancti Spíritus y Pinar del Río, con aumento de 13.22 t/ha respecto al testigo, con el promedio de cinco variedades, cepas de caña planta y retoño, en un área de más de 160 ha. (Villegas, 1992).

También Agrispon mostró efecto positivo sobre la población de tallos, el contenido de azúcar (cepa de retoño) y en la reducción del ataque del carbón (*Ustilago*

scitaminea) en la variedad susceptible Ja60-5. En suelo fértil, arcilloso pardo con carbonatos, en experimentos en parcelas pequeñas, Agrispon también mostró incrementos significativos de la producción de caña, azúcar, peso/tallo, longitud, pureza del jugo y pol (%) en caña. En este último indicador se observó un efecto interactivo entre Agrispon y el nitrógeno, donde hubo incrementos de pol para el 50% o menos de la dosis recomendada de nitrógeno, y un comportamiento inverso para el 75 y 100 % del nitrógeno (80 kg/ha). En suelo fértil arcilloso y de mal drenaje (Gley ferralítico) también aumentó significativamente el rendimiento agrícola, la longitud de los tallos móviles y su grosor (García, Llerena y Díaz, 2000)

a) Objetivos de la maduración artificial

Los objetivos básicos de un programa de maduración química son: (1) obtener la máxima recuperación posible de azúcar; (2) estabilizar el contenido de azúcar; (3) obtener una ganancia adicional en un período de tiempo corto, sin deteriorar el cultivo; y (4) reducir la duración del período vegetativo entre cosechas (Dávila, *et al.* 1995).

b) Fases de desarrollo de la caña de azúcar

Según Ellis y Lakford (1991), el crecimiento de la caña de azúcar está dividido en cuatro fases: Germinación o iniciación, macollamiento, elongación o rápido crecimiento de los tallos y maduración. La fase de crecimiento comprende desde el momento en que da inicio la germinación, hasta el despegue de la tasa de crecimiento, lo cual sucede entre dos o tres meses de edad, aunque si las condiciones de humedad son adversas pudieran llegarse a prolongar. Para la fase de elongación consideran que da inicio entre dos y tres meses y puede llegar hasta los nueve o diez meses, lo cual dependerá del régimen de lluvia y de la variedad y para la fase de maduración inicia aproximadamente a los nueve o diez

meses de edad, para que se obtenga una buena maduración, la humedad debe bajar a un 73-75% en la parte superior de la planta.

2.2. FENOLOGIA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR

a) Período de germinación

La fase de germinación se extiende desde el trasplante hasta la completa germinación de las yemas. Bajo condiciones de campo la germinación comienza a los 7-10 días y se extiende hasta los 30-35 días. En la caña de azúcar la germinación implica una activación y consiguiente brotación de las yemas vegetativas. La germinación de las yemas es influenciada por factores externos e internos. Los factores externos son la humedad, la temperatura y la aireación del suelo. Los factores internos son la sanidad de la yema, la humedad del esqueje, el contenido de azúcar reductor del esqueje y su estado nutricional. La temperatura óptima para la brotación es de alrededor de 28-30°C. La temperatura mínima para la germinación es de 12°C. Un suelo cálido y húmedo asegura una rápida germinación. La germinación produce una mayor respiración y por eso, es importante tener una buena aireación del suelo. Por esta razón, los suelos abiertos, bien estructurados y porosos permiten una mejor germinación. Bajo condiciones de campo, una germinación en torno del 60% puede ser considerada segura para un cultivo satisfactorio de caña.

[\(http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/germination_establishment_phase/\)](http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/germination_establishment_phase/)

b) Período de crecimiento

La fase del gran crecimiento comienza a los 120 días después de la plantación y se extiende hasta los 270 días, en un cultivo de 12 meses de duración. Durante la primera etapa de esta fase ocurre la estabilización de los retoños. De todos los retoños formados sólo el 40 - 50% sobrevive y llega a formar cañas triturbables. Esta es la fase más importante del cultivo, en la que se determinan la formación y elongación real de la caña y su rendimiento. En esta fase ocurre una formación frecuente y rápida de hojas, alcanzando un Índice de Área Foliar (IAF) de 6-7. Bajo

condiciones favorables los tallos crecen rápidamente, formando de 4-5 nudos por mes. El riego por goteo, la fertirrigación y la presencia de condiciones climáticas de calor, humedad y soleamiento favorecen una mayor elongación de la caña. El estrés hídrico reduce la longitud internodal. Temperaturas sobre 30°C, con humedad cercana al 80%, son más adecuadas para un buen crecimiento.

[\(http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/grand_growth_phase/\)](http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/grand_growth_phase/)

c) Período crítico

Según Rincones(1986), la caña de azúcar es normalmente de un crecimiento inicial lento y por esa razón necesita todas las ventajas que se le puedan dar para competir contra las malezas que poseen un desarrollo más rápido y vigoroso. El período crítico de la caña de azúcar abarca desde la emergencia hasta los 5 meses de edad, donde el cultivo se ve afectado en su desarrollo por la competencia de agua y nutrientes, con una diversidad de malezas que, provienen de muchas especies de hoja ancha que tienen raíces superficiales (5-10 cm) y gramíneas que poseen raíces más profundas (hasta 20 cm), estas últimas son capaces de cubrir en un 60% el área del plantío de caña, y de no controlarse a tiempo se producirían grandes pérdidas en el rendimiento y producción final de azúcar.

d) Período de maduración

En un cultivo de 12 meses de duración, la fase de maduración dura cerca de 3 meses, comenzando a los 270 -360 días. Durante esta fase ocurre la síntesis de azúcar, con una rápida acumulación de azúcar y el crecimiento vegetativo disminuye. A medida que avanza la maduración, los azúcares simples (monosacáridos, como fructosa y glucosa) son convertidos en azúcar de caña (sacarosa, que es disacárido). La maduración de la caña ocurre desde la base hacia el ápice y por esta razón la parte basal contiene más azúcares que la parte superior de la planta. Condiciones de abundante luminosidad, cielos claros,

noches frescas y días calurosos (es decir, con mayor variación diaria de temperatura) y climas secos son altamente estimulantes para la maduración.

(http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/ripening_maturation_phases/)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la región azucarera de Guatemala en la actualidad se está haciendo uso de madurantes herbicidas en la caña de azúcar, estos compuestos actúan como reguladores de crecimiento que favorecen la mayor concentración de sacarosa.

La maduración se realiza de manera inducida utilizando productos químicos que generalmente son herbicidas, entre los que se mencionan los Glifosatos (Roundup SL, Roundup max, entre otros), aunque este tipo de productos presentan efectos secundarios sobre el rebrote de la caña de azúcar, lo que implica para las industrias gastos extras para realizar una resiembra en las áreas afectadas

Por lo anterior, es necesario buscar alternativas al uso de los madurantes herbicidas, de esta manera se evitarán reclamos por los clientes por el uso de glifosato y así mismo se evitarán restricciones de algunos compradores, ya que cada día que pasa se está prohibiendo el uso del glifosato.

De acuerdo con lo expuesto, la investigación se realizó con el propósito de evaluar otros productos que permitan obtener mejores rendimientos en las industrias cañeras, utilizando productos no herbicidas en aplicaciones como madurantes, reduciendo el impacto negativo al medio ambiente y sobre todo para no afectar el rebrote de caña de azúcar para el siguiente periodo de producción.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Determinar el efecto que produce un madurante no herbicida Cloruro de Mepiquat en la maduración económica de caña de azúcar.

4.2. ESPECIFICOS

- Determinar el rendimiento de azúcar al aplicar Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus 2x) como madurante.
- Cuantificar el efecto producido en el rebrote en el cultivo de caña de azúcar luego de la aplicación de Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus2x).
- Determinar la cantidad de resiembra requerida después de la cosecha, debido a la aplicación de Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus 2x). y compararlo con los demás tratamientos en estudio.

V. HIPÓTESIS

- Al menos una dosis de Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus 2x) superará al testigo comercial Glifosato (Roundup SL) en rendimiento de azúcar por tonelada métrica de caña.
- Al menos una dosis de Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus 2x) no afectará el rebrote natural en el cultivo de caña de azúcar después de la cosecha.
- Al menos un tratamiento donde se aplique Cloruro de Mepiquat (Brixxer plus 2x) presentará menor porcentaje de resiembra.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo se ejecutó en finca Recreo Costa Rica que se encuentra ubicada al sur del municipio de Patulul del departamento de Suchitepéquez. Se localiza en la latitud norte 14° 36' 86" y en la longitud oeste 91° 24' 29". Cuenta con una extensión territorial de 126.25 hectáreas y se encuentra a una altura de 172 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente su clima es cálido. Se encuentra a una distancia de 45 kilómetros de la cabecera departamental de Suchitepéquez

(<http://www.tutiempo.net/Tierra/Guatemala/Municipio-de-Patulul-GT011118.html>)

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

6.2.1 Trinexapac-etil (Moddus 25 EC)

Es un producto sistémico no herbicida que actúa como regulador del crecimiento, inhibe el crecimiento, reduciéndose con ello la altura del cultivo y las posibilidades de acame, al acortar la distancia de los entrenudos se incrementa el grosor del tallo, evitando con ello el acame.

(<http://www.syngenta.com/global/corporate/en/products-and-innovation/key-crops/pages/sugarcane.aspx>)

6.2.2 Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x)

Es un regulador de crecimiento vegetal que está diseñado especialmente con componentes que retardan el crecimiento y la elongación de tallos en algodón, caña, papaya, tomates indeterminados, etc. logrando con esto una mayor concentración de azúcares y solutos, provocando la distribución de éstos en los órganos reproductivos y tallos, favoreciendo un incremento en la producción, tamaño y calidad de los mismos. El producto regula la longitud de tallos entre 10 y 20% menos, permitiendo la formación de plantas más compactas, equilibradas y productivas (GREENCORP BIORGANIKS DE MEXICO S.A. DE CV.)

6.2.3 Glifosato (RoundupSL)

Es un herbicida no selectivo de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y de arbustos, en especial las perennes. Es un herbicida total. Es absorbido por las hojas y no por las raíces. Se puede aplicar a las hojas, inyectarse a troncos y tallos, o asperjarse a tocones como herbicida forestal (Monsanto 2005).

6.3 FACTORES A ESTUDIAR

- Efecto del Trinexapac-etil, sobre el rendimiento kg de azúcar/tonelada, efecto producido en el rebrote de la caña y % de resiembra requerida.
- Efecto del Cloruro de Mepiquat, en sus tres dosis (0.8, 1 y 1.1 litros/ha) sobre el rendimiento kg de azúcar/tonelada, efecto producido en el rebrote de la caña y % de resiembra requerida.
- Efecto del Glifosato, sobre el rendimiento kg de azúcar/tonelada, efecto producido en el rebrote de la caña y % de resiembra requerida.

6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados en el siguiente estudio fueron seis, siendo: 3 productos: trinexapac-etil, Cloruro de Mepiquat (tres dosis), glifosato, y un testigo sin aplicar; estos fueron aplicados según las dosis recomendadas para cada uno de ellos, solo el Cloruro de Mepiquat se aplicó en dosis más bajas para poder comparar el comportamiento de este producto con el programa tradicional que actualmente se está utilizando. Los tratamientos quedaron conformados como lo muestra el cuadro 1.

Cuadro1: Descripción de los tratamientos de madurantes en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	DOSIS
T1	Trinexapac-etil)	1.5l/ha
T2	Cloruro de Mepiquat	0.8l/ha
T3	Cloruro de Mepiquat	1.0 l/ha
T4	Cloruro de Mepiquat	1.1l/ha
T5	Glifosato	1.1l/ha
T6	Testigo sin aplicar	0

Fuente: elaboración propia

6.5 ANALISIS ESTADISTICO

Para interpretar los datos obtenidos, dada a la naturaleza de la aplicación de los tratamientos y explicar la relación de las medias, se utilizó la prueba de **t de Student**, en el supuesto de que las muestras están relacionadas. El interés es saber si hay alguna diferencia entre las medias, es decir, cual o cuales tratamientos han tenido efecto sobre el testigo absoluto o el material convencional glifosato.

6.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió en parcelas de 48 m de ancho por 450 m de largo teniendo un área total de 21,600 m² todos los tratamientos fueron probados en una sola variedad (MEX 79431).

6.7 DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

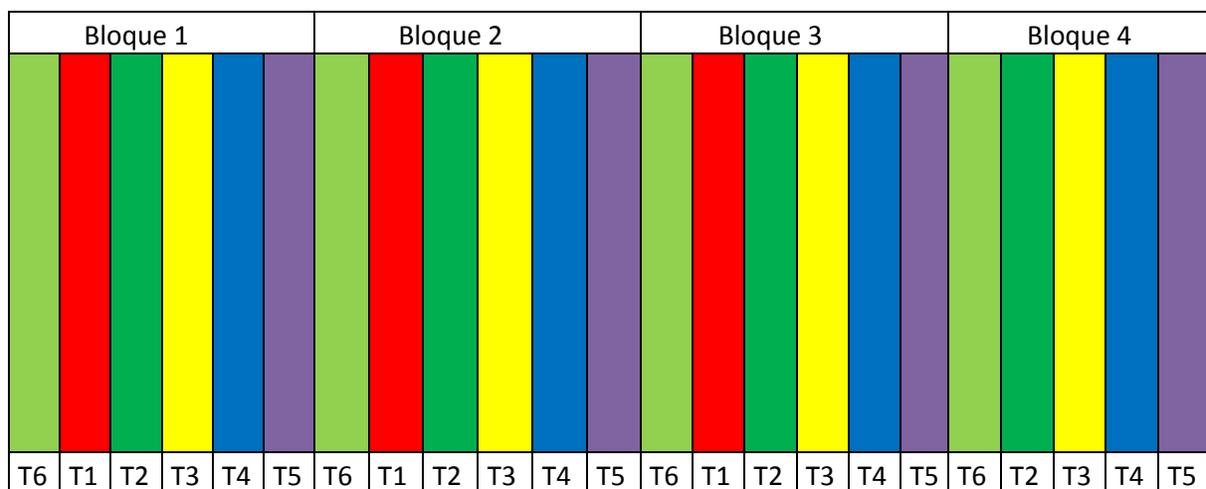


Figura 1 se muestra la distribución de los tratamientos en campo

6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.8.1 Selección de terreno

Se seleccionó una finca con características homogéneas que cuenta con el cultivo de la caña de azúcar, específicamente con la variedad MEX 79431, la cual se cosecha en el tercer tercio (marzo-abril) de la zafra.

6.8.2 Trazo del terreno

Luego de seleccionar el terreno se procedió a su medición, utilizando una cinta métrica, se marcaron las parcelas y los bloques con banderines para su identificación.

6.8.3 Toma de datos antes de la aplicación

Se tomaron muestras de caña en el muestreo pre cosecha una semana antes de la aplicación de los madurantes para ver el porcentaje de sólidos solubles (pol%, brix). Para poder proyectar el rendimiento de azúcar (kg/t de caña).

6.8.4 Aplicación de los tratamientos

Se realizaron las aplicaciones de los tratamientos según la fecha programada, en el ingenio; se utilizó un helicóptero, la aplicación se realizó en franjas y se realizó utilizando tecnología de GPS, esta aplicación se llevó a cabo de este a oeste por la orientación de los surcos y debido a que en los extremos se contaba con barrera de árboles y al medio de los lotes cruza un tendido eléctrico.

6.8.5 Muestreos pre-cosecha

Las muestras se realizaron desde la primera semana hasta la séptima semana después de la aplicación. Se muestrearon dos puntos por parcela experimental, cortando 5 tallos seleccionados en un metro lineal escogidos al azar.

Se procedió a cortar las muestras en esquejes de al menos 50 ó 60 cm.

- Amarrar las muestras con pita
- Identificar la muestra con la etiqueta
- Pesar los paquetes con la balanza
- Transportar las muestras al laboratorio para realizar sus respectivos análisis, la biomasa o peso por ha y análisis del jugo (pol%, brix).

6.8.6 Muestreo post-cosecha

A los 15, 30, 45 y 60 días después de la cosecha se tomaron muestras para determinar el porcentaje y biometría de los rebrotes.

La toma de datos de las variables se realizó antes, durante y después de las aplicaciones de madurantes no herbicidas.

6.9 VARIABLES DE RESPUESTA

6.9.1 Rendimiento de caña(TMCH)

Se determinó al momento de la cosecha, utilizando básculas especializadas.

6.9.2 Rendimiento de azúcar (kg/tonelada de caña)

Esta variable se midió realizando muestreos de 10 tallos tomados al azar, por cada unidad experimental, llevando las muestras al laboratorio para el análisis de jugos, obteniendo así, grados brix y porcentaje de pol.

6.9.3 Rebrotos (%)

Esta variable se midió entre los 12 y 15 días después de la cosecha, realizando conteos en las áreas donde se aplicarán los madurantes.

6.9.4 Altura de tallo (cm)

Esta variable se midió a los 15, 30, 45 y 60 días después del inicio de rebrote, utilizando un metro, desde el primer nudo hasta el último. En una muestra de 20 tallos por parcela.

6.9.5 Diámetro de tallo (cm)

Esta variable se midió a 30 días después del inicio del rebrote, utilizando un vernier, en la parte inferior del rebrote. En una muestra de 20 tallos por parcela

6.9.6 Resiembra (%).

En esta variable se midió el porcentaje de resiembra entre los 15 y 20 días después de la cosecha, este porcentaje se determina cuantificando la cantidad de espacios vacíos en el rebrote que se midió anteriormente.

VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la discusión de resultados se realizó un análisis de varianza como se describe en el cuadro 2.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TMCH	24	0.88	0.66	3.73

Cuadro 2: Análisis de la Varianza de interrelación tratamientos*Repeticiones

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo.	850.94	15	56.73	3.91	0.0287
Tratamientos*Repeticiones	850.94	15	56.73	3.91	0.0287
Error	115.92	8	14.49		
Total	966.86	23			

Se efectuó un análisis de varianza para poder observar la Interrelación entre tratamientos*Repeticiones y se observa que si es estadísticamente significativo porque la probabilidad es menor a 0.05

7.1 RESULTADOS

Los datos obtenidos de los diferentes tratamientos, referentes a TCH, TMCH kg azúcar/TC semana 0, kg azúcar/TC semana 8, TAH y % de espacios vacíos o despoblación, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3: Valores correspondientes a las unidades experimentales.

RENDIMIENTO TONELADAS CAÑA POR HA (TCH)								
Tratamiento	Bloque	TCH	TMCH	kg azúcar/TC S 0	kg azúcar/TC S 8	Incremento	TAH	%
T1	1	110.37	100.33	77.01	113.54	36.53	12.53	0
T1	2	111.9	101.72	70.11	114.31	44.2	12.79	0
T1	3	111.29	101.17	71.24	114.74	43.49	12.77	2.4
T1	4	113.32	103.02	89.44	111.67	22.23	12.65	0
T2	R1	119.97	109.06	60.73	106.96	46.23	12.83	5.52
T2	R2	118.48	107.71	83.13	103.32	20.19	12.24	2.72
T2	R3	119.41	108.56	87.18	111.86	24.67	13.36	9.16
T2	R4	103.52	94.11	84.61	113.83	29.23	11.78	12.08
T3	R1	95.17	86.52	85.84	111.55	25.7	10.62	3.04
T3	R2	118.18	107.43	88.33	117.43	29.11	13.88	0
T3	R3	123.78	112.53	89.52	121.02	31.5	14.98	5.32
T3	R4	109.41	99.47	91.26	117.26	26	12.83	0
T4	R1	114.75	104.32	94.24	114.44	20.21	13.13	5.8
T4	R2	102.71	93.37	85.62	110.46	24.85	11.35	2.68
T4	R3	111.08	100.98	89.66	116.61	26.96	12.95	5.72
T4	R4	121.76	110.7	96.33	105.33	8.99	12.82	0
T5	R1	114.15	103.77	92.12	106.25	14.13	12.13	0
T5	R2	102.97	93.61	93.39	111.88	18.49	11.52	2.72
T5	R3	99.39	90.35	95.22	108.25	13.03	10.76	4.4
T5	R4	115.55	105.05	103.39	110.18	6.79	12.73	4.12
T6	R1	114.22	103.83	74.56	107.97	33.41	12.33	0
T6	R2	114.89	104.45	87.47	103.82	16.35	11.93	0
T6	R3	113.12	102.84	86.96	109.96	23.01	12.44	5.2
T6	R4	114.14	103.76	82.02	115.87	33.85	13.23	3.44

7.2. Rendimiento de caña (TMCH)

En la figura 2 se muestra los resultados de la variable rendimiento de caña (TMCH) por efecto de los tratamientos generados al momento de la cosecha como se puede observar en dicha figura, el rendimiento fue afectado en todos los tratamientos, obteniéndose un mejor resultado en el segundo tratamiento, correspondiente al Cloruro de Mepiquat 0.8 L/ha.

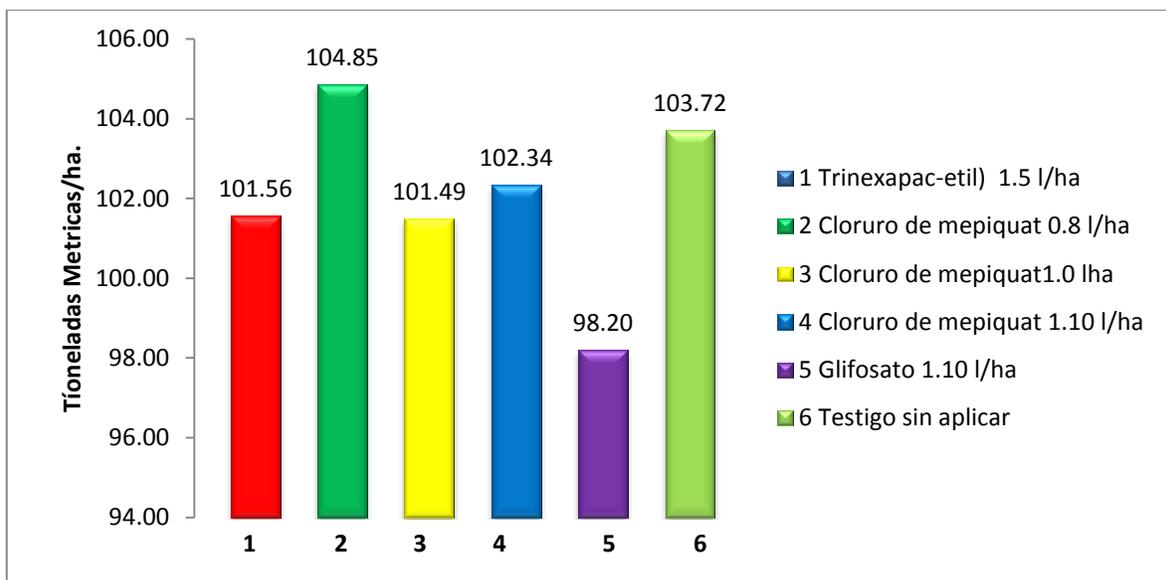


Figura 2: Rendimiento de caña (TMCH) por efecto de los tratamientos en estudio.

Comparando los valores promedios de los tratamientos trinexapac-etil y cloruro de mepiquat con los valores del testigo comercial glifosato, se tiene diferencia numérica, que va de 3.29 a 6.66 toneladas, como se muestra en siguiente cuadro.

Cuadro 4: Diferencia entre tratamientos en TMCH respecto al testigo comercial (Glifosato 1.1 l/ha.)

Tratamientos	TMCH	TMCH de Diferencia con el Testigo comercial
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	101.56	3.37
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	104.86	6.66
3 Cloruro de Mepiquat1.0 l/ha	101.49	3.29
4 Cloruro de Mepiquat1.1 l/ha	102.34	4.15
5 Glifosato 1.1 l/ha	98.20	0.00
6 Testigo sin aplicar	103.72	5.53

En el cuadro anterior podemos observar que el tratamiento Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha fue el que más TMCH generó de promedio, con respecto al testigo comercial Glifosato 1.1 l/ha.

Para probar la eficacia del tratamiento, por el valor en tonelada métrica de caña por hectárea (104.86), alcanzado por el cloruro de mepiquat, con respecto a los otros tratamientos, principalmente al testigo absoluto y glifosato, objetos de estudio; se utilizó el modelo t de Student.

Dada a la interrelación entre tratamientos por repetición, se efectuaron las pruebas de t de Student. Primeramente comparando las medias de los tratamientos con el testigo absoluto y luego las mismas medias con el testigo comercial glifosato.

El cuadro estadístico se presenta a continuación:

Cuadro 5: Estadísticos de los 6 tratamientos, para la variable TMCH

Variable independiente	N	Media	GL	P(T<=t) una cola	Estadístico t	DesviacionTip.	Error Tip. De la Media
Trinexapac-etil) 1.5l/ha	4	101.56	3	0.01867	-3.577986027	1.270069	2.353363
Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	4	104.86	3	0.387461	0.3127928	51.68498	2.353363
Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha	4	101.49	3	0.362533	-0.38626585	128.4503	2.353363
Cloruro de Mepiquat 1.1 l/ha	4	102.34	3	0.36797	-0.37002913	52.00704	2.353363
Glifosato 1.1l/ha	4	98.20	3	0.109786	-1.54712509	53.54386	2.353363
Testigo sin aplicar	4	103.72	3	0.362533	0.01866985	0.43987	3.182446

El cálculo estadístico se efectuó mediante uso de programa Excel 2010 para obtener el estadístico t para dos muestras emparejadas, de esa cuenta se obtuvieron los valores estadísticos t para cada tratamiento relacionado con el testigo absoluto.

Dado que el valor estadístico t -3.57798603, comparando el tratamiento trinexapac-etil 1.5 l/ha y el testigo absoluto, que es menor que el valor crítico generado por el programa utilizado 0.0186698527016383, podemos decir que la diferencia entre las medias no son distintas, por tanto las medias de los tratamientos no son significativamente diferentes.

Aunque el Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha, obtuvo un mejor rendimiento en TMCH de 104.86, tampoco es significativamente diferente.

Con respecto a los otros tratamientos, según los valores estadísticos t, mostrados en el cuadro, tampoco son significativamente diferentes.

Para dar respuesta a la hipótesis “al menos una dosis de cloruro de Mepiquat, superará al testigo comercial glifosato en rendimiento kg de azúcar por tonelada métrica de caña, se efectuó el siguiente análisis de resultados de los tratamientos.

7.3. Rendimiento de azúcar (kg/t de caña)

En la figura 3 se muestra los resultados de la variable rendimiento de azúcar (Kg/t de caña) por efecto de los tratamientos en los muestreo pre-cosecha. Como se puede observar en dicha figura, el rendimiento es diferente en todos los tratamientos, obteniéndose un mejor resultado en el rendimiento por efecto del tercer tratamiento, correspondiente al Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha, con 116.81Kg/tn.

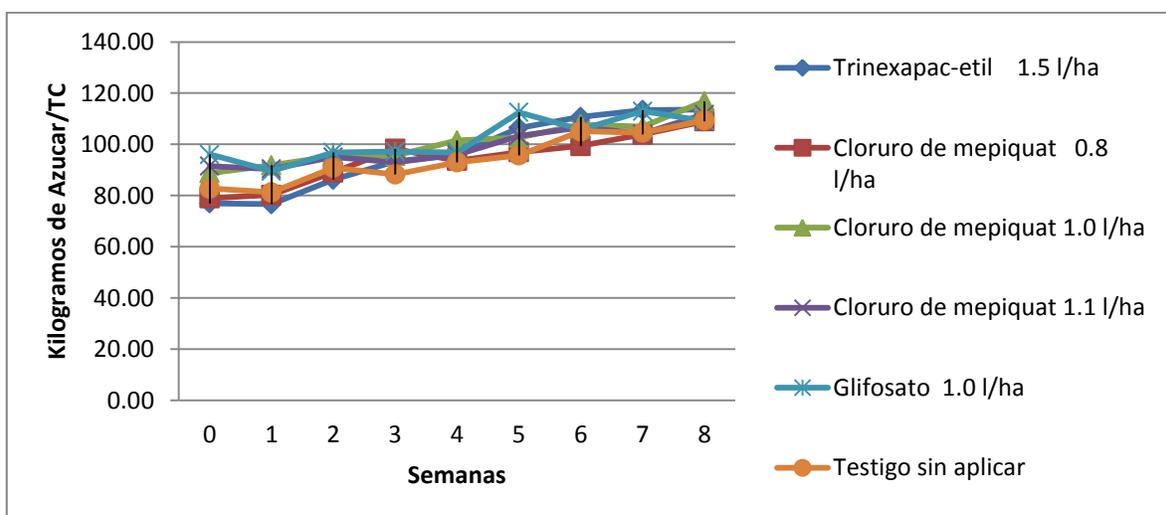


Figura 3: Rendimiento de azúcar (Kg/t de caña) por efecto de los tratamientos en estudio.

En el siguientes cuadro (6), se tabulan los datos recopilados en cada uno de los muestreos pre-cosecha efectuados cada semana, después de la fecha de aplicación.

Cuadro 6: Resultados de la variable rendimiento de azúcar (Kg/t de caña) por efecto de los tratamientos en los muestreos pre-cosecha

DATOS DE MUESTREO PRE COSECHA									
TRATAMIENTOS	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Trinexapac-etil 1.5 l/ha	76.95	76.66	86.18	93.31	95.91	106.42	110.68	113.35	113.56
Cloruro de mepiquat 0.8 l/ha	78.91	80.25	89.06	98.17	93.62	96.94	99.40	103.83	108.99
Cloruro de mepiquat 1.0 l/ha	88.74	91.79	95.41	95.52	101.49	102.62	107.76	106.81	116.81
Cloruro de mepiquat 1.1 l/ha	91.46	90.38	95.01	92.94	95.87	103.29	106.68	104.09	111.71
Glifosato 1.0 l/ha	96.03	89.58	96.83	97.18	96.84	112.48	105.81	112.94	109.14
Testigo sin aplicar	82.75	81.22	90.87	88.26	92.96	95.73	105.12	104.57	109.41

Por otro lado, en la figura 4 se muestra los resultados de la variable rendimiento de azúcar (kg/t de caña) por efecto de los tratamientos, reportados en el muestreo de calidad en la estación de Core Sampler. Como se puede observar en dicha figura, el rendimiento es variable entre los tratamientos, obteniéndose un mayor resultado en el rendimiento por efecto del tratamiento cloruro de mepiquat 1.1 l/ha.

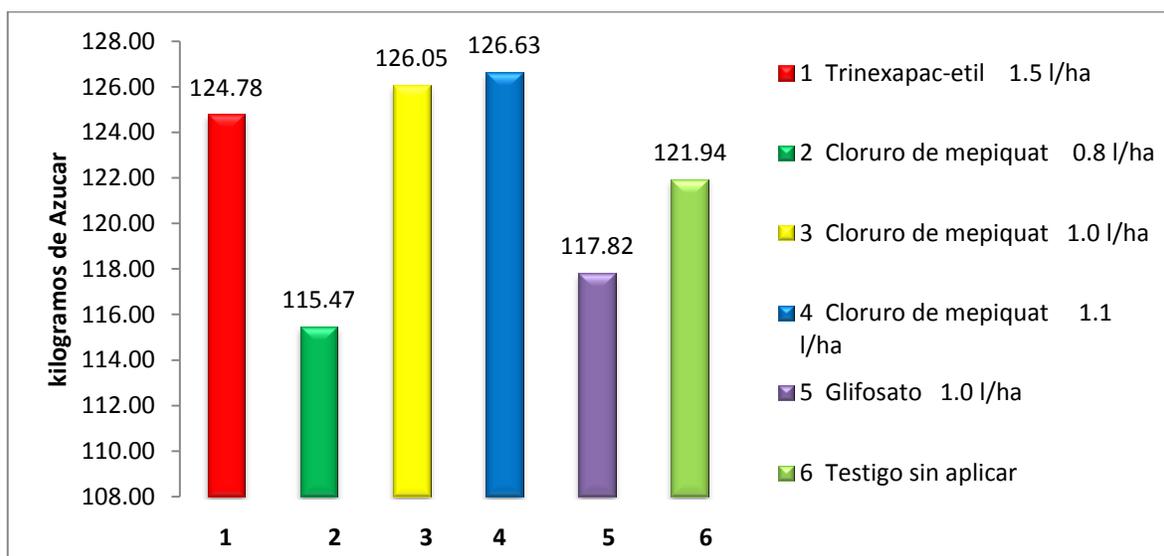


Figura 4: Rendimiento de azúcar (kg/t de caña) en bascula por efecto de los tratamientos en estudio (Promedio de cuatro repeticiones). Finca Recreo Costa Rica.

Para probar la eficacia del tratamiento, por el valor en kg de azúcar por tonelada métrica de caña (126.63) alcanzado por el cloruro de Mepiquat 1.1 l/ha, con respecto a los otros tratamientos, principalmente al testigo absoluto y glifosato, objetos de estudio; se utilizó el modelo t de Student..

Dado que el valor estadístico t 1.35867306098135, comparando el tratamiento trinexapac-etil 1.5l/ha y el testigo absoluto, que es mayor que el valor crítico generado por el programa utilizado 0.133691948261267, podemos decir que la diferencia entre las medias si son distintas, por tanto las medias de los tratamientos son significativamente diferentes.

Cuadro 7: Estadísticos de los 6 tratamientos, para la variable Kg/azucar

Variable independiente	N	Media	GL	P(T<=t) una cola	Estadístico t	DesviacionTip.	Error Tip. De la Media
Trinexapac-etil) 1.5l/ha	4	113.563	3	0.133692	1.358673061	1.839426	2.353363
Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	4	108.993	3	0.326158	-0.498613421	22.63997	2.353363
Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha	4	116.815	3	0.042634	2.532100414	15.32734	2.353363
Cloruro de Mepiquat 1.1 l/ha	4	111.711	3	0.314047	0.537730421	24.59902	2.353363
Glifosato 1.1l/ha	4	109.141	3	0.466523	-0.091248351	5.920626	2.353363
Testigo sin aplicar	4	109.408	3	0.042734	0.13369195	25.107	3.182446

Tal como se mencionó anteriormente, con relación a la obtención de incremento de kg de azúcar cada semana, por muestreos pre-cosecha (cuadro 6), se utilizó nuevamente el modelo de t Student, para determinar si el incremento kg de azúcar en la semana ocho es significativo con respecto a la semana cero y podemos observar que el tratamiento 3 Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha. Mostro el mayor incremento de azúcar kg/tc con respecto a los dos testigos comercial (Glifosato 1.1 l/ha) y testigo absoluto. Aunque estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 8: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas, Incremento azúcar entre la semana 0 y la 8.

Variable independiente	N	Media	P(T<=t) una cola	Estadístico t	Desviacion Tip.	Error Tip. De la Media
Kg/TN Semana 0	24	85.8078	0	-12.0387	90.2186	1.7139
Kg/TN Semana 8	24	111.60507	0	1.7139	20.919882	2.0687

Se realizó una prueba de *t* de Student para la variable incremento de kg/azúcar entre la semana 0 y la semana 8, de donde se concluye que el incremento mostró diferencia estadísticas entre los tratamientos.

Numéricamente podemos notar en el cuadro 8 las diferencias entre kg de azúcar obtenidos en la semana cero con respecto a la semana ocho para cada uno de los tratamientos, siendo el trinexapac-etil 1.5l/ha, el que mayor incremento registró con 36.61 kg; así mismo, diferencias en kg de azúcar con relación al testigo sin aplicar, registrándose valores incluso negativos, es decir, el testigo fue mejor que los tratamientos; por otro lado, tenemos valores favorables, como el de trinexapac-etil, con un incremento de 9.96 kg de azúcar, con respecto al testigo sin aplicar.

Cuadro 9: Diferencia en rendimiento Kg/azúcar entre la semana 0 y la semana 8 en el muestreo pre-cosecha.

Tratamientos	kg azúcar/TC S 0	kg azúcar/TC S 8	Kg Promedio de Incremento	Kg de Diferencia con el Testigo
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	76.95	113.56	36.61	9.96
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	78.91	108.99	30.08	3.42
3 Cloruro de Mepiquat1.0 l/ha	88.74	116.81	28.08	1.42
4 Cloruro de Mepiquat1.1 l/ha	91.46	111.71	20.25	-6.41
5 Glifosato 1.1 l/ha	96.03	109.14	13.11	-13.55
6 Testigo sin aplicar	82.75	109.41	26.66	0.00

7.4. Rebrotos (%)

En el cuadro 10 se muestran los resultados de la variable rebrote (%) por efecto de los tratamientos. Como se puede observar en dicho cuadro, el rebrote fue afectado por los tratamientos, obteniéndose un mayor efecto en el tratamiento 2. Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en el rebrote (%) en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	% Despoblación	% Rebrote
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	0	0	0.6	0	0.6	99.4
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	1.38	0.68	2.29	3.02	7.37	92.63
3 Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha	0.76	0	1.33	0	2.09	97.91
4 Cloruro de Mepiquat 1.10 l/ha	1.45	0.67	1.43	0	3.55	96.45
5 Glifosato 1.10 l/ha	0	0.68	1.1	1.03	2.81	97.19
6 Testigo sin aplicar	0	0	1.3	0.86	2.16	97.84

7.5 Altura y diámetro de los tallos en cm.

7.5.1 Altura

En la cuadro 11, se muestran los resultados de la variable altura en cm, por efecto de los tratamientos. Como se puede observar en dicho cuadro, la altura fue afectada por los tratamientos, obteniéndose un mayor efecto en el tratamiento trinexapac-etil 1.5 l/ha.

Cuadro 11: Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en la altura (cm) en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	15 DDC	30DDC	45DDC	60DDC
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	9.13	23.88	39.05	89.65
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	8.23	20.37	33.2	79.83
3 Cloruro de Mepiquat1.0 l/ha	7.78	19.05	38.72	74.4
4 Cloruro de Mepiquat 1.10 l/ha	8.2	21.08	39.47	85.17
5 Glifosato 1.10 l/ha	7.87	21.55	42.67	85.82
6 Testigo sin aplicar	9.13	22.67	41.27	82.62

La tendencia del incremento de altura de los rebrotes desde los 15 días después del corte hasta los 60 días, se representa en la figura 5.

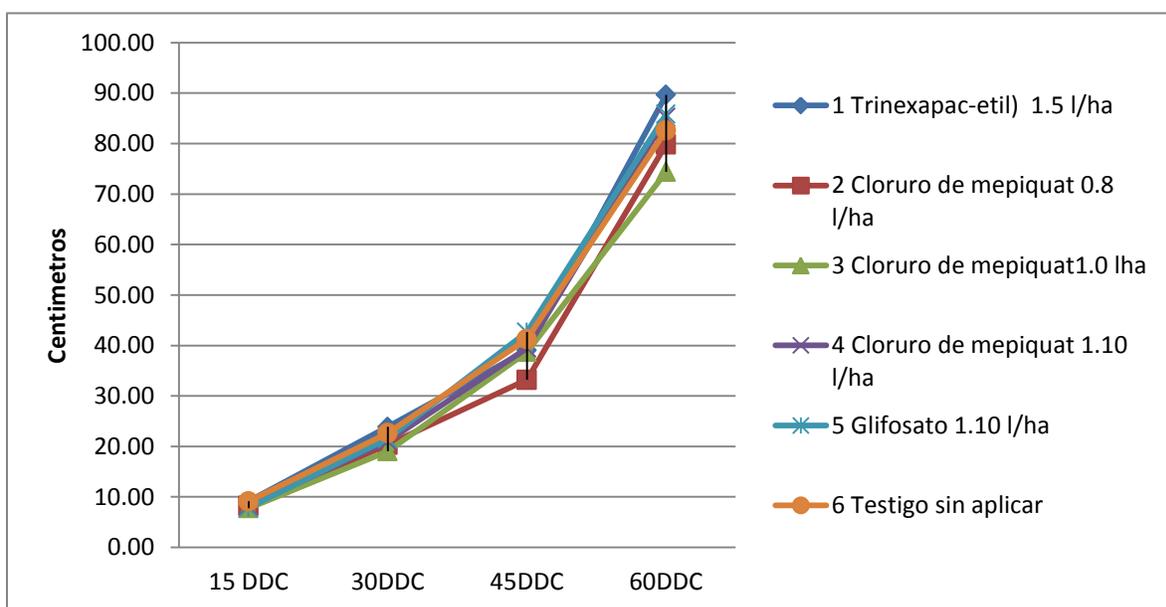


Figura 5: Tendencia del incremento de altura de los rebrotes en cm, de los diferentes tratamientos de madurantes no herbicidas.

7.5.2 Diámetro (cm)

En la cuadro 12 se muestran los resultados de la variable diámetro (cm), por efecto de los tratamientos. Como se puede observar en dicho cuadro, el diámetro fue afectado por los diferentes tratamientos, obteniéndose un mayor efecto en el tratamiento trinexapac-etil 1.5 l/ha, con 2.86 cm.

Cuadro 12: Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en el diámetro (cm) en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	15 DDC	30DDC	45DDC	60DDC
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	0.68	1.22	1.77	2.86
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	0.63	1.19	1.63	2.63
3 Cloruro de Mepiquat1.0 l/ha	0.76	1.12	1.77	2.48
4 Cloruro de Mepiquat 1.10 l/ha	0.65	1.18	1.91	2.77
5 Glifosato 1.10 l/ha	0.67	1.22	1.87	2.82
6 Testigo sin aplicar	0.68	1.26	1.94	2.68

Mientras tanto la tendencia del incremento de diámetro de los tallos desde los 15 días después del corte hasta los 60 días después del corte, se representa en la figura 6.

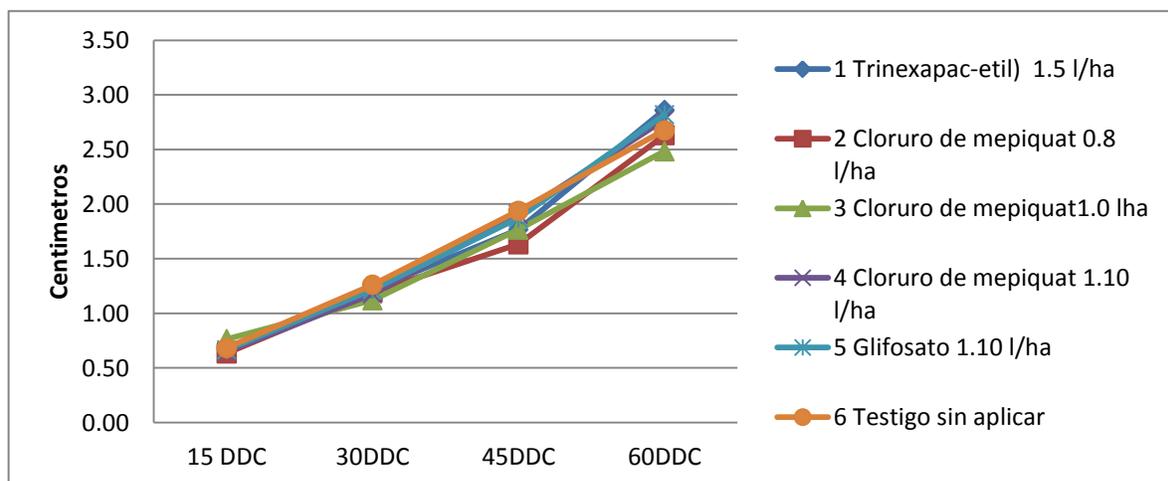


Figura 6: Tendencia de incremento de diámetro de los tallos de los tratamientos de madurantes no herbicidas en cm.

7.6. Porcentaje de resiembra

En la cuadro 13, se muestran los resultados de la variable resiembra (%) por efecto de los tratamientos. Como se puede observar en dicho cuadro, el bloque de tratamiento que más paquetes de caña utilizó para la resiembra fue el del tratamiento cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha. Por lo tanto este tratamiento requiere de mayor resiembra.

Cuadro 13: Efecto de los tratamientos de madurantes no herbicidas en la resiembra (%) en el cultivo de la caña de azúcar, Patulul, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	% Resiembra	Total Paquetes
1 Trinexapac-etil) 1.5 l/ha	0.6	7
2 Cloruro de Mepiquat 0.8 l/ha	7.37	82
3 Cloruro de Mepiquat 1.0 l/ha	2.09	23
4 Cloruro de Mepiquat 1.10 l/ha	3.55	39
5 Glifosato 1.10 l/ha	2.81	31
6 Testigo sin aplicar	2.16	24

VIII. CONCLUSIONES

- El tratamiento 2 Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x) 0.8 l/ha, mostro la mejor diferencia en TMCH comparándolo contra el testigo comercial Glifosato 1.1 l/ha, aunque estadísticamente la diferencia no es significativa.
- El mejor rendimiento de azúcar (kg/tonelada de caña) se obtuvo del tratamiento 3 Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x) 1.0 l/ha, obtenido del muestreo en báscula. Estadísticamente, dicho tratamiento fue mejor que los otros.
- El mejor incremento de kg/azúcar entre la semana 0 y la semana 8 se obtuvo en el tratamiento. trinexapac-etil 1.5l/ha (36.61 kg) Con resultados significativos con relación al testigo sin aplicar y los otros tratamientos.
- En el rebrote (%) se observó que el tratamiento 2 Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x) 0.80 l/ha. mostro la mayor despoblación.
- En cuanto a la altura y diámetro se observó que fue afectado por los tratamientos, obteniéndose un mayor efecto en el tratamiento 1 Trinexapac-etil (Moddus 25 EC).
- La resiembra (%), fue afectado por todos los tratamientos, obteniéndose un mayor efecto en el tratamiento 2 (7.37%) Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x) 0.80 lt/ha.

IX. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio para poder determinar la dosis adecuada del Cloruro de Mepiquat para obtener una buena relación Beneficio Costo (B/C).
- Se recomienda utilizar el Cloruro de Mepiquat (Brixer plus 2x) como madurante de caña para el segundo y tercer tercio de la zafra. utilizándose una dosis de 10-15 cc por tonelada de caña estimada en la producción, mientras se establece un estudio de dosis para determinar la dosis ideal para este producto.
- Al utiliza Cloruro de Mepiquat, como madurante en la variedad MEX- 79431, se recomienda cosechar a la octava semana después de haber realizado la aplicación, ya que es donde obtuvo su mayor incremento de sacarosa.
- Se debe tomar en cuenta otra variable de respuesta, como lo es la tasa de crecimiento después de la aplicación, como también el largo de entrenudos, para poder evaluar si la planta detuvo su crecimiento y si está concentrando la mayor cantidad de sacarosa posible.
- Debido a que el efecto de los tratamientos fue evaluado en una sola temporada de cosecha, realizar estudios en las siguientes temporadas, para determinar cuál de los tratamientos produce mejores efectos en las siguientes cosechas.
- Hacer una análisis de suelos en futuras investigaciones para poder determinarlos nutrientes críticos para sintetizar sacarosa (P, Mg, Zn, B etc.).

X. BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, J.C.V.; SANOMYA, R.; LEITE, C.F.; CASSINELLI, N.F. Eficiênciaagronômica de sulfometuron-methyl como maturador na cultura da cana-de-açúcar. Revista STAB, v.21, p.36-37, 2003.

Arcila Arias, J. (1986). "Maduración química de la caña de azúcar".

Buenaventura (1986). Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. Cali, Colombia.

Cochran&Cox (William G. Cochran y Gertrude M Cox), Diseños experimentales, Editorial Trillas, S. A. México, D F edición 1965

Dávila, Torres, y Echeverri, (1995). El cultivo de la caña en la zona Azucarera de Colombia. Cali: Cenicaña

D.L. Anderson y J.E. Bowen (1994) Nutrición de la Caña de Azúcar. Instituto de La Potasa y El Fósforo A.C.. Quito Ecuador

García, Llerena, Díaz. (2000). Uso de bioestimulantes en la caña de azúcar. Villa Clara.

LAVANHOLI, M. das G.D.P.; CASAGRANDE, A.A.; OLIVEIRA, L.A.F.; FERNANDES, G.A.; ROSA R.F. Aplicação de ethephon e imazapyrem cana-de-açúcarem diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos – variedade SP 70-1143. Revista STAB, v.20, p.42-45, 2002.

Monsanto. s.f. Roundup herbicida de Monsanto: manual técnico. Guatemala. 16 p.

Rincones, C. 1986. El control de malezas en caña de azúcar. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias en Venezuela. 2 (20): p36-38.

Romero, J. Scandaliaris, I. Ole y S. Sotillo(1997).Maduración química de la caña de azúcar.

Taiz L. y Zeiger E. (2006). Fisiología Vegetal. 3 ed. 581 p. Editorial SinauerAssociates, Sundeland, Massachussets, USA.

Villegas T. (1992) avances de la investigación con madurantes, en centro de investigación de caña de azúcar de Colombia (CENICAÑA)

XI. ANEXOS

Anexo 1: Valores correspondientes a las unidades experimentales, variable de respuesta: kg azúcar/tc en muestreo pre-cosecha

Muestreo contenido azúcar semana "0"			Muestreo contenido azúcar semana "8"		
Tratamiento	Repetición	Kg/TN	Tratamiento	Repetición	Kg/TN
T1	R1	77.01	T1	R1	113.54
T1	R2	70.11	T1	R2	114.31
T1	R3	71.24	T1	R3	114.74
T1	R4	89.44	T1	R4	111.67
T2	R1	60.73	T2	R1	106.96
T2	R2	83.13	T2	R2	103.32
T2	R3	87.18	T2	R3	111.86
T2	R4	84.61	T2	R4	113.83
T3	R1	85.84	T3	R1	111.55
T3	R2	88.33	T3	R2	117.43
T3	R3	89.52	T3	R3	121.02
T3	R4	91.26	T3	R4	117.26
T4	R1	94.24	T4	R1	114.44
T4	R2	85.62	T4	R2	110.46
T4	R3	89.66	T4	R3	116.61
T4	R4	96.33	T4	R4	105.33
T5	R1	92.12	T5	R1	106.25
T5	R2	93.39	T5	R2	111.88
T5	R3	95.22	T5	R3	108.25
T5	R4	103.39	T5	R4	110.18
T6	R1	74.56	T6	R1	107.97
T6	R2	87.47	T6	R2	103.82
T6	R3	86.96	T6	R3	109.96
T6	R4	82.02	T6	R4	115.87

Anexo 2: Valores correspondientes a las unidades experimentales, variable de respuesta: Rebrote o Despoblación.

% Espacios Vacíos o despoblación		
Tratamiento	Repetición	%
T1	R1	0
T1	R2	0
T1	R3	2.4
T1	R4	0
T2	R1	5.52
T2	R2	2.72
T2	R3	9.16
T2	R4	12.08
T3	R1	3.04
T3	R2	0
T3	R3	5.32
T3	R4	0
T4	R1	5.8
T4	R2	2.68
T4	R3	5.72
T4	R4	0
T5	R1	0
T5	R2	2.72
T5	R3	4.4
T5	R4	4.12
T6	R1	0
T6	R2	0
T6	R3	5.2
T6	R4	3.44

Anexo 3: Valores correspondientes a los costos generales de la realización del estudio.

COSTO GENERAL

Actividad	Unidad de Medida	Precio Unitario (Q)	Cantidad (Q)	Monto (Q)
COSTOS DIRECTOS				21,573.19
MANO DE OBRA				49.00
Marcación del área experimental	Jornal	90	2	180.00
Muestreo antes aplicación	Jornal	90	4	360.00
Muestreo pre-cosecha	Jornal	90	32	2,880.00
Muestreo rebrote	Jornal	90	3	270.00
Biometría	Jornal	90	8	720.00
INSUMOS				7,560.10
Glifosato	Litro	32.15	9.71	312.18
Moddus	Litro	234.01	10.5	2,457.11
Brixer plus 2x	Litro	163.8	23.51	3,850.94
Vibert	Litro	71.16	11.44	814.07
Adherente c/antiespumante sticker	Litro	18.05	6.97	125.81
OTROS				9,603.09
Transporte muestras	Viaje	420	9	3,780.00
Uso helicóptero	hectárea	117	49.77	5,823.09
COSTOS INDIRECTOS				6,809.62
Pago de IGGS (s/M.O.)	Por ciento	12.67	4,410.00	558.75
Imprevistos (s/C.D)	Por ciento	5	21,573.19	1,078.66
Prestaciones Laborales (s/M.O)	Por ciento	29.23	4,410.00	1,289.04
Gastos Financieros (s/C.D) para 4 meses	Por ciento	18	21,573.19	3,883.17
COSTOS TOTALES				28,382.81

Habría que agregar los costos del CAT (corte, Alce y transporte) como también el costo del análisis de muestras en laboratorio ya que este es un servicio que se les brinda a los ingenios.

Anexo 4: Estratificación de las zona cañera de Guatemala

